

République Algérienne démocratique



186THV-2

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche  
scientifique

Université Saad Dahleb de Blida

Faculté des sciences agrovétérinaire

Mémoire de fin d'étude  
En vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire.

Thème :

Étude physicochimique et palynologique de quelques miels de  
la Mitidja et un miel importé d'arabi saoudite.

Présenté par : Mohamed Rafik Tahir

- Président : Mr. S.SNOUSSI chargé de cours -Univ- Blida.
- Promotrice : Mme Benaziza.D chargé de cours -ENS Kouba.
- Examineur : Mr.N.Adjlane chargé de cours -ENS Kouba.
- : Mlle. Benaziza.nour el houda vétérinaire -Univ- Blida.

Année universitaire 2007/2008

## *Remerciements*

*La présentation de ce modeste travail, nous offre l'occasion d'exprimer toutes nos gratitudeux aux personnes et institutions, qui nous ont aidées de façon inestimable.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements à :*

*A ma promotrice Mme Benaziza.D chargé de cours -ENS Kouba qui nous a dirigé, suivis et orientés juducieusement ; pour sa disponibilité et ses précieux conseils ; qui nous ont permis d'arriver à la finalité de notre travail.*

*Mr. S.SNOUSSI chargé de cours -Univ- Blida, d'avoir accepté de présider le jury.*

*Mr.N.Adjlane chargé de cours -ENS Kouba, Mr.Y.MOkadem chargé de cours -Univ- Blida, Mlle. Benaziza.nour el houda vétérinaire -Univ- Blida ; d'avoir accepté d'évaluer ce travail et aussi de nous avoir aidées par leurs conseils bénéfiques.*

*Tous nos enseignants de l'université de Saad Dahleb de Blida qui ont chacun dans son domaine, contribué à notre formation durant tout le parcours de nos études avec tous les étudiants.*

*Nous tenons à exprimer notre gratitude et profond respect à MR. BOUKHCHEM le responsable du laboratoire de chimie analytique de L'E.N.S de KOUBA, de nous avoir accueilli dans son laboratoire et qui a bien voulu nous apporter son aide précieuse.*

*MR. BEN SAFIA DJILALI responsable du laboratoire de génie mécanique de l'université de Blida pour sa gentillesse, et sa disponibilité.*

*MR SLIMI YACINE pour les échantillons de miel pour la documentation et pour ses précieux conseils et MR KAMAL BRLAL pour les échantillons.*

*Mme AKANE YAMINA pour sa gentillesse et sa disponibilité pour la documentation et pour ses précieux conseils.*

*Mme. Izeboudjane roukaya et wali olia pour leur précieuse aide.*

*Je tiens à remercier infiniment, toutes les personnes qui m'ont aidé de près où de loin à la réalisation de ce travail.*

## Résumé

L'abeille fabrique ataviquement depuis toujours un produit à la fois agréable à la vue, au goût et à l'odorat. Il constitue en même temps un dessert, un remède, un parfum, une curiosité, un profit et une grande richesse. (**Miguel Zamacois**)

Cependant cet aliment précieux et sujet à des tentatives de fraude et de spéculations de la part de certains apiculteurs, ceci est favorisé par la méconnaissance de la composition de nos miels et l'absence d'une législation rigoureuse permettant de protéger ce produit de consommation.

Dans cette optique, notre étude vise à établir des normes d'identification des miels Algériens.

Ce mémoire a porté sur une étude de quelques miels de la région de Mitidja et un miel importé d'Arabie saoudite. Afin de parvenir à cet objectif, des analyses physico-chimiques, sensorielles et palynologiques ont été entreprises.

Les critères de caractérisation retenus pour notre étude sont, les compositions et propriétés chimiques, physiques, organoleptiques, et biologiques, cette caractérisation va nous permettre éventuellement de mieux connaître notre produit local et surtout de déceler les fraudes.

Ce travail vise aussi la détermination de l'origine botanique de l'extrême diversité des miels algériens, par le biais d'une analyse palynologique, qui permet de distinguer le miel algérien des miels étrangers, entre autre la méllisso-palynologie est une garantie sûre qui permet de contrôler la qualité et de réprimer les fraudes.

## Liste des abréviations

\ E : eau.

\ F: fructose.

\ Fig: figure.

( HMF: hydroxymethylfurfural.

\ G : glucose.

G+F : glucose+fructose.

\ G/F : glucose/fructose.

\ G/E : : glucose/eau.

, CHLP : chromatographie liquide à haute performance.

, MM : matières minérales.

\ Pr : protéines.

\ S : saccharose.

, V : volume.

$\bar{x}$  : Moyenne.

## Liste des tableaux

Tableau n° 1 : Composition des sucres du nectar chez quelques espèces de plante en pourcentage (c.DUMAS ,1984).

Tableau n°2 : les différents facteurs de la production mellifère.

Tableau n°3 : Composition moyenne en sucres de 490 échantillons de miels américains (J.WHITE et al, 1962).

Tableau n° 4 : Eléments de l'acidité de 490 échantillons de miels américains (J .WHITE et al ,1962)

Tableau n°5 : Composition moyenne de quelques types de miel en pourcentage (J. WHITE, 1979a)

Tableau n° 6 : Propriétés & indications thérapeutiques spécifiques attribuées aux principaux Miels unifloraux (Y. DONADIEU, 1984)

Tableau n° 7 : Les grands types de pollen (A. PONS, 1958).

Tableau n° 8 : «Indice absolue de sucre» des différentes plantes  
(En milligrammes du sucre produit par fleur et par 24 heures) (A. MAURIZIO, 1979 a).

Tableau n° 9 : Potentiel mellifère de quelques espèces florales (*E. CRANE. 1979 b*).

Tableau n° 10 : principale informations concernant les miels étudiés.

Tableau n° 11 : densité des échantillons étudié.

Tableau n° 12 : les moyennes de PH des échantillons Expérimentaux.

Tableau n° 13 : les pourcentages d'eau dans les différents échantillons de miels étudié.

Tableau n° 14 : les pourcentages des matières minérales dans les différents échantillons de miels étudié.

Tableau n° 15 : Pourcentages des protéines des différents échantillons étudiés.

Tableau n° 16 : les pourcentages de glucose dans les différents échantillons de miels étudié.

Tableau n° 17 : les pourcentages des fructoses dans les différents échantillons de miels étudié.

Tableau n° 18 : les pourcentages des saccharoses dans les différents échantillons de miels étudié.

Tableau n° 19 : Rapport de F/G et G/E des différents échantillons étudiés.

Tableau n° 20 : Récapitulatif des résultats physico-chimiques des miels étudiier.

Tableau n° 21 : Propriétés sensorielles des miels expérimentaux.

Tableau n° 22 : composition pollinique de l'échantillon n°1.

Tableau n° 23 : composition pollinique de l'échantillon n°2.

Tableau n° 24 : composition pollinique de l'échantillon n°3.

Tableau n° 25 : composition pollinique de l'échantillon n°4.

Tableau n° 26 : composition pollinique de l'échantillon n°5.

Tableau n° 27 : composition pollinique de l'échantillon n°6.

Tableau n° 28 : composition pollinique de l'échantillon n°7.

Tableau n° 29 : composition pollinique de l'échantillon n°8.

Tableau n° 30 : composition pollinique de l'échantillon n°9.

Tableau n° 31 : composition pollinique de l'échantillon n°10.

## Liste des figures et photo

Fig n° 1 : Les différentes formes des graines de pollen.

Fig n° 2 : Coupe Théorique à travers le sporoderme d'un grain de pollen (J RENAULT et al, 1992)

Fig n° 3 : coupe schématique d'un grain de pollen avec indication des principales structures de l'exine d'après la forme de ces protubérances (F.JEANNE, 1983).

Fig n° 4 : principaux aspects de l'exine à sculptures peut profondes (inférieur à 1µm), (F.JEANNE, 1983).

Fig n° 5 : représentation schématique des grands types de pollen (J. LOUVEAUX, 1977).

Fig n° 6 : tube digestif de l'abeille (A.MAURIZIO, 1968).

Fig n°7 : proventricule de l'abeille (A.MAURIZIO, 1968).

Fig n° 8 : composition moyenne du miel (d'après GUERRIATH, 1996).

Photo n° 1 : Photo d'un rayon remplie de miel de différentes couleurs (médecine par les abeilles API MONDIA).

## **Sommaire :**

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Partie bibliographique</b>	
<b>I Généralités.....</b>	<b>2</b>
<b>I.1 Définition du miel.....</b>	<b>2</b>
<b>I.2 Origine du miel.....</b>	<b>2</b>
I.2.1 Le nectar.....	2
I.2.2 Le miellat.....	5
<b>I.3 Types de miel.....</b>	<b>5</b>
I.3.1 Miel uni floral.....	5
I.3.2 Miel multi floral.....	5
<b>I.4 Formation du miel.....</b>	<b>5</b>
<b>II Composition et propriété du miel.....</b>	<b>7</b>
<b>II.1 composition et propriété chimiques essentielles.....</b>	<b>7</b>
II.1.1 L'eau.....	8
II.1.2 Les glucides.....	8
II.1.3 Les acides.....	10
II.1.4 Les protéines.....	10
II.1.5 Les sels minéraux.....	11
II.1.6 Les enzymes.....	11
II.1.7 L'hydroxyméthylfurfural (HMF).....	12
II.1.8 Les constituants divers.....	13
<b>II.2 Propriétés physiques.....</b>	<b>15</b>
II.2.1 L'indice de réfraction (I.R).....	15
II.2.2 La densité.....	15
II.2.3 La viscosité.....	15
II.2.4 La conductibilité électrique.....	16
II.2.5 Le pH.....	16



<b>II.3. Propriétés organoleptiques.....</b>	<b>16</b>
II.3.1 La couleur.....	16
II.3.2 L'odeur.....	17
II.3.3 La saveur.....	18
II.3.4 La cristallisation.....	18
<b>II.4. Propriétés biologiques.....</b>	<b>19</b>
II.4.1 La valeur alimentaire et diététique.....	19
II.4.2 La valeur thérapeutique.....	19
<b>III caractérisation pollinique du miel: méllisso-palynologie.....</b>	<b>21</b>
<b>III 1 Généralité.....</b>	<b>21</b>
<b>III.2 Nomenclature utilisée pour la description des grains de pollen.....</b>	<b>22</b>
III.2.1 Symétrie et forme.....	23
III.2.2 Taille.....	23
III.2.3 Structure.....	25
III.2.4 Sculpture.....	25
III.2.5 Aperture.....	26
III.2.6 Coloration.....	28
<b>III.3 Les grands types de pollen.....</b>	<b>28</b>
<b>IV Les méthodes utilisées en méllisso-palynologie.....</b>	<b>32</b>
IV.1 Méthode classique.....	33
IV.2 méthode d'acétolyse.....	33
<b>V Les problèmes posés en méllisso-palynologie.....</b>	<b>34</b>
<b>V.1 Origines des pollens présent dans les miels.....</b>	<b>34</b>
<b>V.2 Variation de la richesse en pollen des miels.....</b>	<b>35</b>
V.2.1 Structure et biologie floral des différentes espèces.....	36

V.2.2 Conditions des sécrétions nectarifère.....	37
V.2.3 Travail de l'abeille.....	41
V.2.4 Influence du mode d'extraction.....	42
<b>V.3 Validité de l'analyse pollinique sur et sous représentation du pollen ...</b>	<b>45</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>48</b>
<b>Partie expérimentale</b>	
<b>Introduction.....</b>	<b>49</b>
<b>I. Matériels et méthodes.....</b>	<b>50</b>
<b>I.1 choix des échantillons de miel.....</b>	<b>50</b>
<b>I.2 Analyse physiques.....</b>	<b>51</b>
I.2.1 densité.....	51
I.2.2 pH.....	51
<b>I.3 Analyse chimique.....</b>	<b>52</b>
I.3.1 Détermination de la teneur en eau par réfractométrie.....	52
I.3.2 Détermination de la teneur en matières minérales.....	52
I.3.3 Dosage des protéines.....	53
I.3.4 Dosage des sucres par HPLC.....	54
<b>I.4 Analyse sensorielle des miels.....</b>	<b>55</b>
<b>I.5 Analyse pollinique.....</b>	<b>56</b>
I.5.1 préparations microscopiques de sédiment de miels.....	56
I.5.1.1 Méthode classique.....	57
I.5.1.2 Méthode d'acétolyse.....	57
I.5.2 identification et numération des grains de pollen de miel .....	58
I.5.3 Niveau de détermination de pollen.....	60
I.5.4 Expression des résultats.....	61
<b>I.6 Analyse statistique.....</b>	<b>61</b>

<b>II</b>	<b>Résultats et discussions.....</b>	<b>62</b>
<b>II.1</b>	<b>Analyse physique.....</b>	<b>62</b>
II.1.1	densité.....	62
II.1.2	le pH.....	63
<b>II.2</b>	<b>Analyse chimique.....</b>	<b>64</b>
II.2.1	La teneur en eau des miels.....	64
II.2.2	La teneur en matières minérales.....	65
II.2.3	La teneur en protéine.....	66
II.2.4	Les sucre.....	67
II.2.4.1	La teneur en glucose.....	67
II.2.4.2	La teneur en fructose.....	68
II.2.4.3	La teneur en saccharose.....	69
II.2.4.4	Rapport fructose/glucose et glucose/eau.....	70
<b>Conclusion</b> .....		<b>71</b>
<b>II.3</b>	<b>Analyse sensorielle.....</b>	<b>73</b>
<b>II.3.1</b>	<b>Caractères d'apparence.....</b>	<b>73</b>
II.3.1.1	La propreté.....	74
II.3.1.2	La couleur .....	74
II.3.1.3	l'homogénéité .....	75
II.3.1.4	la cristallisation et ces défauts.....	75
<b>II.3.2</b>	<b>caractères organoleptiques.....</b>	<b>75</b>
<b>Conclusion</b> .....		<b>76</b>
<b>II.4</b>	<b>Analyse pollinique.....</b>	<b>76</b>
<b>Conclusion</b> .....		<b>87</b>
<b>Conclusion générale et recommandations.....</b>		<b>88</b>

## INTRODUCTION GENERALE

Le miel est sans doute le plus ancien aliment énergétique utilisé par l'homme parfaitement adapté à tous les régimes alimentaires.

Une attention particulière doit être donnée à la qualité, le commerce s'est intensifié, la demande étant forte, ce qui attire beaucoup de spéculateurs qui vont même jusqu'à frelater ce produit tant recherché, ce qui a poussé les chercheurs à mettre en place plusieurs opérations analytiques pour déterminer l'origine florale et la qualité des miels afin de confirmer ou d'infirmier son authenticité.

Ces analyses se répartissent en trois grandes classes :

-analyses organoleptiques qui permettent d'apprécier la couleur, les défauts visuels, l'odeur, le goût, la cristallisation et la consistance du miel.

-examen pollinique qui permet de déterminer les espèces butinées par les abeilles en cherchant les grains de pollen présents dans le miel.

-analyses physico-chimiques, qui permettent de préciser l'état de conservation et fraîcheur de miel (pH, humidité, acidité, HMF), mais aussi d'en préciser l'origine florale (conductivité électrique, pH, sucres).

Selon LOUVEAUX (1968a, 1985), le problème de détermination de l'origine botanique des miels est trop complexe pour être, dans tous les cas résolu par l'utilisation d'un seul critère. L'analyse pollinique associée à de nombreux éléments d'informations d'ordre physico-chimiques et organoleptiques permet d'émettre sur l'origine botanique un jugement d'ensemble valable et c'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail.

De plus, selon LOUVEAUX (1985), sous le microscope, des levures, des fragments d'insectes et des poussière sont identifiés, ces données nous informent sur, le traitement des miel depuis leur récolte, et l'état de conservation.

En effet, le manque de soins dans les manipulations, une épuration mal conduite ou un début de fermentation se signalent par l'abondance des débris de toute nature ou des levures, ce qui intéresse le contrôle de la qualité du miel.

Dans le but de protéger nos miels de toute tentative de fraude ou de spéculation de la part de certains apiculteurs, chose favorisée par la méconnaissance de la composition des miels algériens et par l'absence d'une législation rigoureuse, ce travail vise à établir des normes d'identification des miels de notre pays, cet objectif ne peut être atteint que par des analyses physico-chimiques, sensorielles et palynologiques.

# **Partie bibliographique**

## I. GENERALITES

### I.1 Définition du miel

Le miel est une substance sucrée produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar des fleurs ou des sécrétions provenant des parties vivantes de plantes ou se trouvant sur elles, qu'elles butinent, transforment et combinent avec des matières spécifiques provenant de leur propre corps et emmagasinent dans les rayons de la ruche (codex alimentarius, 1969 in FASLER, 1979).

### I.2 ORIGINE DU MIEL

Le miel est élaboré par les abeilles à partir des sucres produits par des végétaux, il y a essentiellement deux types de productions sucrées exploitées par les abeilles : le **nectar** et le **miellat** (M.GONNET ET G.VACHE, 1985).

#### I.2.1 Le nectar

Le nectar, ce liquide sucré qui est la principale source du miel des abeilles, se produit à la surface des parties spéciales de la plante appelées nectaires, Selon G.LAYENS, G.BONNIER (1927) et M.GONNET (1982), deux types de nectaires sont distingués : les nectaires floraux qui font partie de la fleur et les nectaires extrafloraux qui peuvent se trouver sur d'autres organes de la plante.

La concentration en sucres totaux du nectar est très variable : (E.BERTRAND, 1967 et M.GONNET, 1982).

.2.5% chez fritillaria impérialis.

.15% prunier.

.35% pommier.

.53% moutarde blanche.

.46% moutarde jaune.

.76% origanum vulgare

M.GONNET (1982) affirme que cette concentration joue un rôle important dans le butinage, les plantes dont le nectar est très riche en eau (faible concentration en sucres) étant réputées peu attractives pour les abeilles.

Les abeilles ne visitent pas les fleurs dont la concentration en sucre est inférieure à 10%.

Ces sucres sont représentés essentiellement par du saccharose, du fructose et du glucose. En général, les mélanges de sucres et leurs proportions relatives sont spécifiques (Tableau 1).

**Tableau 1** : Composition des sucres du nectar chez quelques espèces de plante en pourcentage (C.DUMAS ,1984).

NOM DE LA PLANTE	FRUCTOSE	GLUCOSE	SACCHAROSE
<b>Hippocastanacée</b>			
Aesculus hippocastanum	2,6	1,1	96,3
<b>Rosacées</b>			
Pyrus communis	41,3	54,8	3,9
Pyrus malus	15,8	15,8	68,4
Prunus avium	22,2	21,1	56,7
Prunus cerasus	42,1	40,0	17,9
Prunus domestica	35,3	33,9	30,8
Rubus idaeus	49,7	48,8	1,5
<b>Légumineuses</b>			
Robinia pseudocacia	33,6	9,7	56,7
Trifolium repens	13,3	16,4	70,3

De nombreux auteurs s'accordent pour dire que la quantité et la concentration du sucre dans le nectar est fortement influencé par le milieu extérieur : ensoleillement, vent, hygrométrie, température ainsi que les facteurs propres aux sols, les fumures organiques ou minérales qui y sont apportées (**Tableau2**).

**Tableau 2 : les différents facteurs de la production mellifère.**

<b>Les différents facteurs</b>	<b>Observations</b>	<b>Auteurs</b>
Moment de la journée	De nombreuses fleurs fournissent du nectar surtout le matin (exemple Helianthus, Origanum, Salvia) et le soir (Tilia)	A.MAURIZIO (1979a)
Humidité de l'air	si l'humidité de l'air est élevée le nectar est généralement secret en grande quantité mais contenant peu de sucre. En air sec, le nectar diminue mais la concentration en sucre augmente. Ce phénomène est dû à l'effet hygroscopique du sucre contenu dans le nectar.	A.MAURIZIO (1979a)
Température	La sécrétion nectarifère ne commence pas au-dessous de certaine température, le seuil critique varie selon les espèces : Tilleul et sainfoin 15°, Trifolium repens 23°.	E.CRANE (1979b)
Nature du sol	Le volume du nectar varie avec la texture du sol, une même plante peut être nectarifère sur un sol calcaire et l'être beaucoup moins sur un sol siliceux ou inversement. <u>Exemple</u> : la moutarde blanche a donné plus de nectar sur les terrains calcaire_sableux et calcaires que sur un terrain argileux.	G.LAYENS et G.BONNIER (1927)
Humidité du sol	- La quantité du nectar augmente avec la quantité d'eau absorbée par les racines Elle atteint 45 à 75 %	A. MAURIZIO (1979 a)
Les fumures organiques ou minérales	- Les engrais phosphatés ou potassiques favorisent la floraison donc la sécrétion nectarifère alors que l'azote lui nuit. - L'addition du calcium et magnésium a un effet positif sur Trifolium pratense, mais n'a pas d'effet sur Brassica napus var. Oleifera et phacelia.	E.RABIET (1984)
Le climat	La même plante peut être mellifère dans une contrée et ne pas l'être dans une autre. Le trèfle blanc est beaucoup plus mellifère en Angleterre qu'en France.	J.PROST (1972)
Latitude et altitude	La puissance mellifère d'une plante augmente avec la latitude Une même plante produit beaucoup plus de nectar en altitude que dans la plaine	G.LAYENS, G.BONNIER (1927) ET R.SIGNORINI (1978)
Intensité du butinage	Si une fleur est visitée par les abeilles, elle aura produit plus de nectar que si elle n'avait pas été visitée.	G.LAYENS ET G.BONNIER (1927)



## **I.2.2 Le miellat**

Le miellat est un produit plus complexe que le nectar faisant intervenir un intermédiaire, généralement un puceron, qui pique le végétal, se nourrit de sa sève et rejette l'excédent de matières sucrées sous forme de gouttelettes que les abeilles récupèrent sur les feuilles des plantes qui hébergent les pucerons.

Souvent des arbres tels que les sapins, les épicéas, les chênes, les érables et les tilleuls mais aussi les plantes herbacées comme les exemples.  
(M GONNET, 1982).

Le miellat a une composition différente des miels de fleurs. Il renferme une grande quantité de sucres supérieurs (exemple mélézitose) et peu de glucose et de fructose (A.MAURIZIO, 1968 et L.W. DONER, 1977)

## **I.3 Les types de miels**

### **I.3.1 miel unifloral**

Du point de vue théorique, un miel unifloral est un miel récolté par les abeilles sur une espèce végétale unique.

Dans la nature, de tels miels peuvent être considérés comme exceptionnels ; il est en effet, extrêmement rare que l'abeille ne trouve à sa disposition qu'une espèce végétale mellifère à un moment donné. Les miels à dominante sont les conséquences de la proximité et de l'abondance d'une espèce végétale mellifère et des circonstances favorables à la pollinisation (température et vent).

### **I.3.2 Miel multifloral**

Miel provenant du nectar de plusieurs espèces de fleurs (miel **Toutes fleurs**) sans dominance nette d'une plante particulière.

## **I.4 Formation du miel**

Les abeilles recueillent le nectar ou le miellat et, avant de le stocker dans leur ruche sous forme de miel, leur font subir des modifications.

Ces solutions sucrées sont mélangées à des sécrétions salivaires riches en enzymes et contenant notamment une gluco-invertase qui scinde le saccharose du nectar en glucose et en fructose, qu'on dénomme sucre interverti  
(J. PROST, 1972).

La transformation ou l'inversion s'exprime par l'équation suivante :



Saccharose + eau  $\Leftrightarrow$  glucose + fructose

L'influence des diastases de l'abeille apparaît comme essentielle, ce n'est que dans de rares cas que les miels murs laissent percevoir l'influence du spectre des sucres de nectar d'origine.

Cette influence se manifeste surtout par les proportions des hexoses comme suit :

- Chez les Labiées et chez *Epilobium* par du fructose.
- Chez *Brassica napus*, *Myosotis* sp et *Tilia cordata* par la dominance du glucose.
- Par une plus haute teneur en saccharose chez *Lavandula*, *Salvia*, *Rosmarinus*, *Medicago*, *Onobrychis* et *Calluna*.
- Par l'apparition des sucres rares comme le mélézitose dans le miellat de certaines plantes telles *Larix*, *Tilia Picea* et mélèze (J. LOUVEAUX, 1968 b)

Le processus de la préparation du miel commence quand la butineuse rentrant à la ruche remet à une abeille de l'intérieur la goutte de matière première.

La matière première circule très vite d'une abeille à l'autre, et que les faux bourdons participent, à côté des ouvrières, à l'élaboration de la nourriture.

Déjà pendant la succion et la réception dans le jabot, la salive, les sécrétions des glandes labiales, thoraciques et pharyngiennes se mélangent à la goutte de matière première. Plus cette dernière circule, c'est-à-dire plus il y a d'abeilles qui participent à son élaboration et plus il y a enrichissement en sécrétions glandulaires et fermes.

Le nombre de passages d'une abeille à l'autre que la matière première subit pendant le processus de maturation dépend de l'intensité de récolte et de la force de la colonie. Pendant une forte récolte, la matière première est déposée dans les cellules après peu de passages, tandis que lors d'une récolte modérée,

Elle parcourt une plus longue chaîne et est travaillée plus à fond (MAURIZIO, 1968). La concentration en sucres et l'appauvrissement du nectar en eau vont de pair ; ce dernier s'opère en deux temps où les abeilles prennent une part active et le second passif qui repose sur l'évaporation de l'eau dans les cellules comme suit :

1. Une abeille refoule le contenu de son jabot dans un alvéole ; la goutte de liquide sucré s'étale et perd de l'eau par évaporation ; elle est resucée, refoulée, resucée, et ainsi de suite plusieurs fois pendant 15 à 20 minutes. Ces manœuvres étalent la goutte et la concentrent jusqu'à une teneur en eau de 40% à 50%.

2. Dans les rayons, pendant plusieurs jours, ce liquide sucré qui est exposé à une température de 36-37 °c et à une bonne ventilation, laisse évaporer passivement son eau. Lorsque la teneur en eau atteint en moyenne 17 à 18%, les abeilles operculent les cellules contenant du miel (MAURIZIO, 1968, J. PROST, 1972 et M. GONNET 1982).

La récolte du miel par l'apiculteur a lieu en général après une miellée (qui correspond à la période de production de nectar par la flore susceptible d'en fournir et lorsque les 3 /4 des alvéoles des rayons de cire sont operculés (Y. DONADIEU, 1984)

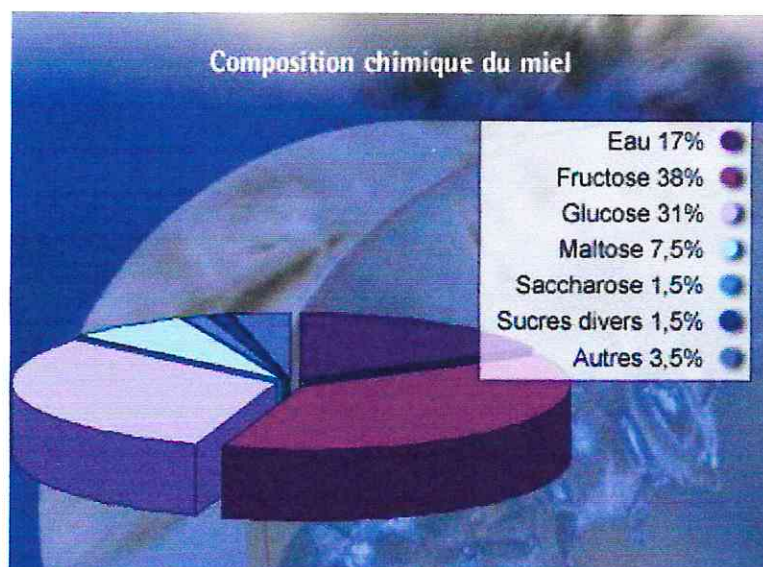
## **II Composition et propriétés du miel**

### **II.1 Composition et propriétés chimiques essentielles**

La composition chimique d'un miel est d'une grande complexité. Elle est liée à divers facteurs parmi lesquels la nature du sol et le mode de conservation, la race d'abeilles, ainsi que l'état physiologique de la colonie. C'est un produit qui n'est pas stable ; il évolue de façon continue au cours du temps. La probabilité pour rencontrer deux miels de composition rigoureusement semblable est faible (J. LOUVEAUX, 1968b).

En général, le miel contient un très grand nombre de substances appartenant à des familles diverses, leur inventaire n'est pas terminé.

Selon M. GONNET (1982), certaines substances sont toujours présentes dans le miel. C'est le cas de l'eau, des sucres et des acides organiques, ces substances sont toujours présentes dans le miel.



**Fig n° 8** : Composition chimique du miel (d'après GUERRIATH, 1996).

### **II.1.1 L'eau**

La teneur en eau du miel est l'une des caractéristiques les plus importantes car elle conditionne la qualité et notamment le mode de conservation.

Les miels titrant plus de 21% d'eau (mis à part les miels de callune) sont de basse qualité et fortement exposés à des risques de fermentation (J. LOUVEAUX 1976).

La teneur en eau est évaluée par la méthode réfractométrique dont l'avantage est d'être simple et précise. A chaque indice de réfraction d'un miel à 20° c. correspond une teneur en eau. (Annexe 1 tableau de CHATAWAY 1935).

### **II.1.2 Les glucides**

Ce sont essentiellement les sucres qui représentent la plus grande partie de la matière sèche (85 à 95%) (J. LOUVEAUX, 1968b et M. GONNET, 1982).

Les différents sucres rencontrés dans le miel sont d'importances extrêmement variables. Nous distinguons :

- des monosaccharides réducteurs ou hexoses tels le glucose et le fructose (Anciennement appelés dextrose et lévulose) représentent à eux seuls 90% de la matière sèche totale du miel (M.GONNET, 1982). Comme il a été déjà signalé ces sucres réducteurs proviennent de l'inversion du saccharose sous l'action de l'invertase.

Le fructose prédomine presque dans tous les types de miels à l'exception des miels de taraxacum officinale et trichostema lanceolatum qui contiennent plus de glucose que de fructose (J.WH ITE, 1979a).

Le rapport entre le fructose et le glucose imprime au miel ses propriétés physiques et sa valeur calorique (J.LOUVEAX ; 1968b).

Les miels riches en fructose ne cristallisent pas facilement ; tandis que ceux qui contiennent plus de glucose cristallisent parfois même dans les rayons (J.LOUVEAUX ; 1968bet T, HOOPER, 1980),

-Les Di-tri et polysaccharides représentés surtout par le maltose et le saccharose, ce dernier n'existe dans le miel qu'en faibles proportions. Cette minime fraction est une partie résiduelle ayant échappée à l'action de l'invertine, qui est une diastase à action assez lente, et comme de longues haleine, le pourcentage du saccharose diminue peu à peu (A.CAILLAS, 1927).

Le miel renferme également les sucres supérieurs tels que le mélézitose ; l'erlose et le raffinose.

D'après J.LOUVEAUX (1968b), LW.DONER (1977) et M.GONNET (1982) ces sucres sont présents naturellement dans le nectar ou élaborés dans le miel à partir des sécrétions de l'abeille ; tel est le cas, par exemple de lérot.

Le tableau 3 donne la composition moyenne en sucres de 490 échantillons de miels américains

**Tableau3** : Composition moyenne en sucres de 490 échantillons de miels américains (J.WHITE et al, 1962).

Sucres	Moyenne (%)	Valeurs extrêmes
Lévulose	38.19	27.25 – 44.26
Glucose	31.28	22.03 – 40.75
Saccharose	1.31	0.25 – 7.75
« maltose » (disaccharides réducteurs)	7.31	2.74 – 15.98
Sucres supérieurs	1.50	0.13 – 22.90
Pour une teneur en eau de	17.20	13.40 – 22.90

Le dosage des sucres peut être effectué par chromatographie en couche mince, par chromatographie sur papier, par dosage chimique des sucres réducteurs avant et après inversion, par chromatographie en phase gazeuse et enfin par chromatographie liquide sous haute pression(HPLC).

### II.1.3 Les acides :

Tous les miels sont acides .ils contiennent des acides organiques libres ou combinés sous forme de lactones.

Le principal acide organique du miel est l'acide gluconique qui provient du glucose : 70à80% des acides libres totaux. Qualitativement, d'autres acides fixes ont été décelés tels les acides citriques, maliques, maliques, succiniques, oxaliques et en très faible quantités, quelques acides volatiles dont l'acide formique (M.GONNET, 1982, M.GONNET et G.VACHE, 1985).

Les acides chlorhydriques et phosphoriques sont également présents (J.LOUVEAUX, 1968b).

L'acidité totale du miel s'exprime en milliéquivalents par kilogramme (meq /kg). Elle est la somme de l'acidité libre et de celle de lactones.

Les moyennes des valeurs intéressant l'acidité et le PH de 490 miels Américains sont Représentés dans le tableau 4.

**Tableau 4** : Eléments de l'acidité de 490 échantillons de miels américains (J .WHITE et al ,1962)

	Moyenne	Valeurs Extrêmes
PH	3.91	3.42- 6.10
Acidité libre (meq/ kg)	22.03	6.75- 47.19
Lactone (meq /kg)	7.11	0.00- 18.76
Acidité totale (meq/kg)	29.12	8.68- 59.49

### II.1.4 Les Protéines

Les miels sont généralement très pauvres en protéine .Un miel très particulier, riche en protéines, est élaboré par les abeilles à partir de la bruyère calluna vulgaris. Le taux de protéine d'origine végétale peut représenter 1 à2%du poids frais de ce miel (M.GONNET .1982).

Des recherches ont permis de mettre en évidence dans les différents miels la présence de 19 acides aminés libres, Certains se retrouvent dans la plupart des échantillons : c'est le cas pour la proline présente dans tous les miels (concentration moyenne 20mg /100g) pour la lysine, l'acide glutamique et l'alanine qui sont également très fréquentes par contre la cystine, la méthionine ou le tryptophane n'apparaissent que de manière accidentelle (M.GONNET, 1982).

### **II.1.5 Les Sels Minéraux**

La teneur en sels minéraux du miel est en moyenne, selon WHITE et al (1962) de 0,169%. Elle est donc faible ou très faible et sujette à des variations très importantes (J.LOUVEAUX, 1968b).

**Les Sels de Potassium :** représentent à eux seuls près de 50%de matières minérales ; celles-ci ne dépassent guère le taux de 0,1%(J.LOUVEAUX, 1985).

Le miel de callune formé de gel thixotropique c'est-à-dire qui se liquéfie une fois agité mais il reprend sa consistance au repos (T.HOOPER.1980).

Le miel contient à l'état de traces infinitésimales une trentaine d'éléments différents parmi lesquels le fer, le cuivre, le cobalt, le chlore, le soufre, le phosphore, le magnésium, le manganèse, le calcium, le sodium et le zinc (M.GONNET, 1982).

### **II.1.6 Les enzymes**

Le miel contient plusieurs enzymes dont la présence est à rattacher à l'origine double du miel : végétale et animale, le nectar, contient dès sa récolte des enzymes qui agissent sur les sucres ; les sécrétions de l'abeille viennent y ajouter les enzymes des glandes pharyngiennes (J.LOUVEAUX, 1968b ; F.ADAM et al 1974). Les plus importants sont :

. L'invertase (gluco- invertase) qui provoque la scission de la molécule de saccharose selon le schéma global indiqué précédemment.

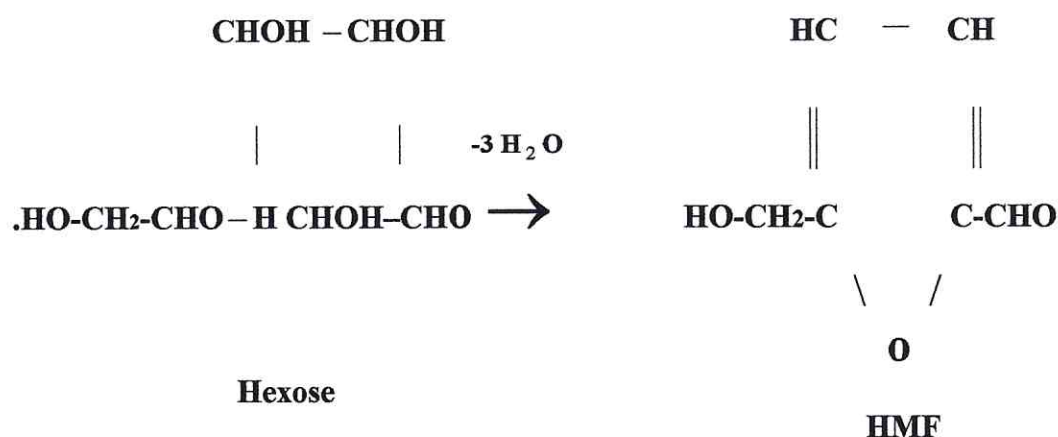
. L'amylase qui provoque la dégradation de l'amidon en dextrine puis en maltose.

. La gluco-oxydase qui est à l'origine de la formation de l'acide gluconique dans le miel, provoque l'hydrolyse du glucose et la libération du peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée). Enfin dans certains miels, des Phosphatases acides ainsi qu'une Catalase (péroxydases) ont été mises en évidence. Cette dernière limite l'accumulation des peroxydes (J.WHITE, 1979a et M.GONNET, 1982).

### II.1.7 L'hydroxyméthylfurfural (H M F)

Il n'est pas un composant naturel des miels mais retrouvé néanmoins presque toujours à l'état de traces plus ou moins importantes.

L'HMF est une substance produite lors de la dégradation des sucres et principalement le fructose avec perte de 3 molécules d'eau selon la réaction chimique suivante :



Ce produit se forme sous l'action des acides, ce processus a également lieu par vieillissement et est accéléré par le chauffage (M.GONNET, 1992). Selon WHITE (1964) un miel frais contient une petite quantité d'HMF (0.06-02 mg /100g du miel).

L'HMF témoigne du bon ou du mauvais état de conservation du miel . En effet, un miel exagérément chauffé ou conservé trop longtemps dans de mauvaises conditions de température s'enrichit en HMF. Donc, ce produit est un indicateur de **la fraîcheur** du miel (F.ADAM et al 1974 et J.LOUVEAUX, 1976).



## II .1.8 Les constituants divers

A coté des constituants principaux qui ont été énumérés, le miel contient en moins connues.

. Les vitamines : sont présents en très faible quantité .la thiamine (B1),la riboflavine (B2), la pyridoxine (B6), l'acide nicotinique (PP), l'acide , ascorbique ( C ) , l'acide pantothénique, la biotine ( B.8) et l'acide folique ont été identifiés dans le miel (J.LOUVEAX,1968b).

. Les substances aromatiques : le miel contient de nombreuses substances aromatiques qui lui donnent sa saveur. Quelques unes ont pu être identifiées, notamment le méthylantranilate dans les miels d'orangers et de lavande, le formaldéhyde, et l'acétaldéhyde et le diacétyl dans le miel de colza et de trèfle. Dans la plupart des miels se trouve aussi des alcools (éthanol, butanol, propanol, méthylbutanol). Des esters tels que le méthyle ou l'éthyle formate.

. Le miel est doué d'un pouvoir bactériostatique puissant ; c'est le facteur antibiotique appelé le plus souvent **inhibine**.

. A coté des matières qui sont à l'état de solutions ou de colloïdes, le miel contient des **constituants figurés** tels que les grains de pollen, les levures. Les grains d'amidon, les spores de champignons et les poussières minérales.

Ces éléments figurés et principalement le pollen, aident à la détermination de l'origine botanique et géographique des miels (M.GONNET, 1982). Le tableau 6 montre la diversité de composition de quelques types de miel.

**Tableau 5** : Composition moyenne de quelques types du miel en pourcentage (J. WHITE, 1979a)

Type	Glucose	lévulose	Saccharose	Maltose	Sucres supérieurs	Acidité totale	Cendres	Azote	Eau
Medicago sativa	33.4	39,1	2,8	6,0	0,9	0,53	0,093	0,033	16,5
Aster sp.	31.3	37.5	0.8	8.4	1.0	0.44	0.302	0.043	17.4
Tilia americana	31.6	37.9	1.2	6.9	1.4	0.46	0.084	0.022	17.4
Rubus sp	25.9	37.6	1.3	11.3	2.5	0.57	0.399	0.055	16.4
Trifolium repens	30.7	38.4	1.0	7.3	1.6	0.62	0.156	0.046	17.9
Melilotus sp	31.0	37.9	1.4	7.7	1.4	0.52	0.084	0.038	17.7
Chamaenerion angustifolium	30.7	39.8	1.3	7.1	2.1	0.52	0.108	0.032	16.0
Ilex glabra	30.1	38.9	0.7	7.7	1.2	0.40	0.163	0.028	17.1
Solidago sp	33.1	39.6	0.5	6.6	0.6	0.43	0.263	0.045	17.0
Robinia pseudoacacia	28.0	40.7	1.0	8.4	1.9	0.31	0.052	0.018	17.3
Citrus sp	32.0	38.9	2.8	7.2	1.4	0.59	0.073	0.014	16.5
Salvia sp	28.2	40.4	1.1	7.4	2.4	0.57	0.108	0.037	16.0
Centauria solstitialis	31.1	36.9	2.3	6.9	2.7	0.81	0.097	0.055	15.9
Liriodendron tulipifera	25.8	34.6	0.7	11.6	3.0	0.84	0.460	0.076	17.6
Nyssa ogeche	25.9	43.3	1.2	8.0	1.1	0.72	0.128	0.046	18.2
Vicia villosa	30.6	38.2	2.0	7.8	2.1	0.45	0.056	0.030	16.3

## II.2 Propriétés Physiques

### II.2.1 L'indice de Réfraction (IR)

L'indice de réfraction est une propriété optique qui caractérise toute substance transparente. Il est en fonction de la teneur en eau et de la température. L'Indice de réfraction du miel est d'autant plus élevé que sa teneur en eau est plus basse.

L'IR du miel se mesure au moyen d'un réfractomètre. C'est la méthode qui sert de référence pour le calcul de la teneur en matière sèche (M. GONNET, 1982).

Le tableau de CHATAWAY (voir annexe 1) permet, connaissant l'IR, d'obtenir directement la teneur en eau du miel à 20°C.

L'Indice de réfraction oscille entre 1.5041 et 1.4702 à 20°C. Une correction est nécessaire selon que la température est supérieure ou inférieure à 20°C.

### II.2.2 La Densité

Le miel est un produit relativement dense. Les variations de densité proviennent surtout des variations de la teneur en eau. Plus un miel est riche en eau et moins il est dense. Elle est en moyenne de 1.42 à 20°C. Cette densité peut servir comme moyen de connaître la teneur en eau d'un miel. Ainsi, la densité moyenne indiquée ci-dessus correspond à une teneur en eau de 17.2% environ (J. LOUVEAUX, 1985)

### II.2.3 La Viscosité

La viscosité conditionne en grande partie les opérations d'extraction, de pompage & de clarification.

La viscosité du miel est principalement due à sa densité : moins il contient d'eau et plus sa viscosité est grande.

Cette viscosité est également accrue par la quantité de la matière colloïdale contenue dans le miel : les miels foncés ont une viscosité plus élevée que les miels clairs. Un exemple extrême en est le miel de **fausse bruyère** formant le **gel thixotropique** (T. HOOPER, 1980)

La viscosité du miel diminue quand la température s'élève jusqu'au 30°C. Elle varie peu au delà de 35°C (J. PROST, 1972).

## **II.2.4 La Conductibilité électrique :**

La conductibilité électrique est la propriété d'un corps de permettre le passage du courant électrique. C'est donc l'inverse de la résistivité.

La conductibilité du miel en solution à 20% de matière sèche se mesure au moyen d'un conductimètre. Elle s'exprime en siemens par cm-1. La conductibilité est en fonction de la teneur du miel en matières ionisables, donc capable de conduire le courant électrique. Ces matières peuvent être de nature diverse ; minéral ou organique (J.GONNET.1982). Le miel de colza conduit relativement mal le courant électrique tandis que celui de callune (fausse bruyère) laisse passer facilement l'électricité (J.PROST.1972).

## **II.2.5 Le pH :**

Le pH «potentiel hydrogène « détermine dans une solution : la concentration des ions dissociés H<sup>+</sup> (acide) ou OH<sup>-</sup> (basique). L'eau distillée à 22°C possède un PH>7 tandis qu'une solution acide à un PH<7.

Le PH d'un miel est en fonction de la quantité d'acides ionisables qu'il renferme (ions H<sup>+</sup>) ainsi que de sa composition minérale (ions OH<sup>-</sup>). Plus le pH du miel se rapproche de la neutralité (M.GONNET ,1982).

Le pH se mesure à l'aide d'un ph-mètre d'un potentiomètre sur une solution à 10%.

## **II.3 Propriétés Organoleptiques**

L'appréciation rationnelle des miels dans les concours .les expositions et le commerce constituent une base, un point de départ qui permet de classer tous les miels d'après leurs mérites. Cette appréciation est basée sur la détermination de quatre sortes de qualité : la couleur, l'odeur, la saveur & la cristallisation.

### **II.3.1 La Couleur**

La couleur du miel dépend du nectar dont il provient. Etant donné le très grand nombre de plantes mellifères butinées par les abeilles, les miels correspondants auront toutes les couleurs possibles, du blanc (miel de trèfle) au noir (miel de sapin) (J.L.DARRIGOL, 1979). D'après N.IORICHE (1979) et M.GONNET (1982), la couleur provient de matières pigmentaires diverses (carotène et xanthophile).

Plus la couleur est claire et moins le miel a du goût, perdant même une grande partie de sa saveur lorsqu'il est cristallisé ; plus la couleur est foncée et probablement plus la quantité de minéraux et de protéines fait accroître la saveur, qui se conserve donc mieux après cristallisation (T.HOOPER, 1980).

J. PROST (1972) et M.GONNET (1982) affirment que le chauffage et le vieillissement provoquent une intensification de la coloration du miel.

R. SIGNORI (1978) rapporte que la saison, pour une même région de provenance, modifiera également la texture et la couleur du miel.



**Photo n° 1** : un rayon rempli de miel de différentes couleurs (médecine par les abeilles API MONDIA).

### **II.3.2 L'odeur**

L'odeur du miel varie sensiblement selon les variétés, en fonction des essences aromatiques communiquées aux nectars initiaux par les fleurs butinées. A chaque variété de miel correspond une odeur prédominante, selon l'origine botanique.

Selon J.L.DARRIGOL (1979), le miel de lavande se distingue d'un miel de romarin simplement par l'odeur, ces miels sont très aromatiques. Le miel de robinier est très apprécié ; celui des confères est verdâtre et assez neutre (M.BIRI, 1981).

Le vieillissement du miel à la température ordinaire aboutit à une dégradation progressive qui se traduit par une perte des substances volatiles qui contribuent à l'arôme du miel (J.LOUVEAUX, 1968b).

### **II.3.3 La Saveur :**

La saveur est aussi extrêmement variable et dépend des fleurs .les miels de légumineuses (luzerne, trèfle) sont neutres .les conifères donnent un parfum puissant de même que le sarrasin et la bruyère.

Les espèces aromatiques (thym, tilleul) transmettent au miel une partie de leur saveur parfumée (R.SIGNORINI ,1978).

### **II.3.4 La Cristallisation**

Tel que les abeilles le stockent dans le rayon, le miel est un produit liquide ; tous les sucres qu'il contient sont en solution dans l'eau, mais cette solution est sursaturée, ce qui signifie qu'elle n'est pas stable. Sous l'influence des différents facteurs, une cristallisation des sucres va s'amorcer et gagnera progressivement la totalité de la masse du miel.

Les facteurs favorisant la cristallisation sont, d'une part, une baisse de température qui aggrave l'état de sursaturation de la solution et d'autre part, l'existence des germes de cristallisation qui constituent l'amorce du phénomène.

Ces germes peuvent être des cristaux de glucose microscopique ou même de simple poussière voire des grains de pollen.

La cristallisation du miel est donc un phénomène naturel qui en soi, n'altère pas la qualité du produit.

Toutefois, la cristallisation a des conséquences importantes pour la conservation ultérieure du miel. Les cristaux constitués principalement de glucose forment une trame qui emprisonne une phase liquide renfermant les sucres très solubles et les matières non cristallisables du miel. Ce liquide se trouve enrichi en eau du fait que la cristallisation le libère.

Si la texture du miel cristalline manque de rigidité ce qui est fréquent lorsque le miel titre plus de 18% d'eau, les cristaux ont tendance à se séparer de la phase liquide et à former un dépôt au fond du vase. La partie liquide enrichie en eau est alors exposée à une fermentation rapide à condition que la température soit favorable (20 à 25° c environ) (J.LOUVEAUX, 1985).

## **II.4 Propriétés Biologiques**

### **II.4.1 Valeur Alimentaire et Diététique**

L'action énergétique du miel (300 calories pour 100g) est immédiate grâce à la présence des sucres directement assimilables (fructose et surtout glucose). L'action de ces monosaccharides est légèrement apéritive et laxative contrairement à celle du saccharose.

Le miel apporte en outre des vitamines du groupe B, indispensable à l'assimilation de sucre et des sels minéraux, en quantité certes insuffisante, mais pouvant compléter les apports des autres aliments (R. SIGNORINI, 1978)

### **II.4.2 Valeur Thérapeutique**

Le miel contient des substances anti-bactériennes auxquelles on a donné le nom global, inhibine. L'action anti-bactérienne du miel est certainement à l'origine de quelques unes des propriétés médicinales qui lui sont attribuées.

Cette activité est essentiellement bactériostatique ; c'est-à-dire qu'en présence de miel, les bactéries ne se développent pas mais elles ne sont pas tuées (M. GONNET, 1982). Cette propriété est liée selon M. GONNET et G. VACHE (1985) au dégagement d'eau oxygénée.

**Tableau6 :** Propriétés et indications thérapeutiques spécifiques attribuées aux principaux miels unifloraux (Y. DONADIEU, 1984)

Origine botanique	Propriétés plus spécifiques	Indications plus particulières
Acacia	-Régulateur intestinal	Paresse intestinale, notamment chez le jeune enfant
Bruyère	-Antiseptique des voies urinaires et diurétique -Anti- anémique -Dynamogénique (qui augmente la force & l'énergie)	-Affection de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale & chronique. - Certains anémies -Etats de fatigue en général -Convalescences -Sénescence
Eucalyptus	-antiseptique des voies respiratoires et des voies urinaires	-Affections touchant à la sphère respiratoire et à l'arbre urinaire dans leur ensemble
Oranger	-Antispasmodique -Sédatif nerveux	-Etat spasmodiques d'origines diverses. Nervosisme en général & troubles qui en découlent : insomnies, palpitations.
Sapin	-Anti-anémique -Antiseptique et anti-inflammatoire des voies respiratoires -Diurétique	- Certains anémies -Affections touchant à la sphère respiratoire dans tout son ensemble -Affections de l'arbre urinaires et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale chronique.
Lavande	-Antiseptique et anti-inflammatoire des voies respiratoires -Antispasmodique Sédatif nerveux	-Affections touchant à la sphère respiratoire dans son ensemble -Rhumatisme chroniques (arthrose)
Thym	-Antiseptique général	-Maladies infectieuses en général touchant aussi bien la sphère respiratoire, digestive & urinaire
Tilleul	-Antispasmodique -Sédatif nerveux	-Etats spasmodiques d'origines diverses -Nervosisme en général & troubles qui en découlent : insomnies, palpitations
Trèfle	-Dynamogénique	-Etats de fatigue -Convalescences -Efforts physiques (chez les sportifs en particulier)



### III. Caractérisation Pollinique du Miel (Melisso- palynologie)

#### III.1 Généralités

Le miel est un produit alimentaire dont la grande valeur nutritive justifie l'importance commerciale, ses caractères physiques (couleurs, consistance) et gustatifs sont très variables, ainsi pour caractériser les différentes qualités du miel de nombreux travaux d'analyses chimiques ont été entrepris. Le miel uni floraux ont une composition relativement constante or les abeilles ne butinent rarement une espèce végétale. Les miels courants sont des mélanges très complexes, les différences dues à la présence de divers miels font que chaque produit est la résultante d'un nombre élevé de composition particulière. Récemment, l'étude microscopique du miel a révélé la présence de nombreux grains de pollen dont la connaissance a permis, mieux que toute autre caractère chimique de caractériser et de contrôler son origine géographique et botanique, cause de cette différence de qualité.

La science qui a comme objet l'étude du pollen et la Palynologie (du grec : palyno = répandre la poussière et logos = étude). Ce terme a été utilisé pour la première fois par Hyde et Williams en 1944 (L. BOUGHEDIRI, 1985).

L'étude de la valeur fonctionnelle des pollens lors des phénomènes de pollinisation et de fécondation et du domaine de la bio palynologie qui est une partie de la biologie de la reproduction (CERCEAU – LARRIVAL – in L. BOUGHEDIRI, 1985).

La Palynologie appliquée à l'apiculture ou la méliko-palynologie est une discipline très ancienne puisqu'elle a ses origines dans les observations de PFISER (1985) sur la présence constante des grains de pollen dans les miels le terme **mélisso-palynologie** n'est apparu qu'en 1966 et c'est MAURIZIO qui lui a donné le statut d'une discipline scientifique moderne dont l'ouverture sur l'apiculture est de plus en plus approuvée.

Le seul moyen infaillible pour délivrer la <<carte d'identité>> d'un miel est de faire son analyse pollinique, quand le miel contient d'innombrables grains de pollen (plusieurs millions dans un seul kilo de miel) chaque miel porte en lui la marque de son origine défini par le pollen des fleurs butinées par les abeilles qui ont récolté le nectar.

Ainsi, un miel obtenu par le nourrissage des abeilles pendant la miellée (avec un sirop de saccharose) se reconnaît immédiatement par sa teneur en pollen anormalement faible : la fraude est facile à déceler. (J.L. DARRIGOL 1979).

Selon A.PONS (1958) et J.L.DARRIGOL (1979), l'analyse pollinique est un moyen de comparaison valable. Elle permet à tous les pays de connaître leur miel indigène et de les différencier des miels étrangers.

La mélikso-palynologie est donc une garantie sur le contrôle de qualité, de prévention et de répression des fraudes.

Les grains de pollen présentent une variabilité de caractère pouvant former des combinaisons infinies par leur taille, forme, stratification et ornementation de la membrane ; ainsi avant d'entreprendre la détermination et caractérisation microscopique des miels, leur étude s'avère nécessaire.

### **III. 2 Nomenclature utilisée pour la description des grains de pollen**

Les grains de pollen sont produits par milliers par les étamines des plantes à fleurs, ils se forment dans l'anthère à partir des cellules mères à noyau diploïde volumineux qui subissent des divisions successives, hétérotypique puis homotypique, pour donner quatre cellules filles à noyau haploïde groupées en tétrades ; les tétrades vont se séparer et chaque tétrade va se dissocier pour disperser quatre grains de pollen (la tétrade peut demeurer : Ericacées par exemple).

Chaque grain de pollen est composé d'un cytoplasme très riche en matière de réserves contenant le noyau reproducteur et végétatif et entouré d'un sporoderme (J.RENAULT et al, 1992).

Selon BROOK et SHAW (1978) le sporoderme est subdivisé en deux couches concentriques :

- **L'intine** : une mince pellicule interne de nature cellulosique.

- **L'exine** : une enveloppe extérieure constituée de sporopollénine (substance très polymérisée, du groupe de caroténoïdes). Cette dernière confère au grain le pouvoir de résister aux diverses causes de dégradations et de se conserver presque indéfiniment au cours du temps.

A chaque espèce végétale correspond un type de grain qui sera déterminé après l'observation au microscope optique ou au microscope électronique, grâce à sa forme, sa symétrie, sa taille, ses caractéristiques morphologiques en coupe (structure) et l'architecture remarquablement variée de sa surface (sculpture).

### III. 2.1 Symétrie et forme

La description d'un grain de pollen fait appel au préalable à son orientation précise dans la tétrade : ainsi sont définis, un **pôle proximal** qui est le point le plus proche du centre de la tétrade et un pôle distale diamétralement opposé. La partie des axes reliant les deux pôles est dite axe polaire. Le plan perpendiculaire à l'axe polaire s'appelle : plan équatorial. Ce plan partage le grain de pollen en deux hémisphères : c'est ainsi que les palynologistes décrivent le pollen en fonction de son aspect de **vue polaire** ou en vue équatoriale.

Le pollen est dit isopolaire si les deux hémisphères sont semblables. Si au contraire, ils sont de forme différente, le grain de pollen est anisopolaire.

Selon J.LOUVEAUX (1977), la forme d'un grain de pollen non composé se définit en fonction de la vue polaire et de la vue équatoriale.

En vue polaire, la plupart des grains sont circulaires, triangulaires, subtriangulaires ou bien de forme plus complexe.

En vue équatoriale, on distingue les grains qui sont plus hauts que larges c'est-à-dire la valeur du rapport existant entre les dimensions de l'axe polaire P et celles de l'axe équatoriale E est supérieur à 1 ; de tels pollens sont dits longiaxes ou prolates et ceux qui sont plus larges que hauts sont dits bréviaxes ou obaltes ( $P/E$  est inférieur à 1). Les grains circulaires ou subcirculaires en vue polaire et dont le rapport  $P/E$  est égal à 1 sont sphériques ou Subsphériques.

### III. 2.2 Taille

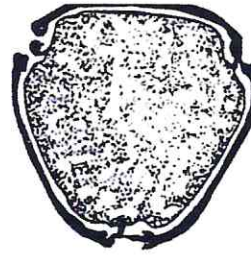
La taille d'un grain peut varier avec l'âge et les conditions de végétation de la plante, mais les rapports  $P/E$  restent pratiquement constants pour une même espèce et s'expriment toujours en microns.

J.RENAULT et al (1992) estiment que les dimensions des grains de pollen sont très variables, parmi les plus petits, ils citent Myosotis ( $5 \mu$ ) et parmi les plus gros, ils mentionnent les tailles de 200 et  $250 \mu$  (sapin et épicéa).

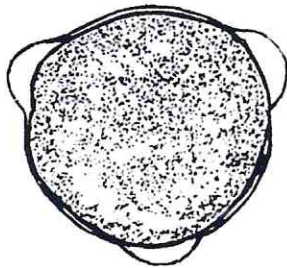
Bien que toutes les tailles intermédiaires existent entre ces extrêmes, un très grand nombre de grains de pollen ont une taille de l'ordre de 20 à  $50 \mu$ .



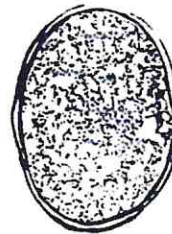
GRAIN ANISOPOLAIRE  
(*Echium vulgare*)



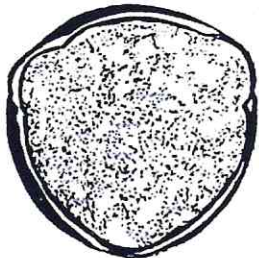
GRAIN SUBTRIANGULAIRE  
(*Rhamnus*)



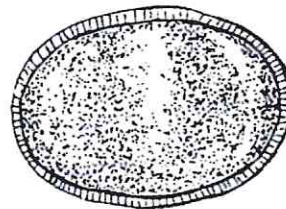
GRAIN CIRCULAIRE  
(*Vicia*)



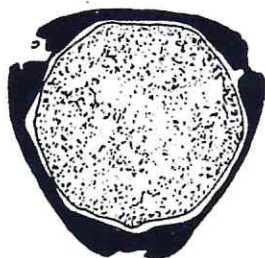
GRAIN PROLATE  
(*Vicia*)



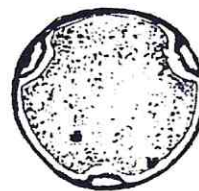
GRAIN SUBCIRCULAIRE  
(*Acer*)



GRAIN OBLATE  
(*Salvia*)



GRAIN TRIANGULAIRE  
(*Eucalyptus*)



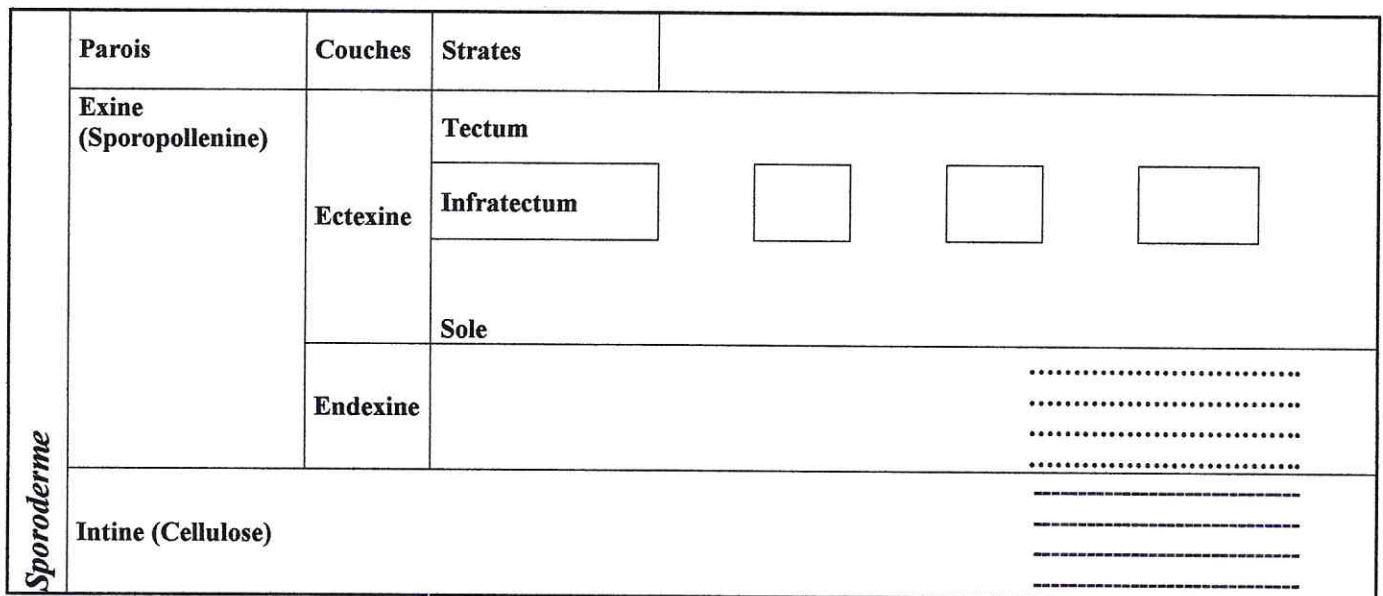
GRAIN SPHERIQUE OU  
SUBSPHERIQUE  
(*Jasione*)

Fig.1 : Les différentes formes de grains de pollen

### III. 2.3 Structure

Comme il a été déjà dit au début, le pollen comporte deux couches concentriques : à l'intérieur, l'intine qui disparaît rapidement à la mort du contenu cellulaire et à l'extérieur, l'exine qui est un des matériaux les plus résistants du monde organique et qui constitue le matériel d'étude du palynologue (A.PONS, 1958).

Selon J.RENAULT et al (1992), l'exine se dédouble en une ectexine et une endexine. L'ectexine elle-même peut présenter plusieurs strates à la faveur d'excroissances, les columelles, qui délimitent alors un tectum et un infratectum sur une sole.



**Fig.2 :** Coupe Théorique à travers le sporoderme d'un grain de pollen (J RENAULT et al, 1992)

### III. 2.4 Sculpture

L'exine, quand elle n'est pas lisse, garnie d'éléments en relief plus ou moins développés qui sont à l'origine de l'ornementation. De petits points irrégulièrement répartis constituent une exine psilée. De très légères ondulations dont l'ampleur est inférieure à un micron dessinent une exine scabre. Quant les ornements dépassent cette taille, elles donnent l'image d'une exine à épines (échinulée) à gemmules (gemmaulée), à verrues (verruquée), à clavules (clavulée), à bacules (baculée) et à réseau (réticulée) (Fig. 3 et 4).

De tels caractères sont rencontrés chez les grains de Pollens entomophiles. Les abeilles peuvent s'accrocher à ces pollens grâce à leur structure rugueuse ornementée de toutes sortes d'aspérités ou grâce à une couche huileuse et collante qui recouvre certains grains. De tels grains peuvent être transportés sur d'autres fleurs (B.DANY, 1983).

Selon le même auteur, pour les plantes anémophiles (Epicea, Noisetier) présentant une structure extérieure lisse et sèche, le vent est le moyen principal de transport de leurs grains.

### **III. 2.5 Apertures**

L'exine est le plus souvent percée d'ouvertures ou apertures de forme et en nombre variables, destinées à laisser germer et s'accroître le tube pollinique qui ira féconder l'ovule d'une fleur et assurera la formation d'une graine. La disposition et la morphologie des apertures sont prés déterminés dans les tétrades.

Chez les Gymnospermes et les Angiospermes mono cotylédons, l'aperture, quand elle existe est distale. Mais les autres pollens d'Angiospermes peuvent présenter plusieurs apertures, situées dans le plan équatorial ou réparties sur toute la surface du grain.

Certaines apertures se présentent sous forme de pores arrondis, d'autres allongées en fuseau dessinent des sillons ou colpus, parfois pores et sillons sont associés (le pollen est dit colpore) et dans ce cas, les pores sont presque toujours situés à l'intérieur et au milieu des sillons.

Les pollens dépourvus d'apertures sont dits inaperturés (J.RENAULT et al, 1992).

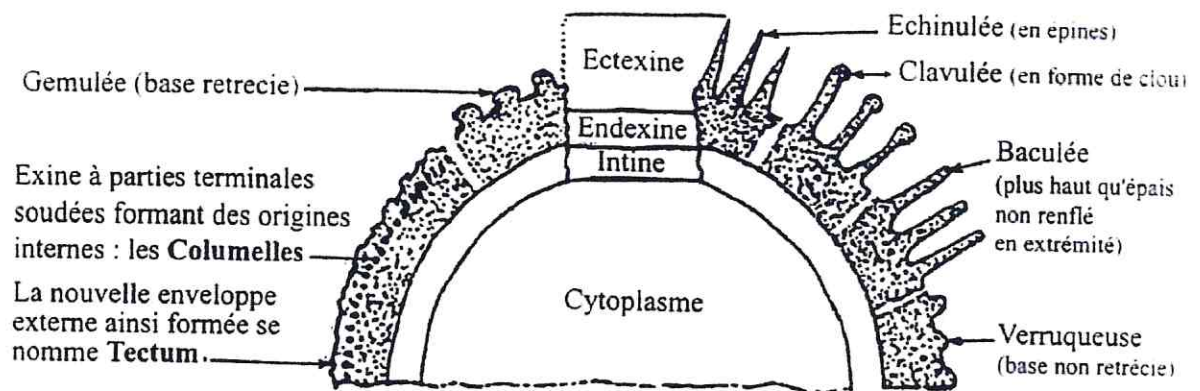


Fig 3 : Coupe schématique d'un grain de pollen avec indication des principales structures de l'exine d'après la forme de ses protubérances. (F. JEANNE, 1983)

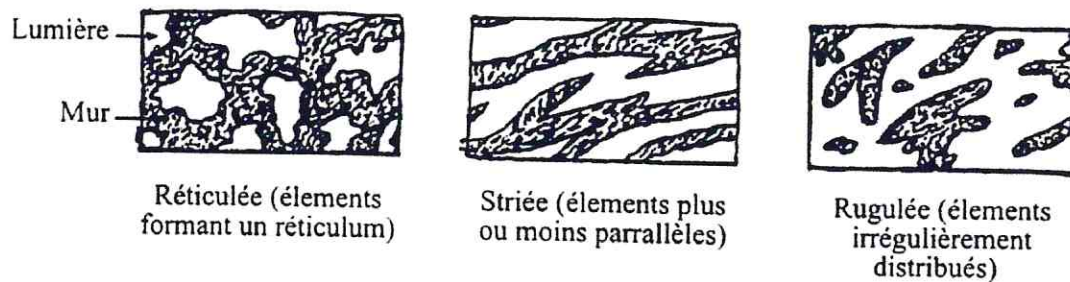


Fig 4 : Principaux aspects de l'exine à sculptures peu profondes ( $> 1 \mu\text{m}$ ) (F. JEANNE, 1983)

### **III. 2.6 Coloration**

La coloration du pollen a aussi son importance, elle est considérée comme un caractère très significatif. Elle ne peut cependant être observée correctement que sur des pollens frais (elle est particulièrement fragile à la lumière).

Contrairement à la forme, à la taille et la sculpture de l'exine qui sont pratiquement immuables, la coloration peut varier quelque peu pour une plante donnée (tout en restant de la même teinte).

### **III. 3 Les Grands types de Pollen**

Les traits de structure et de sculpture de l'exine, la forme et la taille du grain, la structure des apertures varient selon les espèces végétales ; ces caractères serviront donc à distinguer des pollens de plantes proches parentes.

Au contraire, le nombre, la position et la combinaison des apertures sont caractéristiques d'un ensemble d'espèces.

A.PONS (1985) détermine les types de pollen en se basant sur les caractères des apertures.

Selon le même auteur, ce terme n'est utilisé que si un ensemble de caractères morphologiques communs à toutes les espèces d'un certain nombre de genres est rassemblé (Tableau 7 et Fig. 5).

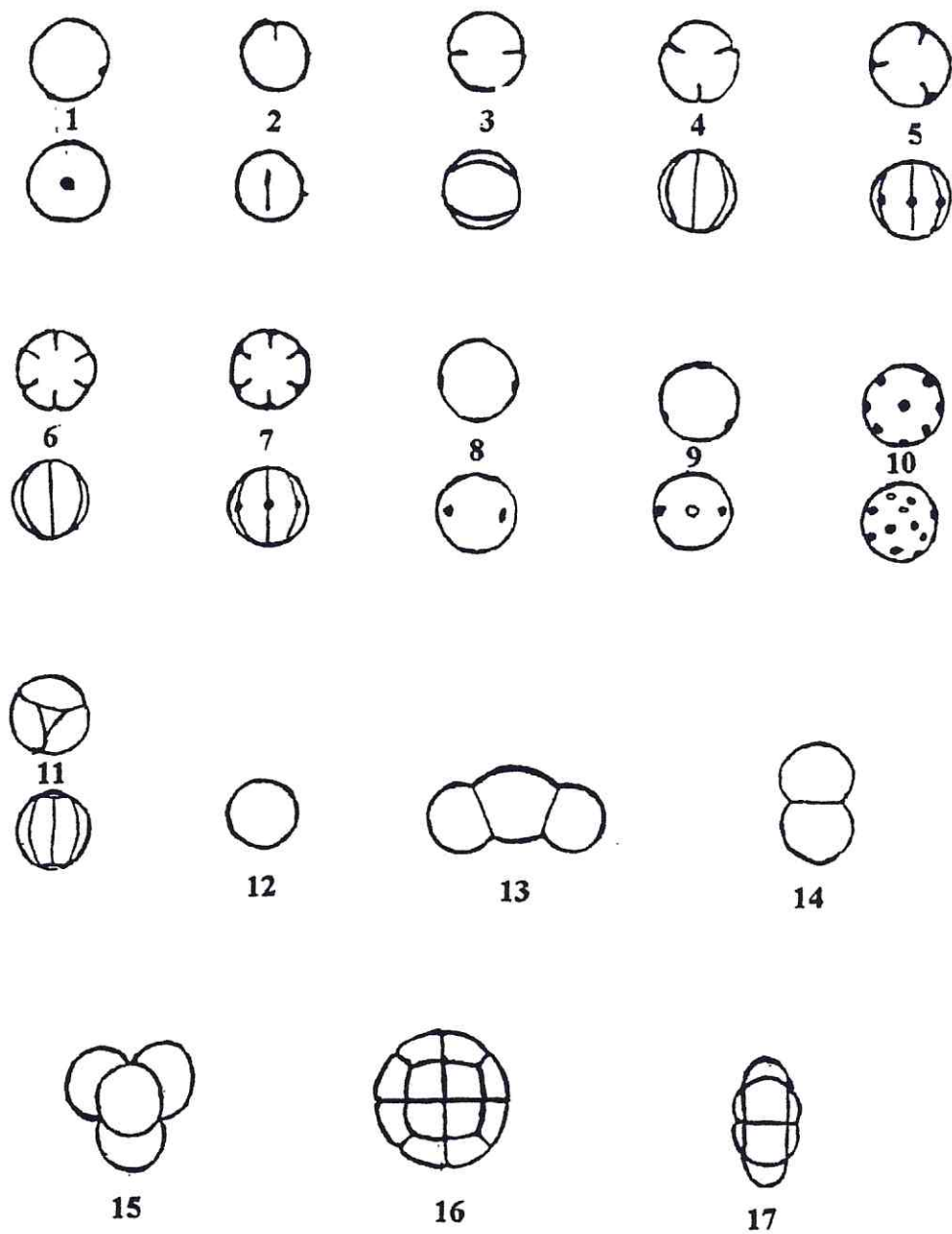


**Tableau 7 : Les grands types de pollen (A. PONS, 1958).**

<b>Types de pollen</b>	<b>Particularités</b>	<b>Exemple</b>
Pollen monoporé 1 (1 seul pore)	-Grain à large pore avec opercule (peu distinct), à exine diversement ornementée. -Grain à petit pore annelé	-Nymphéacée -Graminée
Pollen monocolpé 2 (un seul sillon)	-grain à un sillon à exine finement réticulée	-Liliacée
Pollen dicolpé 3 (deux sillons)	-Exine columellée	-Tamus
Pollen tricolpé 4 (trois sillons)	-Exine épaisse à fines columelles -Exine épaisse & scabre verruquée -Exine épaisse & réticulée	-Convolvulacée -fagacée (Quercus) -Papavéracée (papaver) -Oléacée (lingustrum) -Crucifère
Pollen tricolporé 5 (3 sillons méridiens)	-Grains à 3 sillons au milieu desquels s'ouvrent des pores :  ●A exine psilée ou scabre  ●A exine épaisse, columelée Microéchinulée  ●A exine striée, rugulée  ●A exine largement réticulée  ●A exine moyennement réticulée  ●A exine finement réticulée	-Ombellifères -Composée (Centraurea, cyanus) -composée (Artémisia) -Rosacée -Légumineuse (Trifolium) -Oléacée (Olea) -Cistacée (Cistus)
Pollen stéphanocolpé 6 (Plus de 3 sillons méridiens)	-Grain à 6 sillons équatoriaux & à exine réticulée	-Labiataée (Thymus, lavendula).
Pollen stéphanocolporé 7 (Plus de trois sillons méridiens)	-Grains à plusieurs sillons équatoriaux au milieu desquels s'ouvre des pores : .8 sillons & 8 pores. .6 sillons & 6 pores. .4 sillons & 4 pores.	-Symphytum -Sanguisorba -Pulmonaria
Pollen diporé 8 (2 pores)	-Grains à 2 pores à exines réticulée	-Cochicum
Pollen triporé 9 (3 pores)	-Gros grains (> 25um) à exine épineuse -Petit grains (< 20um) .à exine psilée scabre ou granulée .à exine légèrement échinulée	-Campanula -Moracée (ficus) -Coriaria

(Tableau7 : suite)

Type de pollen	Particularités	Exemples
Pollen periporé <b>10</b> (certains pores éloignes de l'équateur)	-Grains à plusieurs pores répartis sur toute la surface du grain. <ul style="list-style-type: none"><li>• à exine verruquée.</li><li>• à exine échinulée.</li><li>• à exine psilée ou scabre, plus de 50 pores répartis sur toute la surface du grain</li></ul>	-Plantaginacée (plantago) -Malviacée (malvia) -Chénopodiacée
Pollen syncolpé <b>11</b> (Sillons fusionnés en spirales. Anneau).	-Grain à sillons irrégulièrement répartis en se fusionnant. <ul style="list-style-type: none"><li>• Grains à sillons méridiens étroits associés à des sillons transverses</li></ul>	Myrtus
Pollen inaperturé <b>12</b> (Aucune aperture)	-Avec une exine à papille bien marquée -Avec une exine sans papille <ul style="list-style-type: none"><li>• Grain présentant des lacunes dont l'une à l'aspect d'un pore rudimentaire placé dans l'extrémité élargie d'un grain de forme ovoïde</li></ul>	-Taxodiacée (séquoia)  -Cypéracée
Pollen à ballonnet <b>13</b>	-2 Ballonnets	Picea
Dyade <b>14</b>	-Les grains de pollen restent groupés par deux -Grain inaperturé à exine réticulée	Scheuchzeria
Tétrade <b>15</b>	-Les grains de pollen restent groupés par quatre <ul style="list-style-type: none"><li>• Chaque grain ayant 1 pore de 6 um de large ou 2 apertures &amp; une exine réticulée.</li><li>• Chaque grain étant tricolpé ou tricolporé &amp; à exine psilée : irrégulièrement scabre ou verruquée</li></ul>	-Orchidacée  -Ericacée
Polyade <b>16 et 17</b>	-Les tétrades restent groupées par quatre : <ul style="list-style-type: none"><li>• Les apertures de chaque grain sont simples (pores) ou extrêmement complexes (avec pores &amp; sillons diversement organisés)</li><li>• L'exine peut être simple ou tectée, le tectum étant souvent perforé.</li></ul>	-Acacia



**Fig 5 :** Représentation schématique des grands TYPES DE POLLENS  
 (J. LOUVEAUX, 1977).  
 Au dessus : VUE EQUATORIALE.  
 Au dessous : VUE POLAIRE

#### **IV- Les Méthodes utilisées en Méliko-palynologie**

Depuis les travaux fondamentaux de ZANDER (1935, 1937, 1941,1949 et 1951), un grand nombre d'examen microscopiques de miels ont été faits dans beaucoup de pays Européens ou non. L'expérience ainsi acquise, rend souhaitable de donner une nouvelle version des méthodes d'analyse pollinique des miels publiées par la commission Internationale de Botanique Apicole de L'Union Internationale des Sciences Biologiques UISB (1962-1963) in J.LOUVEAUX, A.MAURIZIO et G.VORWOHL (1970).

Le principe de ces méthodes repose sur le fait que tous les miels naturels contiennent en suspension avant et après leur extraction des constitués figurés microscopiques dont les plus importants sont les grains de pollen provenant des fleurs que l'abeille à visiter pour récolter du nectar.

En Outre les grains de pollen, les miels naturels peuvent contenir en très faibles quantités : des spores de champignons, des algues microscopiques, des levures, des grains d'amidon, des fragments d'insectes et des poussières atmosphériques.

Par centrifugation d'une solution de miel dans l'eau, les éléments figurés peuvent être concentrés dans un très faible volume pour en confectionner des préparations dont l'examen sous microscope apporte les informations sur son origine botanique, son origine géographique, son mode d'extraction, sa souillure éventuelle par des matières insolubles dans l'eau, son état de conservation et son degré de filtration.

L'identification des pollens, des spores de champignons et autres éléments figurés d'origine végétale renseigne sur l'origine botanique et géographique du miel.

La mesure ou la simple estimation du volume de culot de centrifugation permet d'obtenir des informations sur le mode d'extraction et le degré de filtration du miel.

L'abondance relative aux levures renseigne sur l'état de conservation du miel.

L'abondance relative aux poussières atmosphériques, des particules minérales, des fragments d'insectes ou des grains d'amidon renseigne sur la pureté du miel (Anonyme, 1977).

## IV.1 Méthode Classique

La Technique d'extraction et de montage des pollens a été codifiée par la Commission Internationale de Botanique Apicole sous la forme suivante :

10 g de miel sont mis en solution dans l'eau chaude ( $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ) et centrifugé à 3000 tours/minutes pendant 10 minutes. Le culot de centrifugation est prélevé, déposé sur lame, séché, inclus dans la glycérine gélatinée et recouvert d'une lamelle. Après solidification complète du milieu, la préparation est lutée au baume de Canada (MAURIZIO, LOUVEAUX, 1960, LOUVEAUX, MAURIZIO et VORWHOL, 1970).

Ces mêmes auteurs recommandent, pour les miels riches en colloïdes, de centrifuger non pas dans l'eau distillée mais dans l'eau acidulée (5 g d'acide sulfurique par litre d'eau distillée) afin de permettre la dissolution d'une grande partie de ces colloïdes. Le culot doit être rincé à l'eau distillée par une nouvelle centrifugation pour éliminer l'acide qui pourra se concentrer dangereusement lors du séchage du frottis.

Une autre méthode préconisée par J.LOUVEAUX, A.MAUZIRIO, VORWOHL (1970), P.M.LUTTIER et B.E.VAISSIERE (1993) consiste à l'élimination de la plus grande partie des colloïdes ainsi que des petites particules qui gênent l'observation des grains de pollens par la filtration du sédiment mis en suspension dans l'eau sur un filtre Millipore de porosité 3 ou 5  $\mu$ . Le pollen restant sur le filtre est lavé, filtré puis le sédiment est incluse comme il a été décrit plus haut.

Bien que ces techniques donnent satisfaction dans presque tous les cas, il semble que de nouveaux progrès soient possibles. En effet, d'après J.LOUVEAUX (1968 a), les préparations obtenues présentent très souvent deux défauts : elles manquent de clarté, ce qui rend plus difficiles les observations, et elles se conservent mal.

## IV.2 Méthode d'acétolyse

Jusqu'en 1970, la Commission Internationale de Botanique Apicole de L'U.I.S.B, ne mentionne pas l'acétolyse du miel parmi les méthodes de méliisopalynologie.

En 1967, VORWHOL exclut l'acétolyse des méthodes d'analyse du miel comme prenant trop de temps et provoquant la destruction d'éléments figurés accessoires tels que les algues, levures, morceaux d'insectes intéressants pour l'étude du miel (GADBIN, 1979).

Les arguments de VORWHOL demeurent valables pour l'étude des divers composants du miel, mais en mélikso-Palynologie plusieurs faits ont rendu nécessaire l'application des méthodes de traitement acétolytique mises au point par ERDTMAN (1963, 1943, 1952 et 1960).

L'acétolyse seule, permet par la clarification des structures de la paroi pollinique qu'elle opère, une observation assez fine permettant la détermination des formes polliniques et l'identification des taxons inconnus et douteux (GADBIN, 1979 et Y.LOUBLIER, 1994). Ce type de traitement permet une bonne conservation des préparations (S.IWANA, 1979).

La méthode de l'acétolyse peut se schématiser ainsi :

- Déshydratation du matériel par l'acide acétique pur.
- Traitement au Bain-marie du matériel dans un mélange des parties D'anhydride acétique et d'une partie d'acide sulfurique.
- Lavage multiple par centrifugation.

## **V. Les Problèmes posés en Mélikso-Palynologie**

L'analyse pollinique utilisée dans la détermination de l'origine botanique des miels présente un grand nombre de problèmes théoriques ou pratiques. Le premier de ces problèmes est celui de l'origine même du pollen contenu dans le miel. Il convient de savoir qu'elles sont les voies qu'il suit pour y parvenir ; Le second consiste aux variations de la richesse en pollen des miels et leurs causes (J.LOUVEAUX, 1968a). Parmi les problèmes majeurs, celui de la sur ou sous représentation du pollen et celui des corrélations entre le spectre pollinique, les propriétés organoleptiques et physico-chimiques des miels (anonyme, 1964).

### **V.1 Origine du pollen présent dans les Miels**

La Présence des grains de pollen dans le miel en plus ou moins grande quantité est un phénomène remarquablement constant. Pratiquement il n'existe pas de miels naturels dépourvus de pollen (LOUVEAUX, 1968 a).

Ces grains de pollens existent déjà dans les matières premières d'où le miel provient : nectar, miellat, ou bien y pénètre pendant le processus de maturation dans la ruche et pendant l'extraction par l'apiculteur.

Lorsqu'elle visite la fleur, l'abeille se trouve en contact, non seulement avec le nectaire, mais avec la plupart des pièces florales et notamment les anthères.

Il en résulte qu'une partie du pollen mûre tombée dans le nectar est recueillie par l'abeille dans son jabot ; parvient dans la masse du miel contenu dans les rayons et, finalement reste présent dans le miel récolté.

De même l'origine du nectar est précisée par la nature des grains de pollen en provenance des fleurs.

Le miellat peut être identifié par des algues vertes microscopiques et par desserres de fumagines qui appartiennent à la flore de la surface des organes foliaires des plantes productrices de miellat (J. LOUVEAUX, 1977 et A.MAURIZIO, 1979b).

En dehors de ce chemin direct, les grains de pollen peuvent pénétrer par des voies secondaires dans ce miel. Ainsi par exemple, de nombreux grains de pollen restent adhérents à la pilosité de l'abeille butineuse, peuvent ensuite tomber accidentellement dans les cellules à miel (J.LOUVEAUX, 1968 a, 1977). Ceci explique au moins en partie, la présence dans les miels de pollens provenant de plantes dépourvues de nectaires (papaver, Cistus, Helianthemum). (J.LOUVEAUX, 1968 a).

Une autre possibilité de pollution secondaire est constituée par la chute de grains de pollen atmosphériques sur les nectaires ouverts à l'air libre ou dans les gouttelettes de miellat qui constituent des pièges gluants à la surface des feuilles ou des aiguilles.

Il s'agit alors essentiellement de pollens de plantes anémophiles dont la présence dans certains miels est caractéristique de la présence de miellat.

Enfin, le pollen peut avoir été introduit par l'apiculteur au cours de l'extraction du miel. Le cas se produit surtout lorsque des moyens primitifs tels que le pressage (miel de presse) sont utilisés pour la récolte ou lorsque le miel est extrait par centrifugation à partir des rayons riches en cellules à pollens (J.LOUVEAUX, 1977 et A.MAURIZIO, 1979 b).

## **V.2 Variation de la richesse en pollen des miels**

Il est très important de savoir dans quelles limites la teneur absolue en pollen des miels est susceptible de varier. Cette teneur n'est pas fixe, elle dépend de la structure et la biologie florale des différentes espèces, des conditions de la sécrétion nectarifère, du travail de l'abeille et aussi du mode d'extraction.

## V.2.1 Structure et biologie florale des différentes espèces

La quantité de pollen produite par la fleur (male ou hermaphrodite) est très différente d'une espèce à l'autre, cela tient au nombre d'étamines très variables, au nombre de sacs polliniques que porte celle-ci et au volume de ses sacs. Ainsi par exemple, sont très productifs les hélianthèmes, les cistes et les coquelicots dont les fleurs ont des étamines nombreuses et des sacs polliniques bien développés, le sont également beaucoup les mimosas dont les sacs polliniques sont peut être plus petits mais dont chaque fleur est pratiquement une boule d'étamines (E.RABIET, 1986).

Il est souhaitable que les plantes donnent le maximum de pollen. Les fleurs de romarin (*Rosmarinus Officinale*) produisent relativement beaucoup de pollen, mais une grande partie de cette matière reste sur le dos de l'abeille. Celles des cultivars ornementaux du veigelia (ou Diervilla) en produisent de façon convenable ; mais le plus souvent l'abeille absorbe le nectar par des trous de bourdons situés sur le coté de la corolle et n'en ramasse donc pas (RABIET, 1984).

La fleur du laiteron (*Asclepias*) offre seulement du nectar et pas de pollen aux insectes visiteurs, le pollen est formé dans de larges pollinies cirée et n'est pas accessible à la plupart des insectes consommateurs de nectar (E.SOUTHWICK, 1993).

Les fleurs de myosotis ne fournissent que de faibles quantités de nectar, lorsque les abeilles visitent les fleurs dont les tubes sont particulièrement étroites, elles font tomber dans le nectar à peu près tout le pollen présent dans les anthères.

La plupart des fleurs ne produisent un pollen ou du nectar ou les deux à la fois qu'à certaines heures ou certains moments de la journée. Selon A.MAURIZIO et J.LOUVEAUX (1960), la moutarde sauvage (*Sinapis arvensis*) est classée parmi les plantes dont les étamines s'ouvrent le matin de bonne heure. Bien que le pollen soit accessible aux abeilles de 8 heures à 18 heures, le maximum de l'offre de pollen (82.5%) se place à 8heures. La ravenelle (*Raphanus raphanistrum*) est classée parmi les plantes dont les étamines s'ouvrent le matin de bonne heure, leur pollen est accessible aux abeilles de 8h a 17h avec un maximum (45.5%) à 8h. L'ouverture des anthères du marronnier d'Inde (*d'Aesculus hippocastanum*) a lieu principalement le matin (20%) à 5h, mais le pollen reste disponible.



Les nectaires, qui peuvent se trouver en de nombreux endroits des fleurs, sont habituellement près de la base des étamines. Selon la structure des pièces florales, ils peuvent être soit découverts comme chez les rosacées, ces derniers montrent des pétales bien étalés au milieu desquelles le nectar est facilement recueilli ; soit abrités tel le trèfle rouge dans ce cas l'abeille éprouve une certaine difficulté pour en sucer le nectar car elle ne parvient pas à faire correctement pénétrer sa trompe dans le calice qui est très profond surtout lors de la première floraison (RABIET, 1984).

### V.2.2 Conditions de Sécrétion nectarifère

Comme nous l'avons vu, les différents genres de fleurs sécrètent des types différents de nectars dont la concentration moyenne est elle-même variable.

L'accessibilité et la concentration ont de l'importance pour l'attraction des abeilles. Ils peuvent même entrer en concurrence pour la pollinisation.

T. Hooper (1980) cite pour exemple le pommier qui produit un nectar contenant 25% de sucre n'intéressant pas les abeilles du moment qu'il y a à proximité un champ de choux dont les fleurs sécrètent du nectar à 50% de sucre. Dans ce cas, le type de sucre rend également les choux plus attractifs pour l'abeille domestique.

Selon plusieurs chercheurs, c'est la quantité des sucres contenus dans le nectar qui compte puisque ce sont eux qui font le miel ; en effet, les nectars sont plus ou moins riches en sucres, plus ou moins aqueux ; les meilleurs paraissent de prime abord les plus denses, c'est pourquoi aujourd'hui **l'indice absolu de sucre** ou la quantité de sucre produite par la fleur est calculé (RABIET, 1984) (Tableau 8).

P.PESSON (1984) cite d'autres conditions primordiales assurant la constance et la régularité des rapports entre la fleur et sa pollinisateur et la présence dans la fleur d'un élément recherché par le pollinisateur, le plus souvent une ressource alimentaire : pollen, nectar. Des conditions favorables à la découverte et à l'exploitation de ces ressources s'y ajoutent : odeur, couleur, jouant comme stimuli attractifs et facteurs de conditionnement : morphologie florale permettant l'accès aux ressources exploitables, pollen adhésif, souvent huileux, parfois aggloméré en masse, apte à se fixer sur le corps du pollinisateur (par opposition au pollen pulvérulent et sec des fleurs anémogames).

Selon le même auteur, un synchronisme physiologique existe entre l'anthère (maturité des anthères, libération du pollen, réceptivité du stigmate) et la sécrétion des substances odorantes attractives ou du nectar.

R.RABIET (1984) précise que la détermination de **plantes mellifères** englobe plusieurs expressions c'est pourquoi, il faut préciser celle-ci, à savoir :

**Tableau 8** : «Indice absolue de sucre» des différentes plantes  
(En milligrammes du sucre produit par fleur et par 24 heures) (A. MAURIZIO, 1979 a).

Espèces	Indice absolu Du sucre	Auteurs
<b>-borraginacées</b>		
<i>Borrago officinalis</i>	1.30 1.10 0.20-4.9	Beutler(1930) Boetius(1948) Demianowicz et al (1960)
<i>Cynoglossum officinale</i>	0.38-1.3	Demianowicz et al (1963)
<i>Echium vulgare</i>	1.64 0.09-1.3	Boetius(1948) Demianowicz et al (1960)
<b>-Composées</b>		
<i>Centaurea jacea</i>	0,46 - 6,1	BOETIUS (1948) DEMIANOWICZ et HL YN (1960) BEUTLER et SCHONTAG (1940) FAHN (1948)
<i>Helianthus annuus</i>	0,12 0,30 0.12	
<b>-Crucifères</b>		
<i>Brassica napus. var.oleifera</i>	0,79 0,50 0,4 - 0,8 0,03 - 2,1 0,53	
<i>Sinapis alba</i>	0,4 0,07 - 0,2	BOETIUS (1948) DEMIANOWICZ et al (1960)
<i>Raphanus raphanistrum</i>	0,04 - 0,56	DEMIANOWICZ et al (1963)
<b>- Ericacée</b>		
<i>Calluna vulgaris</i>	0,12	BOETIUS (1948)
<b>-Labiates</b>		
<i>Lavandula spica</i>		
<i>Lav.spica x Lav.</i>	0,26	BOETIUS (1948)
<i>Latifolia rnedicus</i>	0,09	KROPACOVA (1968)

<i>Salvia officinalis</i>	0,23 - 1,0 0,30 - 3,30 0,37 - 1,56	BARBIER (1963) DEMIANOWICZ et al (1960) JABLONSKI (1968)
<b>- Légumineuses</b> (Tableau 8 suite)		
<i>Melilotus alba</i>	0,0010 - 0,06	DEMIANOWICZ et al (1963)
<i>Melilotus officinalis</i>	0,0005 - 0,004	DEMIANOWICZ et al (1963)
<i>Robinia pseudoacocia</i>	0,2200 - 2,3 1,36	DEMIANOWICZ et al (1960) HARAGSIM (1974)
<i>Trifolium hybridum</i>	0,01	MAURIZIO (1954)
<i>Trifolium repens</i>	0,14 0,04 0,02 - 0,10 0,012	BOETIUS (1948) BEUTLER et SCHONT AG (1940) DEMIANOWICZ et al (1960) MAURIZIO (1954)
<b>- Rosacées</b>		
<i>Prunus armeniaca</i>	0,31 - 0,84	EWERT (1940)
<i>Prunus domestica</i>	0,13-1,47 0,25	EWERT (1940) FAHN (1949)
<i>Prunus persica</i>	0,54 - 1,38	EWERT (1940)
<i>Pyrus communis</i>	0,09 0,30 0,05 - 0,16 0,16	BOETIUS (1948) BEUTLER et SCHONT AG (1940) EWERT (1940) FAHN (1949)
<i>Rubus idaeus</i>	3,80 1,00 0,18-1,13 1,8 - 8,1	BOETIUS (1948) BEUTLER et SCHONT AG (1940) EWERT (1940) BEUTLER et SCHONTAG (1940)

- **Plantes apicoles** : sont toutes les plantes intéressantes pour l'abeille et de ce fait pour l'apiculteur parce qu'elles sont exploitées par les abeilles, soit pour le nectar, soit pour le pollen, soit pour le miellat ou même pour la propolis.
- **Plantes nectarifères** : sont celles qui produisent du nectar grâce à des organes spéciaux, les nectaires.
- **Plantes pollinifères** : ce sont celles qui fournissent du pollen aux abeilles.

Si l'on veut apprécier correctement l'intérêt d'une plante quelconque pour les abeilles, il convient toujours de prendre en compte la totalité des produits qu'elle fournit (J.LOUVEAUX, 1980).

Certaines espèces donnent beaucoup de nectar et relativement peu de pollen telles la lavande et le romarin. D'autres, au contraire par exemple le coquelicot (*papaver rhoeas*) et les cistes donnent une masse impressionnante de pollen et pas de nectar. D'autres encore peuvent donner le nectar et le pollen simultanément.

Le peuplier (*populus sp.*) qui ne produit pas de nectar et probablement pas de miellat de façon significative, est pourtant une plante importante pour les abeilles car il leur offre en abondance de la propolis.

Ces exemples permettent d'affirmer que l'abeille exploite rationnellement et systématiquement une fleur bien précise, d'où une coopération bénéfique entre les abeilles et les plantes (SIGNORINI, 1978).

En résumé, les plantes mellifères les plus importantes sont celles qui ont une productivité nectarifère élevée et régulière ; toutefois entre autres les conditions atmosphériques et la nature du terrain peuvent bien entendu, influencer. Elles aussi, sur la sécrétion nectarifère (voir **Tableau 2**). Il en est de même pour la production du pollen. Au pire, nectar et pollen peuvent être inexistantes selon E.RABIET (1984).

Le **Tableau 9** donne le potentiel mellifère de quelques espèces florales dans les conditions optimales de croissance et un affouragement très intense (les abeilles sont supposées récolter tout le nectar sécrété). Ce potentiel mellifère est la quantité maximale du miel (en kilogramme) qu'on peut obtenir au cours d'une saison par hectare du terrain (E.CRANE, 1979 b).

**Tableau 9 :** Potentiel mellifère de quelques espèces florales (E. CRANE. 1979 b).

Espèce	Classe					
	1	2	3	4	5	6
<b>Borraginacées</b>						
Borrigo officinalis				X		
Echium vulgare						X
<b>„ Composées</b>						
Centauria cyanus			X			
Helianthus annuus		X				
<b>„ Crucifères</b>						
Brassica napus.var.oleifera				X	X	
Sinapis arvensis				X	X	
Raphanus raphanistrum		X				
<b>„ Légumineuses</b>						
Mélilots officinalis				X		
Robinia pseudoacacia						X
Trifolium repens			X			
<b>„ Malvacées</b>						
Lavatera trimestris			X			
Malva sylvestris		X				
<b>Rosacées</b>						
Prunus armeniaca						
Prunus domestica	X					
Pyrus communis	X					
Rubus idaeus	X					
<b>Ombellifères</b>			X			
Coriandrum sativum					X	
Heracleum sphondylium				X		

„ **Malvacées** Classe 1 : 0-25 kg/hectare    Classe 2 : 26-50 kg/hectare    Classe 3 : 51-100 kg/hectare  
 Classe 4 : 101-200 kg/hectare    Classe 5 : 201-500 kg/hectare    Classe 6 : plus de 500 kg/hectare

### V.2.3 Travail de l'abeille

En butinant, l'abeille puise un nectar auquel se trouvent mélangés les grains de pollen en nombre plus ou moins considérable.

Les variations de la richesse en pollen du nectar dépendent de l'espèce végétale et du travail de l'abeille.

Selon J .LOUVEAUX (1968 a) et A.MAURIZIO (1979 b), le nombre des grains de pollen présent dans le miel ne correspond pas à celui du nectar.

TODD et V ANSELL (1942) rapportent que le **proventricule** de l'abeille agit rapidement sur la teneur en pollen dans le sens d'un appauvrissement.

MAURIZIO (1949) a montré que l'action du proventricule n'est pas susceptible de modifier le spectre pollinique des miels.

TODD et V ANSELL (1942) et MAURIZIO (1949) sont d'accord pour estimer que le passage du nectar par le jabot a une action de **nivellement**, de telle sorte que le miel entreposé finit toujours par avoir une teneur en pollen moyenne qui est moins variable que la teneur en pollen des différents nectars (LOUVEAUX. 1968 a), (Fig. 6 et 7).

#### **V.2.4 Influence du mode d'extraction :**

En ce qui concerne l'influence du mode d'extraction, J.LOUVEAUX, A.MAURIZIO et G.WORWOHL (1970) constatent que les miels d'extracteurs centrifuges contiennent peu de sédiment.

Dans la plupart des cas, 10g de miel donnent 1,5 à 3,5  $\mu$ l. Un sédiment de plus de plus de 10 $\mu$ l prouve qu'on est en présence d'un miel **égoutté ou pressé** à moins qu'il ne s'agisse d'un enrichissement du sédiment par des corps étrangers au miel (farine, succédanés de pollen, poussières, levures).

Selon J.LOUVEAUX (1968 a), la variation du volume du sédiment est plus faible, Que celle du nombre de grains, ce qui s'explique facilement par le fait que la taille des grains de pollen varie en gros de moins de 10  $\mu$  l à plus de 60  $\mu$  l; un même volume de pollen peut donc représenter un nombre de grains très différent selon les espèces végétales considérées.

La détermination du nombre de grains de pollen par unité de poids de miel constitue une méthode plus précise, ainsi MAURIZIO (1939, 1949) classe les miels en cinq classes de richesse en pollen :

Class I : moins de 2000 grains par gramme.

Class II : de 2000 à 10 000 grains par gramme.

Class III : de 10 000 à 50 000 grains par gramme.

Class IV : de 50 000 à 100 000 grains par gramme.

Classe V : plus de 100 000 grains par gramme.

Les miels monofloraux pauvres en pollen (miels de Robinier, lavandin (*lavandula vera x L.latifolia*), *Tilia sp*, *Salivallia sp*, *Trifoluim pratense*, *citrus*) appartiennent à la classe I.

La plupart des miels de fleurs et des miels de fleurs mélangés au miellat appartiennent à la classe II.

Dans la classe III, se trouvent les miels de miellat purs et les miels de fleurs riches en pollen (Myosotis, Castanea, Cynoglossum officinale).

La classe IV contient surtout des miels de fleurs riches en pollen et une partie des miels de presse. Au groupe V, appartiennent seulement encore les miels de presse riches en pollen (J. LOUVEAUX, A. MAURIZIO, G. VORWOHI, 1970 et A. MAURIZIO, 1979b)

Selon J. LOUVEAUX (1968a), les miels d'extracteurs ont une teneur en pollen qui est comprise entre 2000 et 10000 grains par grammes (classe.II).

Les miels à teneur en pollen anormal (trop forte ou trop faible) ne peuvent plus donner lieu à une interprétation valable du spectre pollinique dans la mesure où on recherche l'origine florale du miel, sauf dans quelques cas précis (J. LOUVEAUX, 1968a).

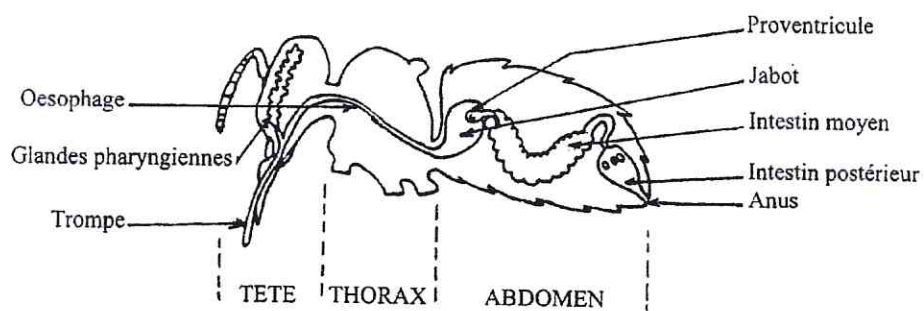


Fig. 6 : Tube digestif de l'abeille (A. MAURIZIO, 1968).

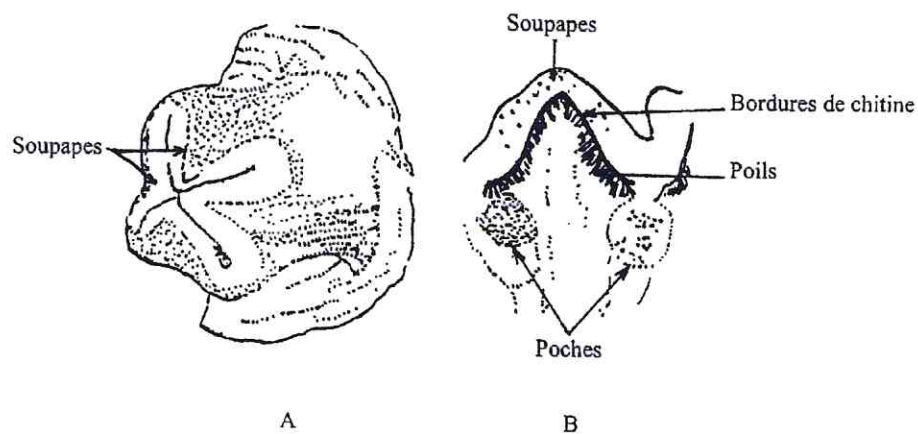


Fig 7 : Proventricule de l'abeille (A.MAURIZIO, 1968)

A: Calice du proventricule

B : Coupe du calice du proventricule montrant les poches remplies de pollen



### V.3 Validité de l'analyse pollinique : sur et sous représentation du pollen

L'analyse pollinique utilisée dans la détermination de l'origine botanique des miels présente de grandes incertitudes, entre autre la sur ou sous représentation.

Les pollens de quelques plantes sont sur-représentés dans les miels correspondants, c'est-à-dire que le pourcentage des pollens trouvés est plus élevé que le pourcentage réel du nectar. Chez d'autres plantes il se produit un phénomène inverse : le pollen se trouve sous-représenté (J. LOUVEAUX, A. MAURIZIO et G. VORWHOL, 1970) ; ainsi, on aboutit à la notion d'un coefficient de correction applicable à chaque plante.

Les pollens sur représentés : Un miel dit unifloral est toujours un miel provenant du butinage des fleurs d'espèces différentes, avec une variété dominante qu'il faudra retrouver à l'analyse pollinique par la présence de plus de 45% des grains de pollen correspondant (J. DARRIGOL ? 1979). Pour les miels de *castanea sativa* et *myosotis* sp, J. LOUVEAUX, A. MAURIZIO, G. VORWHOL (1970) et A. MAURIZIO (1979b) adoptent comme limite de passage dans la classe des pollens dominants le chiffre de 90%. Parmi les pollens sur-représentés, il faut noter encore *cynoglossum* et *mimosa pudica*.

Les pollens sous représentés : la liste suivante est celle des pollens qui, parmi ceux considérés comme sous-représentés, sont pratiquement les plus importants. Lorsque leur fréquence atteint au moins le pourcentage indiqué, le miel en question provient principalement de la source correspondante :

Lavanda spica x lavandula latifolia (lavanin).....	10- 20%
Salvia (espèces d'Europe).....	20- 30%
Robinia.....	30%
Tilia.....	20-30%
Medicago.....	30%

Appartiennent également au groupe des pollens sous représentés *chamaenerion* (syn. *Epilobium*), *cucubitacées* et *Rosmarinus* (Romarin).

Les anthères des fleurs de quelques variétés de citrus sont en général stériles c'est pourquoi il existe des miels de citrus dans lesquels le pollen de citrus n'est représenté qu'avec une fréquence de 10 à 20%.

J. LOUVEAUX, A. MAURIZIO et G. VORWHOL (1970) évoquent aussi l'anomalie des coefficients de représentation chez les plantes qui à côté des nectaires floraux possèdent des nectaires extra-floraux ainsi que chez les plantes dioïque dont le nectar des fleurs femelles est évidemment dépourvu de pollen et enfin chez les plantes dont le pollen n'est pas dispersé mais reste en paquets (pollinies) comme, par exemple, chez de nombreuses orchidacées et asclépiadacées.

Chez les miels dont le sédiment contient une forte proportion de pollen non identifiable, une détermination de l'origine botanique selon les mêmes auteurs n'est possible qu'avec réserve étant donné que le coefficient de représentation des pollens en question n'est pas connu.

Parmi les problèmes théoriques auxquels les méllisso-palynologues ont à faire face, celui des corrélations entre le spectre pollinique et les propriétés organoleptiques et physico-chimiques des miels est probablement l'un des plus embrouillés (Anonyme, 1964).

Quelques miels monofloraux sont caractérisés par propriétés chimiques ou physiques dont la prise en considération peut compléter et étayer l'examen microscopique

Pour miels de Bruyère (Calluna), il existe des procédés simples et faciles à utiliser pour mise en évidence de la thixotropie et de la teneur relativement élevée en protéines. Les miels de miellat sont, entre autres, caractérisés par une conductibilité électrique relativement élevée.

Chez les miels de Robinier et de Tupelo, la teneur élevée en fructose constitue une caractéristique complémentaire (J. LOUVEAUX, A MAURIZIO et G. VORWHOL, 1970)

Citons enfin que certains grains de pollen provenant d'une même fleur et parfois même d'une même anthère présentent des formes différentes. Cela provient de deux causes principales :

1. Le grain de pollen peut se présenter de plusieurs façons sur la platine au microscope. Il y a ce que l'on appelle la vue polaire, c'est-à-dire par les extrémités, et la vue équatoriale, c'est à dire de face : ces deux vues sont entièrement différentes, et il est nécessaire de les connaître toutes les deux au moins.

2. Tous les grains de pollen d'une même fleur ne sont pas tous nécessairement fertiles.

A coté des grains normalement constitués, il s'en trouve d'autres qui sont malformés, plus petits (parfois de moitié), à contour irrégulier et à surface ridée.

La proportion de grains anormaux est très variable, elle est plus élevée chez les plantes vivaces comparées aux plantes annuelles et chez les espèces cultivées comparées aux espèces sauvages (0 à 10% chez l'Eglantier et la ronce sauvage ; 25 à 95% chez le rosier et le framboisier cultivés).

Il est admis actuellement que le polymorphisme existe chez les pollens de la plupart des végétaux. Il est du à plusieurs causes.

- Celui qui est du à des causes accidentelles : traumatismes effets de voisinage dans une tétrade, par exemple.
- Le polymorphisme génétique, très fréquent chez le pommier par exemple, un pollen polyploïde, triploïde, tétraploïde. Au moment de la maturation du pollen, il se forme des grains de forme aberrante ayant des chromosomes en trop.

Le pollen de certains arbres fruitiers et d'un grand nombre de végétaux présente des formes parfois très différentes, bien que provenant d'une même plante, et souvent de la même fleur.

Ce polymorphisme est rencontré chez trois espèces d'Erable : Erable faux-platane, Erable sycomore et Erable champêtre. Les grains sont parfois ronds, anguleux ou plats, dont la grosseur est variable.

Ce phénomène est observé aussi chez les violacées, le pommier du Canada, les cucurbitacées, la Mauve et chez les composées (A. CAILLAS, 1968).

## **Conclusion**

L'analyse quantitative et qualitative d'un miel est donc d'une grande complexité ; liée à des facteurs dont les conséquences sont difficilement mesurables.

Ces facteurs sont la race de l'essaim, son état de santé, la nature du sol et du végétal, les conditions climatiques, le moment de récolte, le mode d'extraction et de conservation.

# **Partie expérimentale**

## Introduction

La méllisso-palynologie a pour objet la détermination de l'origine florale et géographique du miel. En effet, tout miel naturel contient en suspension de nombreux grains de pollen qui, une fois isolés, identifiés et dénombrés permet d'établir un spectre pollinique se prêtant à diverses interprétations (A.MAURIZIO et J.LOUVEAUW, 1960).

Mais il est inexact de croire qu'elle est une science purement descriptive. Attachée exclusivement à répertorier les types de miels et à donner les caractéristiques palynologiques, Car ses possibilités s'étendent aussi bien dans le domaine du contrôle des appellations florales que dans celui de la recherche pure (comportement des butineuses, composition des miels, flore mellifère et phytogéographique).

L'analyse pollinique et donc appelée à rendre de nombreux services à tous ceux qui, de près ou de loin, s'intéressent à ces questions.

Selon LOUVEAUX, une tel étude ne peut être conduite valablement qu'en rassemblant un faisceau de données variées, à savoir de nombreux éléments d'informations d'ordre physico-chimiques et organoleptiques.

C'est dans cette perspective que nous jugeons utile d'utiliser un ensemble de critères, à savoir :

- Propriétés sensorielles tel la couleur, le goût, l'odeur et l'homogénéité.
- Propriétés physico-chimique telle la teneur en eau, la conductibilité électrique, l'acidité, la teneur en matière minérale, la teneur en HMF et la teneur en sucres.
- Propriétés palynologiques, et ceci dans le but de chercher la qualité des miels algériens et de confirmer ou d'infirmer les dénominations florales établies d'après les observations des apiculteurs.

## **I.MATERIELS ET METHODES :**

### **I.1 Choix des échantillons de miel :**

L'étude a porté sur 10 échantillons de miel répartis comme suit :

- 1 échantillon de l'année 2007.
- 8 échantillons de l'année 2006.
- 1 échantillon de l'année 2005.

Le nombre d'échantillons est réparti comme suit :

- 5 échantillons récoltés à partir de quelques ruchers de la willaya de blida.
- 2 échantillons récoltés dans la willaya de Tipaza.
- 2 échantillons à partir d'un rucher de la willaya de Boumerdès.
- 1 échantillon le miel importé d'Arabie Saoudite (Alshifa).

A chaque échantillon, il a été attribué un code désignant :

- L'origine géographique du miel.
- L'origine florale présumée.
- La date de la récolte.
- Le mode d'extraction.

Pour plus de clarté et de simplification dans la présentation du travail, nous avons donné à chaque échantillon un numéro qui sera utilisé tout le long du travail comme il est montré dans le tableau 10.

**Tableau10** : principales informations concernant les miels étudiés.

N° de l'échantillon	Date de récolte	Lieu de récolte	Origine florale présumée	Type d'extraction
1	Juin juillet 2006	(Blida) marraman	Eucalyptus	Electrique
2	Mai 2006	(Blida) marraman	Oranger	Electrique
3	15 Décembre 2006	(Tipaza) Koléa	Néflier	Electrique
4	10 Mai 2006	(Blida) Boufarik	Oranger	Electrique
5	Novembre 2006	(Boumerdès)	Caroubier	Electrique
6	2006	(Blida)	Miel d'agrumes	Electrique
7	Fin juillet 2006	Bordj-mmail (Boumerdès)	Eucalyptus	Electrique
8	5 Mai 2006	(Blida)	Oranger	Electrique
9	Avril 2007	(Tipaza) Douaouda	Miel de toutes fleurs	Electrique
10	Acheté en Novembre 2005	Arabie saoudite	Alshifa	-

## I.2 Analyses physiques :

### I.2.1 Densité

La densité se mesure à l'aide d'un **densimètre** à une température de 20 °c. 40 à 50ml de miels sont introduits dans un flacon à fermeture hermétique et placée en suite dans l'étuve à 20 °c pendant un temps suffisant pour assurer la disparition des cristaux de sucre.

Après homogénéisation, ce miel est déposé rapidement dans une éprouvette dans laquelle est plongé le densimètre dans le but de faire la lecture.

### I.2.2 pH

Le pH (ou potentiel hydrogène ou indice de Sorensen) est défini comme le cologarithme de la concentration en ions  $H^+$  dans une solution. Pour le miel. C'est un indice de la « réactivité acide » du produit.



Le miel est mis en solution à 10 % dans l'eau distillée. Il suffit de plonger la pointe de l'électrode dans le liquide et la valeur du pH s'affiche au potentiomètre au centième d'unité. Le pH-mètre doit être étalonné avant son utilisation à l'aide de solutions tampons du commerce. Ce réglage est effectué avec un tampon de 7 et un tampon de 4.

### **I.3 Analyse chimique**

#### **I.3.1 Détermination de la teneur en eau par réfractométrie**

La teneur en eau des échantillons de miel est réalisée par la mesure de l'indice réfractométrique. Ce dernier varie en fonction de la concentration en matière sèche.

Le miel à analyser doit être parfaitement liquide. Si le produit se présente à l'état cristallisé, il est nécessaire de le refondre avec précaution dans un flacon à fermeture hermétique en étuve ou au bain marie à  $50^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{ c}$ .

Après refroidissement à température ambiante, une goutte de miel est déposée sur la platine du prisme d'un **réfractomètre de type Abbé** à thermomètre incorporé et répartie en couche mince. La lecture est faite à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure. Cette ligne coupe une échelle verticale graduée directement en pourcentage d'humidité dans le miel. La température du prisme est notée.

Si la mesure a été effectuée à une température différente de  $20^{\circ} \text{ c}$ , la lecture doit être corrigée pour ramener l'indice de réfraction à  $20^{\circ} \text{ c}$ .

La correction est additive, si la mesure est faite au dessus de  $20^{\circ} \text{ c}$ , soustractive dans le cas contraire.

La facture de correction est de 0,00023 par degré Celsius.

En se rapportant au tableau de CHATAWAY (voir annexe 1), nous obtenons le pourcentage d'eau correspondant à l'indice de réfraction à  $20^{\circ} \text{ c}$ .

#### **I.3.2 Détermination de la teneur en matières minérales :**

5g de miel sont pesés dans une capsule en platine. Après carbonisation avec précaution dans un **four à moufle** les résidus charbonneux sont incinérés complètement à une température ne dépassant pas  $600^{\circ} \text{ c}$ .

La teneur en matière minérale est calculée selon la formule suivante :

$$W = \frac{(m1-m2)}{M0} \times 100$$

W : Teneur en matière minérale en %.

M1 : Poids de la capsule avec les cendres.

M2 : Poids de la capsule vide.

M0 : Prise d'essai.

### I.3.3 Dosage des protéines

Les protéines sont dosées selon la méthode de **KHELDAHL**. La matière azotée contenue dans la prise d'essai est minéralisée par l'action de l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur sous l'action de la chaleur.

L'azote est libéré à l'état d'ammoniac qui, en présence d'acide sulfurique se retrouve à l'état de sulfate d'ammonium. Un excès de soude neutralise l'acide sulfurique et libère l'ammoniac qui est entraîné par distillation dans une solution d'acide borique. L'ammoniac contenu dans le distillat est dosé avec  $H_2SO_4$  en présence d'un indicateur coloré.

Le taux de protéine est obtenu en multipliant le taux d'azote par 6,25.

La teneur en azote total exprimé en pourcentage est égal à :

$$Q = X \times 280 \times 10^{-6} \times (100/y) \times (250/A).$$

Q : quantité d'azote (g).

X : descente de la burette (ml).

y : poids de l'échantillon de départ (g)

A : volume de la prise d'essai (ml).

$280 \times 10^{-6}$  : quantité (g) d'azote correspondant à 1 ml d'acide sulfurique N /50.

### **I.3.4 Dosage des sucres par chromatographie en phase liquide à Haute performance (HPLC)**

Le dosage des sucres a été effectué par HPLC selon la méthode de AOAC (1990).

Le chromatographe en phase liquide utilisé est un PU41001 équipé d'une pompe à double piston. La détection est faite au moyen du détecteur à indice de réfraction PU 4026. Le traitement des données chromatographiques est réalisé à l'aide d'un PU 4820 chromatate data station.

La colonne utilisée pour la séparation est une HEWLET PACHARD – NH<sub>2</sub> de 200 mm de longueur et 4,6 mm de diamètre interne. La granulométrie de la phase siliceuse fixe est de 5 microns. La phase mobile est constituée d'une solution binaire d'acétonitrile et d'eau bidistillée dans les proportions volumiques 83/17. L'acétonitrile et l'eau bidistillée sont filtrées séparément à travers des filtres de 45µm de diamètres de pores. Le débit de la phase mobile est égal à 2ml/min.

<sup>1</sup> Le réactif à la para toluidine et obtenu comme suit : 10g de para toluidine sont dissous dans 50ml d'isopropanol puis 10ml d'acide acétique cristallisable sont ajoutés. Le volume est porté ensuite à 100ml avec l'isopropanol

<sup>2</sup> La solution d'acide barbiturique est obtenu par dissolution de 500mg g'acide barbiturique dans 70ml d'eau distillée au bain d'eau. Après refroidissement. Cette solution est amenée à 100ml.

La solution standard contient le mélange des carbohydrates suivants : fructose (0,36g), glucose (0,30g) et le saccharose (0,40g) dissout dans 20ml d'eau bi distillée.

25µl de chaque solution sont injectés au moyen d'une seringue HAMILTON dans la boucle du chromatographe.

Les temps de rétention obtenue sont exploités pour l'indentification de chaque sucre. Les hauteurs des pics serviront au calcul de la quantité de chaque sucre dans chaque échantillon de miel d'après l'expression suivante :

$$W_t \% \text{sucre} = 100 \times (PH/PH_i) \times (W_i/W)$$

OÙ :

PH : hauteur di pic correspondant au sucre i dans l'échantillon du miel analysé.

PH<sub>i</sub> : hauteur du pic correspondant au sucre i dans la solution standard.

V : volume de la solution du miel à analyser (10ml).

V' : volume de la solution standard (10 ml).

W<sub>i</sub> : masse du sucre i dans la solution standard (g).

W : masse de la prise d'essai du miel analysé (1 g).

#### **I.4 Analyse sensorielle des miels**

C'est une méthode d'évaluation de la qualité du miel par la dégustation. Elle permet aussi une meilleure connaissance de son origine.

Des appréciations sont portées sur le miel dans les domaines visuels, olfactifs et gustatifs.

L'analyse sensorielle fait appel à un appareil de mesure exceptionnel mais délicat et susceptible aux dérèglements fréquents « **l'être humain** ».

30 à 40 g du miel à analysé est déposés dans un verre. L'analyse sensorielle s'opère alors en trois temps : nous regardons, nous sentons et nous goûtons le miel, cela provoque des stimulations diverses qui se relie à quatre types de sensations fondamentales : les sensations visuelles, les sensations olfactives, les sensations gustatives et les sensations tactiles.

- Dans le domaine visuel, la couleur, la propreté, l'homogénéité ainsi que les défauts éventuels de cristallisation sont enregistrés.
- Dans le domaine olfactif, ce sont les odeurs qui sont perçues immédiatement par voie nasale directe.

- Dans le domaine gustatif proprement dit, c'est la saveur du miel qui est tout d'abord analysée, Un arrière goût ( telle la fumée par exemple) naturel ou accidentel peut également être enregistré. L'appréciation tactile enfin, elle est aussi du domaine gustatif, elle est ressentie lorsque le miel est écrasé et roulé entre la langue et le palais. Nous apprécions alors directement l'onctuosité ou la fermeté de la texture cristalline du produit, nous détectons aussi le type de granulation d'un miel.

L'information reçue par l'analyse sensorielle est traitée à deux niveaux :

Tout d'abord les **défauts** du produit sont jugés ensuite sa **qualité** est appréciée.

Les défauts du miel de même que sa qualité se jugent dans les domaines visuels, olfactifs, gustatifs et tactiles.

### **I.5 Analyse pollinique**

Tous les miels naturels contiennent en suspension les éléments figurés. Ces derniers peuvent être d'origine végétale ou animale.

Les plus importants des éléments figurés du miel sont les grains de pollen, mais ils ne sont pas les seuls.

Les spores de champignons, les algues vertes microscopiques, les fragments de Mycélium. Les levures et les fragments d'insectes ou d'acariens se rencontrent également de façon régulière.

Tous ces éléments ont pénétré dans le miel par une voie plus ou moins directe.

Par des techniques très simples de dilution et de centrifugation du miel. Les grains de pollen et les autres constituants figurés peuvent être séparés pour en confectionner des préparations microscopiques dont l'examen apporte des informations recherchées.

#### **I.5.1 Préparations microscopiques de sédiment de miels :**

Afin de parvenir à une étude aussi complète que possible, deux méthodes ont été appliquées : méthode classique (préconisée par la Commission Internationale de Botanique) et celle d'ERDTMAN, 1969 (méthode d'acétolyse mise au point

par GADBIN. 1979 et qui figure dans la dernière version des méthodes de la Méliissopalynologie).

La méthode **classique** ne détruit pas les algues, les levures, les morceaux d'insectes et les particules minérales intéressants pour l'étude des divers composants du miel.

Les algues sont des éléments révélateurs de la présence de miellat.

Quant aux levures, leur présence dans un miel nous renseigne sur l'état de **conservation** du miel.

Les fragments d'insectes, d'acariens, les particules minérales ou les poussières atmosphériques nous renseignent sur la **pureté** du miel.

Pour l'identification des grains de pollen, nous avons renoncé à utiliser la méthode classique puisqu'elle manque de clarté, ce qui rend plus difficile les observations. La méthode choisie est celle de l'**acétolyse**. Cette dernière, bien qu'elle prenne trop de temps, permet en revanche une observation assez fine, ce qui facilite le comptage et le dénombrement.

#### **1.5.1.1 Méthode classique**

10 g de miel sont dissous dans 100 ml d'eau tiède (pas plus de 40°C) cette solution est mise dans des tubes à centrifugation pour être placés dans une centrifugeuse. Après centrifugation à 3000 tours pendant 5 à 10 minutes et après décantation, le culot est refoulé sur une lame, sur une surface de 1 x 1,5 cm, à l'aide d'une pipette de pasteur. Le frottis est laissé pour séchage à l'étuve à une température de 35°C ou sur une platine chauffante. Une lamelle est déposée sur le frottis après avoir mis une goutte de glycérine gélatinée, ensuite cette préparation est lutée au moyen d'une solution étendue du baume du Canada.

#### **1.5.1.2 Méthode d'acétolyse**

10g de miel sont dissous dans 100 ml d'eau tiède. Après centrifugation et décantation, 10 ml d'acide acétique sont versés sur le culot. Après agitation et centrifugation, l'acide est éliminé par décantation. Ensuite sur ce culot, 2 ml de « mélange acétolytique » sont ajoutés. Une fois agité, les tubes à centrifugation sont placés dans un bain marie à 40°C pendant 5 à 10 minutes. Après avoir retiré ces tubes du bain marie, l'acide acétique est ajouté jusqu'au remplissage et ceci afin de bloquer l'acétolyse. Après centrifugation et décantation, le culot est rincé à l'eau distillée, agité puis centrifugé à nouveau. Le culot est refoulé sur une lame qui doit être séchée et lutée comme il a été décrit précédemment.

## Remarque

La fraction du sédiment qui reste au fond du tube à centrifugation peut être reprise au moyen d'une goutte d'eau. Ce procédé garantit une récupération complète du sédiment.

- 7g de gélatine sont coupés en petits morceaux et placés dans 42 ml d'eau distillée pendant 12 heures pour permettre le gonflement. Ensuite, après agitation 50g de glycérine pure et 0,5 g d'acide phénique cristallisé sont ajoutés. Après chauffage pendant 15 minutes, nous procédons à la filtration.
- Toutes les centrifugations durent 5 à 10 minutes à 3000 tours/min.
- « Le mélange acétolytique » est confectionné peu avant son utilisation dans une verrerie sèche, en versant une goutte à 0,2 ml d'acide sulfurique pur dans 1,8 ml d'anhydride acétique.

### I.5.2 Identification et numération des grains de pollen de miel

L'identification et le dénombrement des grains de pollen de miels se font de pair : nous utilisons pour cela une feuille spécialement préparée sur laquelle nous portons le nom des espèces ou des genres identifiés, des colonnes sont réservées pour porter le nombre des pollens de chaque catégorie.

L'identification se fait avec l'aide de préparation microscopique dite de référence, confectionnée à partir d'anthere de plante elle-même, (**Annexe 3**). Dans le cas où les collections de **pollen de référence** sont incomplètes, les Atlas photographiques et des publications spécialisées (Atlas photo microscopique de LOUVEAUX, 1977, pollens des plantes mellifères d'Europe I, II et IV de MAURIZIO et LOUVEAUX, 1960, 1962 et 1963) présentent le moyen d'informations précieux.

Les préparations obtenues à partir des miels sont observées sous le **microscope** à un grossissement d'environ 400 fois. Nous utilisons le plus souvent un objectif x 10 pour la mise au point, ensuite nous faisons augmenter le grossissement en utilisant un objectif x 40. Lorsqu'il est nécessaire de préciser un détail, nous passons directement au plus fort grossissement (objectif x 100), mais nous revenons toujours à l'objectif moyen qui est le plus convenable pour l'identification rapide des grains de pollen.

Pour obtenir un spectre pollinique valable, LOUVEAUX, MAURIZIO et VORWHOL (1970) préconisent d'opérer en deux temps :

- Dans un premier temps, une **analyse sommaire** est effectuée. Les éléments les plus fréquents du sédiment du miel et la recherche de ceux qui sont caractéristiques sont susceptibles d'apporter une réponse à la question posée.
- Dans un second temps, une **analyse complète** est effectuée. Tous les pollens présents dans le sédiment ainsi que les autres constituants sont déterminés et ceci dans la mesure où l'état actuel des connaissances le permet.

En ce qui concerne le dénombrement des constituants du sédiment, les spectres ont été établis à partir de 200 à 300 grains de pollens. Pour les spectres polliniques pauvres en espèces 200 grains de pollens suffisent, pour ceux qui sont riches en espèces, il est nécessaire de traiter 300 grains (LOUVEAUX, MAURIZIO et VORWHOL, 1970).

VERGERON (1964) préconise de compter à peu près 1200 grains dans un miel pour avoir une représentation pollinique satisfaisante.

Un test sur l'apparition de nouvelles espèces et sur leur représentativité en fonction du nombre de grains comptés a été effectué sur les miels Tchadiens (récoltés en mai 1975). GADBIN (1980) n'observe plus d'apparition de nouveaux taxons au delà de comptage de 500 grains. Les proportions relatives des grains ne se modifient que très faiblement au delà de ce chiffre. **Dans notre cas**, le comptage se poursuit jusqu'à ce que toutes les espèces identifiées au préalable soient retrouvées. Pour cela l'ensemble des lames est exploré.

Les pollens des plants anémophiles ou de plantes dépourvus de nectaires sont à retrancher du total des pollens dénombrés avant que ne soient calculés les pourcentages des pollens des **plantes nectarifères**.

Ces derniers représentent selon J.LOUVEAUX (1977) les éléments les plus sûrs qui permettent, l'obtention d'une indication directe sur les sources de la matière première du miel mais les grains de pollen des plantes **peu nectarifères** ou même **dépourvus de nectaires**, mais cependant visités par les abeilles (**Papaver, Cistus**) ou des plantes anémophiles (par exemple **plantago, conifères**) peuvent être utiles à la détermination de l'origine géographique des miels. Ils peuvent même nous renseigner sur la présence de miellat dans un miel.



J.LOUVEAUX, A.MAURIZIO et G.VORWOHL (1970) rapportent que le pourcentage des pollens **anémophiles** est le plus élevé dans le miel de miellat que dans celui des fleurs.

Les grains des plantes **abortifs** et malformés sont comptés, dans la mesure où il est possible de les identifier (J.LOUVEAUX ? A.MAURIZIO et G.VORWOHL, 1970).

### **I.5.3 Niveau de détermination de pollen**

L'identification des pollens a été poursuivie aussi loin que possible  
Cependant, pour diverses raisons, le niveau atteint est variable : famille, genre ou espèce

L'identification des pollens ne peut souvent pas être poussé jusqu'au genre ou à l'espèce. L'emploi des noms scientifiques des genres ou d'espèces devrait donc être limité au cas où une détermination sûre est possible.

Lorsque des connaissances détaillées font défaut ou lorsque pour des impératifs des temps, on doit renoncer à une détermination plus fine, le pollen peut être rattaché à un groupement plus important (**forme ou type**). (LOUVEAUX, MAURIZIO) Et VORWOHL .1970). Ces deux termes sont utilisés pour indiquer tous les genres ou espèces représentés par le même type morphologique.

Diverses Rosacées arbustives ont été regroupées sous la dénomination « **Arbres fruitiers** » qui pour plusieurs auteurs incluent seulement les formes de pollen de pyrus et prunus spp. Nous y avons joint aussi Medicago sativa dont la forme n'est pas toujours bien distincte des genres précédents.

Les pollens de Trifolium repens et Trifolium hybridum qui sont très semblables ont été classés sous le nom « **groupe Trifolium repens** ».

Nous avons renoncé à identifier d'une façon poussée les Labiées et les Ombellifères jusqu'au genre ou espèce et ceci pour des impératifs de temps d'une part et d'autre part parce que ces deux familles offrent une morphologie assez homogène.

Les formes de pollen qui ne permettent pas une identification certaine et les inconnues qui présentent les caractères de la famille ont été groupées sous la rubrique « **autres formes** » dans chaque famille.

Enfin quelques formes inconnues qui ne peuvent être rattachées à aucune famille ont été mises en fin de liste

### **I.5.4 Expression des résultats**

Des Tableaux analytiques des 10 miels portant les indications suivantes : origine botanique présumée. Date et conditions de la récolte. Y figurent également les résultats qualitatifs et quantitatifs de l'analyse pollinique. Sous la forme d'un spectre pollinique qui a été établi à partir de 300 grains de pollen au moins.

Les taxons identifiés étant regroupés en :

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

En général. LOUVEAUX. MAURIZIO et VORWOHL (1970) rapportant qu'un miel provenant principalement d'une certaine source de nectar lorsque le pollen Correspondant est au stade « dominant » dans le sédiment du miel (un tel miel est dit « **Uni floral** » ou « **miel de cru** »).

MAURIZIO (1949) rapporte qu'un miel provenant d'une miellée unilatérale d'une espèce végétale renferment en principe dans leur spectre pollinique l'espèce en question à plus de 45% et présentent par ailleurs un ensemble de propriétés physico-chimiques et organoleptiques caractéristiques.

Si le miel en question provient de multiples récoltes par les abeilles et sans dominance nette d'une plante particulière, il est considéré comme poly floral ou communément appelé miel « **toutes fleurs** ».

#### **Cas particuliers :**

MAURIZIO (1949) propose de **nouvelles limites de dominance** pour les miels anormalement riches ou pauvres en pollen. Pour les miels pauvres par exemple Citrus. Cet auteur adopte comme limite de passage dans la classe des pollens dominants le chiffre de 10 à 15 %.

### **I.6 Analyse statistique**

Les résultats obtenus à l'issue des analyses effectuées ont fait l'objet du traitement statistique suivant : l'analyse de la variance à un critère.

## II résultats et discussion

### II.1 analyse physique

#### II.1.1 densité

Tableau 11 : densité des échantillons étudiés.

Echantillon	Densité
1	1,44
2	1,42
3	1,32
4	1,42
5	1,42
6	1,52
7	1,52
8	1,54
9	1,38
10	1,52
$\bar{x}$	1.45±0.06

Comme le montre le (**tableau 11**), la densité des 10 échantillons varie de 1.32 à 1.54 avec une moyenne de 1.45±0.06 (**annexe 5**) ces résultats sont en accord avec les normes de l'association française de normalisation qui sont (**1.39 à 1.54**) avec des exceptions pour les miels 3 et 9 qui présente des valeurs faibles soit 1.32 et 1.38 ; ceci est expliqué par leurs teneur élevée en eau respectivement (22 % et 19.6%).

Selon DARRIGOL (1979), un miel récolté prématurément, moins mur aura une densité plus faible.

En générale plus un miel est riche en eau et moins il est dense. Les échantillons (3-9) évolue dans ce sens ils sont les moins dense et les plus riches en eau (22% - 19,6%) respectivement.

## II.1.2 le PH :

Tableau12 : les moyennes de pH des échantillons expérimentaux.

Echantillons	1ère lecture	2iem lecture	Moyenne du PH
1	4,40	4,07	4,23
2	4,46	4,42	4,45
3	4,60	4,00	4,30
4	4,49	3,99	4,24
5	4,00	4,04	4,02
6	4,04	4,05	4,04
7	4,33	4,34	4,33
8	4,96	4,00	3,98
9	4,09	4,08	4,08
10	4,09	4,06	4,07
$\bar{x}$			4.17±0.14

Le PH des miels expérimentaux est compris entre (3,98 et 4,45) avec une moyenne de  $4.17\pm 0.14$  (**annexe 5 et tableau12**). Selon J.WHITE et al (1962) le pH du miel varie de 3,42 à 6,10. Les résultats obtenus répondent aux normes.

Cette variabilité du pH serait due à la flore butinée, aux sécrétions salivaires de l'abeille et aux processus enzymatiques et fermentatifs pendant la transformation de la matière première (J.LOUVEAUX, 1968 b).

Le pH est une mesure qui permet la détermination de l'origine florale du miel.

- selon (M.GONNET, 1986 a) et (J.PROST, 1987) :
  - entre (3,5 et 4,5) pour les miels issus de nectars
  - entre (4,5 et 5) pour les miels mixtes (nectars et miellat)
  - entre (5,5 et 5) pour les miels des miellats
- tous nos échantillons ont un pH compris dans l'intervalle (3,5 et 4,5) donc se sont des miels de nectars

## II.2 Analyse chimique :

### II.2.1 La teneur en eau des miels :

**Tableau 13** : Les pourcentages d'eau dans les différents échantillons des miels étudiés.

échantillons	Indices de réfraction (IR)	Teneur en eau (%)
1	1.4941	17%
2	1.4937	17.1%
3	1.4817	22%
4	1.4900	18.3%
5	1.4905	18.4%
6	1.4975	15.6%
7	1.4973	15.7%
8	1.4985	15.2%
9	1.4878	19.6%
10	1.4978	15.5%
$\bar{x}$		17.44±2.06
Sig		THS

La teneur en eau des miels expérimentaux varie entre (15.2% et 22%) avec une moyenne de 17.44±2.06 (**annexe 5 et tableau13**).

Ces valeurs se situent dans l'intervalle préconisé par J.LOUVEAUX (1968 b) et M.GONNET (1982) et qui est de **14 à 25% d'eau**.

Nous remarquons que les échantillons n° 1, 2, 6, 7,8 et 10 ont des teneurs inférieurs à 18%, ces derniers peuvent se conserver parfaitement sans crainte d'altération de leurs propriétés physico-chimique (GONNET M, 1982), et donc sont considérés comme les meilleurs vis-à-vis de la conservation et ont une bonne cristallisation, par contre les échantillons n° 3, 4, 5 et 9 ont une teneur supérieur à 18%, ce qui implique leur lente cristallisation (BOGDANOV S, 1999). Ces teneurs élevées en eau peuvent s'expliquer aussi par :

- Une récolte précoce de ce miel, c'est-à-dire avant sa maturation (A.CAILLAS 1987et J.PROST1972).
- Une extraction du miel dans un milieu assez humide, ce qui a entraîné une absorption d'humidité (J.LOUVEAUX, 1968 b et J.PROST 1972), il subira une cristallisation défectueuse rendant le produit instable et entraînant des difficultés à la conservation (M.GONNET, 1993).

- Les conditions dans les quelles ce miel est élaboré, récolté, transformé et entreposé dans la ruche par les abeilles. (une humidité relative élevée pendant la récolte va conduire à une déshumidification difficile du nectar par l'abeille). Donc a la production d'un miel riche en eau, instable sur le plan physique et biologique et susceptible de se dégrader rapidement (M.GONNET, 19993).  
Ces résultats peuvent être expliqués donc par la période de récolte et qui sont les mois de décembre et avril.

En revanche les échantillons 6, 7, 8, et 10 sont pauvres en eau, et cela peut s'expliquer par :

- Le climat de montagne qui est sec et chaud. F.ADAM et al (1974) rapporte que le miel de montagne est généralement pauvre en eau (**ce qui n'est pas dans notre cas**).
- L'extraction qui s'est effectuée durant une période chaude (mois d'août) pour les échantillons 6 et 7 d'où une déperdition d'eau.

## II.2.2 La teneur en matières minérales :

**Tableau 14** : les pourcentages des matières minérales dans les différents échantillons des miels étudiés.

Echantillon n °	Teneur en matière minérale (%)
1	0.512
2	0.040
3	0.434
- 4	0.028
5	0.608
6	0.574
7	0.566
8	0.360
- 9	0.004
10	0.560
$\bar{x}$	0.36±0.23

La teneur en matière minérale des dix échantillons est faible elle varie de (0.004% à 0.608%) avec une moyenne 0.36±0.23 (**annexe 5 et tableau14**).

Selon WHITE et al. (1962) la teneur en matières minérales des miels est comprise entre (0.020% et 1.028%) avec une moyenne de 0.169%.

Selon S.BOGDANOVA et al. (1997) la matière minérale détermine l'origine botanique du miel. Ainsi les miels provenant des nectars ont une teneur en matière minérale ne dépassent pas 0.60% tant dis que celle des miellats, seuls ou en mélange avec le miel de nectar, doivent être inférieurs à 1%.

Les échantillons n° 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 et 10 présentent des teneurs inférieurs à 0.6% donc ce sont des miels provenant de nectars.

L'échantillon n° 5 présumé miel de caroubier est un mélange de nectars et de miellats puisque sa valeur appartient à la norme définie pour ce type de miels.

WHITE et al. (1962) ont confirmé l'existence d'une relation entre la couleur des miels et la teneur en matières minérales ; d'une façon générale les miels clairs sont nettement moins riches en matières minérales que les miels foncés.

Les échantillons 1, 3, 5 et 7 visiblement les plus foncés ont la teneur en matières minérales la plus élevées.

- selon GONNET (1982) les miels **foncés** sont les riches en matières minérales ionisables donc bon conducteur de courant.

### II.2.3. La teneur en protéine :

**Tableau 15 :** Pourcentages des protéines des différents échantillons étudiés.

Echantillons	MS dans 100g de miel	MS dans 2g de miel	Volume(x) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Pourcentage d'azote dans 2g	MAT %
1	83%	1.66%	0.4	0.056%	0.47%
2	82.9%	1.658%	0.4	0.056%	0.22%
3	78%	1.56%	0.9	0.126%	0.5%
4	81.7%	1.63%	0.8	0.112%	0.23%
5	81.6%	1.632%	1	0.14%	0.53%
6	84.4%	1.688%	0.5	0.07%	0.26%
7	84.3%	1.686%	0.4	0.056%	0.50%
8	84.8%	1.696%	0.6	0.084%	0.30%
9	80.4%	1.608%	0.6	0.084%	0.32%
10	84.5%	1.690%	0.7	0.098%	0.36%
$\bar{x}$					0.36±0.11

La teneur en protéines des dix échantillons varie de 0.22% à 0.53% avec une moyenne  $0.36 \pm 0.11$  (**annexe 5 et tableau15**) ; Selon J.LOUVEAUX (1968.b), la teneur en protéines est d'environ 0.26% en moyenne avec un maximum de 0.83%, donc tous nos échantillons présentent des teneurs en protéines répondant à la norme requise, ces échantillons sont convenablement récoltés, et par conséquent sont généralement pauvres en protéines (J.LOUVEAUX 1968.b).

Les échantillons 1, 3, 5 et 7 sont les plus foncés et se montrent plus riches, Par contre les échantillons restants ont enregistré des valeurs plus faibles.

#### II.2.4.Les sucres :

(Voir annexe 2 : profils glucidiques des standards et échantillons étudiés)

##### II.2.4.1.La teneur en glucose :

**Tableau 16** : les pourcentages du glucose dans les différents échantillons des miels étudiés.

Echantillons	Teneur en glucose (%)
1	34%
2	14.49%
3	14.01%
4	13.62%
5	12.22%
6	14.73%
7	29.49%
8	36.09%
9	29.43%
10	37.94%
$\bar{x}$	$23.6 \pm 10.1$

La teneur en glucose des dix échantillons est comprise entre 12.22% et 37.94% avec une moyenne de  $23.6 \pm 10.1$  (**annexe 5 et tableau16**).

Selon M.GONNET (1979) la teneur en glucose varie entre 22.5% et 40.80%, avec une moyenne de 31%, que l'on trouve aussi comme moyenne des variations trouvées par WHITE (1962) (de 22.3% à 40.15%).

Les échantillons 2, 3, 4, 5 et 6 enregistrent des valeurs très en dessous des normes avec un intervalle de 12.22% à 14.73%.



Comme tous les produits biologiques complexes, ces échantillons de miels ont été exposés à des altérations profondes selon la composition ou la température, et cela d'après J.LOUVEAUX (1968).

Ces altérations se manifestent par une perte d'une partie de leurs valeurs alimentaires ou la détérioration de leurs caractères organoleptiques à savoir : l'augmentation de la teneur en HMF et celle de l'eau. Cette dernière atteint des valeurs favorables à la fermentation. Tout ceci a pour conséquence une décomposition des sucres, et une transformation du glucose en HMF et en acides organiques.

Les causes de cette altération et de cette transformation sont liées aux traitements subis par la récolte, et/ou conditions de conservation (J.LOUVEAUX 1968).

Les échantillons 1, 7, 8, 9 et 10 présentent des teneurs (29.43%/37.94%) comprises dans l'intervalle indiqué ci-dessus par M.GONNET et WHITE.

#### II.2.4.2. La teneur en fructose.

**Tableau 17** : les pourcentages du fructose dans les différents échantillons des miels étudiés.

Echantillons	Teneur en fructose (%)
1	37.77%
2	16.54%
3	15.90%
4	15.96%
5	13%
6	16.54%
7	33.04%
8	33.73%
9	29.95%
10	34.94%
$\bar{x}$	24.73±9.25

La teneur en fructose des dix échantillons est comprise entre 13% et 37.77% avec une moyenne de 24.73±9.25 ; Selon WHITE (1962) la teneur en fructose varie entre 27.27% et 44.26%, avec une moyenne de 38.19%.

Comme pour le glucose, les échantillons 2, 3, 4, 5, et 6 enregistrent des valeurs au dessous des normes pour le fructose avec un intervalle de 13% à 16.54%.

Ces échantillons ont subi un certain nombre de transformations qui se traduisent par la décomposition des sucres suite à une fermentation et une augmentation d'HMF comme a été indiqué précédemment.

Les échantillons 1, 7, 8, 9 et 10 qui ont des teneurs variables de 29.95% à 37.77% nos valeurs concordent avec ces normes.

#### II.2.4.3.La teneur en saccharose :

**Tableau 18** : les pourcentages du saccharose dans les différents échantillons des miels étudiés.

Echantillons	Teneur en saccharose (%)
1	2.77%
2	1.04%
3	0%
4	0%
5	2.39%
6	0.31%
7	0.54%
8	0.63%
9	12.05%
10	0.94%
$\bar{x}$	2.06±3.44

La teneur en saccharose des dix échantillons est comprise entre 0% et 12.05% avec une moyenne de 2.06±3.44 ; Selon J.WHITE (1962) le miel a une teneur en saccharose variante de 0.25% à 7.75%, avec une limite maximale de 10%.

Ce qui implique que le taux de saccharose dans les échantillons 1, 2, 5, 6, 7, 8 et 10 est conforme aux normes. Contrairement aux taux relevé sur les échantillons 3, 4 et 9.

Concernant les échantillons 3 et 4 leurs taux de saccharose est nulle, et cela peut s'expliqué selon CAILLAS (1927) et K.WEISS (1985) par l'action de l'invertase sur le saccharose.

L'échantillon 9 révèle un taux de saccharose au dessus de la barre maximale indiquée par J.WHITE (1962). Selon ADAM (1974) et J.L.DARRIGOL (1979), un miel obtenu par le nourrissage des abeilles durant la miellée avec du sirop de saccharose se reconnaît immédiatement par sa teneur forte en saccharose et une teneur faible en pollen, ce qui est le cas de l'échantillon 9 récolté à Douaouda en Avril 2006 dans une ruche nourri avec du sirop de saccharose.

#### II.2.2.4 Rapport fructose / glucose, et glucose / eau :

**Tableau 19** : Rapport de F/G et G/E des différents échantillons étudiés.

Echantillons	F/G	G/E
1	1.16	2
2	1.45	0.26
3	1.47	0.18
4	1.64	0.19
5	1.35	0.12
6	1.38	0.30
7	1.12	1.87
8	0.98	2.37
9	1.01	1.50
10	0.92	2.44

L'influence de la composition du miel sur ses facultés de cristallisation a fait l'objet de nombreuses études, les rapports F/G et G/E nous donnent une idée sur le potentiel de cristallisation des échantillons analysés, plus le rapport F/G est supérieur à 1, plus longtemps le miel cristallise. La facilité de cristallisation est conditionnée aussi par le rapport G/E, pour une bonne cristallisation, ce rapport doit être dans les environs de 2.

D'après les résultats du rapport F/G des échantillons étudiés, les échantillons 8 et 10 sont inférieurs à 1 ce qui implique leurs cristallisation rapide.

Selon RODGERS (1979), lorsque le rapport F/G est supérieur à 1.30, la cristallisation est lente comme c'est le cas des échantillons 2, 3, 4 et 5.

Exception faite pour l'échantillon n° 9 qui a subi une cristallisation lente, malgré son rapport inférieur à 1.30 ce qui est due à la fermentation qui a entraîné une modification du rapport (J.LOUVEAUX, 1968 b).

Selon T.TABOURET (1979) et M.GONNET et al (1986), le facteur G/E est le plus adéquat pour déterminer le potentiel de cristallisation du miel, lorsque le

rapport G/E est supérieur à 2, la cristallisation est rapide et inversement s'il est inférieur. Les échantillons 8 et 10 présentent des valeurs supérieures à 2 soit respectivement 2.37 et 2.44 et par conséquent ils sont les plus cristallisés.

Tandis que les échantillons 3 et 9 enregistrent des valeurs inférieures d'où une cristallisation lente et cela sont dus à leur forte teneur en eau, ils sont les moins cristallisés.

L'échantillon n° 1 a un rapport qui est égale à 2 se qui confirme sa bonne cristallisation, les échantillons 2, 4, 5, 6 et 7 ont un rapport inférieur à 2 se qui implique une cristallisation moins rapide.

### Conclusion :

Les résultats obtenus de l'analyse physico-chimique de nos miels sont

Représentés dans (tableau20) et nous permettent de faire les constatations suivantes :

**Tableau 20** : Récapitulatif des résultats physico-chimiques des miels étudiés.

Les monosaccharides sont dans les normes ainsi que le rapport G/E

Paramètres échantillons	d	pH	Eau %	MM %	Pr %	G %	F %	F+G %	S %	F/G	G/E
1	1,44	4.23	17	0.512	0.47	34	37.77	71.77	2.77	1.11	2
2	1,42	4.45	17.1	0.040	0.22	14.49	16.54	31.03	1.04	1.14	0.85
3	1,32	4.3	22	0.434	0.5	14.01	15.9	29.91	0	1.13	0.63
4	1,42	4.24	18.3	0.028	0.23	13.62	15.96	29.58	0	1.17	0.74
5	1,42	4.02	18.4	0.608	0.53	12.22	13	25.22	2.39	1.06	0.66
6	1,52	4.04	15.6	0.574	0.26	14.73	16.54	31.27	0.31	1.12	0.94
7	1,52	4.33	15.7	0.566	0.5	29.49	33.04	62.53	0.54	1.12	1.87
8	1,54	3.98	15.2	0.360	0.3	36.09	33.73	69.82	0.63	0.93	2.37
9	1,38	4.08	19.6	0.004	0.32	29.43	29.95	59.38	12	1.01	1.5
10	1,52	4.07	15.5	0.560	0.36	37.94	34.94	72.88	0.94	0.92	2.44

**Miel n° 1 :** Ce miel est caractérisé par une teneur en eau dans les norme, inférieur à 18%, un pH moyen et une bonne teneur en matières minéral inférieure à 0.1%.

**Miel n° 2 :** Ce miel présente une teneur en eau voisine à la normal, un pH moyen, l'analyse des sucres montre un déséquilibre entre le fructose et le glucose, la teneur en matières minérales est faible.

**Miel n° 3 :** Enregistre une teneur forte en eau, un pH moyen et aussi une teneur moyenne en matières minérales. Et concernant les sucres leurs spectres sont très faibles

**Miel n° 4, 5 et 6 :** se caractérisés par une teneur normale en eau, un pH moyen, et leurs teneurs en matières minérales sont normaux, tan disque leurs teneurs en monosaccharides sont très faibles. Ces caractères sont spécifiques et permettent de reconnaître la présence de miellat dans un mélange.

**Miel n° 7 et 8 :** ses miels sont caractérisés par des teneurs en eau très faibles, des teneurs moyennes en matières minérales, avec des teneurs faibles en pH, des densités élevés et de bonnes teneurs et monosaccharides.

**Miel n° 9 :** caractérisé par une forte teneur en eau, un pH et une densité faibles, ainsi que la teneur en matières minérales et une teneur en saccharose très haute (**caractéristique des colonies nourris par un sirop de saccharose**).

**Miel n° 10 :** Une densité élevée, un pH faible, une teneur correcte en eau, des teneurs en protéine et en matières minérales dans les normes et une forte teneur en monosaccharides.

Enfin pour conserver au miel l'essentiel de ses qualités alimentaires, un certain nombre de **précautions** prises au niveau du stockage doivent être maîtrisées :

- Le miel doit être mis avant tout à l'abri de l'air et de l'humidité afin d'éviter certaines dénaturations et surtout des fermentations, d'où la nécessité des récipients bien remplis et hermétiquement fermé.
- Il doit être mis à l'abri de la lumière vive afin de lui conserver l'ensemble de ses propriétés anti-bactériennes.
- Les matériaux utilisés ne doivent pas lui communiquer un goût particulier ou donner naissance à des sels toxiques, c'est ainsi que la tôle galvanisée le zinc et le cuivre sont a éviter au profit du verre, du fer étamé, du carton paraffiné et de certaines matières plastiques neutres.

- La température à laquelle ce miel est emballé et conservé doit être assez fraîche (à température optimale se situant autour de 14°C).

En résumé, la bonne conservation de miel a deux ennemis majeurs qui sont **l'humidité, la chaleur** et accessoirement **la lumière**.

### **II.3 Analyse sensorielle :**

#### **II.3.1 Caractères d'apparence :**

Il s'agit de l'ensemble des caractères visuels. Ils ont une grande importance en analyse sensorielle des miels car le consommateur juge le plus souvent le produit qu'il voit.

Les principaux caractères perçus à ce niveau sont : la propreté, la couleur, l'homogénéité et la cristallisation sont représentés dans le **(tableau21)**.

### II.3.1.1 La propreté :

La plupart des échantillons apparaissent propres exempts d'impuretés. Selon ADAM et al. (1974), et M.GONNET (1982) les signes de la reconnaissance d'une fermentation sont la formation d'une écume ou le dégagement de CO<sub>2</sub> (multitude de bulles), ce qui est le cas des échantillons 3 et 9.

### II.3.1.2 la couleur :

WHITE et al. (1962) ont confirmé l'existence d'une relation entre la couleur du miel et sa teneur en matières minérales. En général les miels clairs sont moins riches en matières minérales que les miels foncés ; c'est le cas de nos échantillons.

**Tableau 21** : Propriétés sensorielles des miels expérimentaux.

Caract. Echant	Propreté	couleur	Homogénéité	crystallisation	Défaut de cristallisation	Défaut gustatif	goût	odeur
1	Propre	Marron Clair	Homogène	complète	néant	néant	Très fort	Forte aromatique d'eucalyptus
2	Propre	Orange Claire	Homogène	complète	néant	Néant	Eau de fleur D'oranger	très forte (l'oranger)
3	Présence D'impuretés	Marron Claire	Non homogène	partielle	Formation de Deux phases	Amer	moyen	Forte
4	Propre	Blanc Jaunâtre	Homogène	complète	néant	néant	Eau de fleur D'oranger	Fort (l'oranger)
5	Propre	Marron Très foncés	Non homogène	partielle	Formation de Deux phases	Une légère acidité	fort	forte
6	Propre	Jaune d'or	Homogène	complète	néant	Arrière goût de Fumé	fort	moyenne
7	Propre	Jaune Verdâtre	Homogène	complète	néant	Néant	Très fort	Très Forte aromatique d'eucalyptus
8	Propre	Jaune très foncés	Homogène	complète	néant	Néant	fort	forte
9	Présence D'impuretés	Jaune Claire	Non homogène	néant	Trop fluide	Acide et un peut Amer	faible	Sans odeur
10	Propre	Marron Très foncés	Homogène	complète	néant	Néant	moyen	forte

Selon M.GONNET et VACHE (1985) les miels d'eucalyptus sont de couleurs foncés, ce qui est le cas de nos échantillons 1 et 7. Et malgré leurs même origine floral leurs tinte (respectivement marron foncé et jaune verdâtre) est loin d'être uniforme, donc pour la distinction entre ces miels présentant une même origine florale, repose sur l'étude des pollens secondaires.

### **II.3.1.3 l'homogénéité :**

Ce paramètre concerne les miels cristallisés, selon M.GONNET (1983) les miels en cristallisation changent de couleurs en devenant plus clairs, comme c'est le cas des échantillons 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10. Que l'on considère homogènes.

Tandis que les échantillons 3 et 9 présentent des strates de différentes couleurs.

Selon M.GONNET et VACHE cette homogénéité est détruite par suite d'une cristallisation défectueuse ou la trame cristalline précipite vers le fond du pot alors que surnage une phase liquide enrichie en eau

### **II.3.1.4 la cristallisation et ces défauts :**

Les différents échantillons présentent une cristallisation grossière qui apparaît dans les miels à cristallisation lente.

Pour les défauts de cristallisation les échantillons 3 et 5 présentent une formation de deux phases à cause de leurs fortes teneurs en eau.

Tandis que l'échantillon 9 présente une forme fluide, et cela est dû à plusieurs facteurs (**pourcentage d'eau supérieur à 18%, présence suffisante de levures et température comprise entre 10°C et 25°C**) qui ont contribué à sa fermentation. Et selon M.GONNET la fermentation est l'accident le plus grave de la conservation, elle provoque une altération profonde et irréversible du miel, et sa perte irrémédiable.

### **II.3.2 caractères organoleptiques :**

L'odeur est extrêmement variable et dépend des fleurs, le goût lui aussi est spécifique selon chaque variété lui étant donné par les caractères aromatiques de la fleur dominante (**tableau 21**).

Les échantillons 1 et 7 dont le spectre pollinique présente une dominance très nette d'eucalyptus possède des caractères olfactifs et gustatifs en accord avec la dominance de l'espèce en question, à savoir une odeur aromatique d'eucalyptus et une saveur agréable.



Les échantillons 2, 4 et 8 présentent une odeur floral prononcé rappelant les fleurs d'orangées, et une saveur très fine et aromatique (goût d'orangées).

Les échantillons 3 et 5 présentes un goût respectivement amer et légèrement acide, dus à leurs fermentations, et une odeur forte due au phénol.

L'échantillon 6 dégage une odeur de fumée, cette odeur a été communiquée accidentellement à ce miel. La fumée est utilisée pour la récolte ou la visite des ruches, cette dernière a été décelée par l'olfaction et par la suite cette fumée s'imprègne rapidement au miel.

Et contrairement aux autres échantillons, le miel de l'échantillon 9 na ni d'odeur ni de goût distingué s'il n'est acide et un peut amer a cause de sa fermentation, ces caractères flagrants montre clairement que ce miel est un miel de nourrissage a base de sirop de saccharose.

### **Conclusion :**

Une odeur ou un goût défectueux dus a des substances étrangères au miel ou qui sont apparus a la suite des modifications chimiques ou biologiques du produit, (odeur de phénol, de fumée, arrière goût acre, acidité due a la fermentation), constitues un défaut généralement fort.

L'analyse sensorielle des miels, permet de compléter et d'affirmer les résultats des analyses physico-chimiques et polliniques, c'est une technique qui fait appel au jugement HUMAIN donc contestable.

En fin, pour avoir de bon résultat, il faut avoir de bons dégustateurs puisque il s'agit d'un acte intellectuel qui nécessite connaissances, concentration, entraînement et surtout un effort de mémorisation important (M.GONNET et G.VACHE, 1985).

### **II.4 analyse pollinique :**

L'analyse pollinique améliore nos connaissances sur la flore mellifère des différents sites étudiés, sur les sources alimentaires dont disposent l'abeille (*Apis mellifica intermissa*) dans les conditions de notre pays et nous enseigne également sur la façon dont les miels ont été traité (**annexe n° 3 les microphotographies des pollens des échantillons de miel étudié**). Nous nous sommes référés à (**l'annexe n°4 les microphotographies des pollens de références**).

**Tableau 22** : composition pollinique de l'échantillon n°1.

Miel n° : 1. Origine botanique présumée : Eucalyptus. Zone géographique : Marraman (Blida). Date de récolte : juin-juillet 2006. Mode d'extraction : électrique.		
	famille	Pourcentage (%)
Pollen dominant	Myrtacées	55%
Pollen d'accompagnement	hypéricacées	32.5%
Pollen isolé important	Fabacées	09.7%
Pollen isolé	mimosacées	02.4%

Nous remarquons que le pollen dominant dans cet échantillon est de la Famille des Myrtacées ; pollen très caractéristique triangulaire genre Eucalyptus avec un pourcentage de 55%.

Le pollen d'accompagnement de la famille des **Hypéricacées** représenté par le genre **Hypéricum sp.** qui est caractérisé par une floraison entre Mars et Mai, ce sont des plantes non mellifères mais riche en graines de pollen, ce qui explique le pourcentage élevé de 32.5%.

Par contre pour les pollens isolés important sont de la famille des **Fabacées** genre Vicia ou Onobrychis(sainfoin)avec un pourcentage faible de 9.7% et cela est dus a leur période courte de floraison (Mars/Avril).

Enfin on trouve des pollens isolés de la famille des **Mimosacées** représentés par le genre **Acacia**, leurs périodes de floraisons sont tardives (entre Décembre et Janvier) et durant cette période de l'année le climat est inadapté pour la sortie des abeilles.

**Tableau 23** : composition pollinique de l'échantillon n°2.

Miel n° : 2. Origine botanique présumée : Oranger. Zone géographique : Marraman (Blida). Date de récolte : Mai 2006. Mode d'extraction : électrique.		
	Famille	Pourcentage (%)
Pollen dominant	Rutacées	43%
Pollen d'accompagnement	Astéracées	35%
Pollen isolé important	Fabacées	12%
Pollen isolé	Apiacées	03%

**Discussion des résultats :**

Le pollen dominant dans cet échantillon est de la famille des Rutacées genre *Citrus* avec un pourcentage de 43%.et cette dominance se justifie par la période de floraison (Mars/Avril) et qui coïncide avec la date de récolte.

Et un pollen d'accompagnement de la famille des **Astéracées** représenté par plusieurs genres à savoir genre *Héliantus* ,*Centaureae* qui est caractérisé par une floraison entre Mai et juillet, avec un pourcentage élevé qui est de 35%.

Par contre pour les pollens isolés important et les pollens isolés sont représentés respectivement par les familles **Fabacées** et **Apiacées** avec des pourcentages respectifs de 12 % et 3% ; ce miel est considéré polyfloral ou toutes fleurs.

**Tableau 24** : composition pollinique de l'échantillon n°3.

Miel n° : 3. Origine botanique présumée : Néflier. Zone géographique : Kolea (Tipaza). Date de récolte : 15 Décembre 2006. Mode d'extraction : électrique.		
	Famille	Pourcentage (%)
Pollen dominant	Rosacées	62%
Pollen d'accompagnement	Scrofulariacées	28.3%
Pollen isolé important	Malvacées	7.8%
Pollen isolé	-	

**Discussion des résultats :**

On remarque que le pollen dominant dans cet échantillon est de la famille des **Rosacées** avec un pourcentage de 62% .Le genre *Eriobotrya* est caractérisé par une floraison entre Mars et Octobre, période qui est un peu avant la récolte, et un pollen très abondant.

On a aussi un pollen d'accompagnement de la famille des **scrofulariacées** représenté par les genres **scrofularia**. Avec un pourcentage de 28.3%.se sont des plantes herbacées saisonnières printanières.

les pollens isolés important qui sont de la famille des **Malvacées** avec un pourcentage de 7.8% caractérisé par une floraison qui dure toute l'année .

**Tableau 25** : composition pollinique de l'échantillon n°4.

Miel n° : 4. Origine botanique présumée : Oranger. Zone géographique : Boufarik (Blida). Date de récolte : 10 Mai 2006. Mode d'extraction : électrique.		
	Famille	Pourcentage (%)
Pollen dominant	Rutacées	56.7%
Pollen d'accompagnement	Lamiacées	29%
Pollen isolé important	Dipsacées	12.2%
Pollen isolé	Malvacées	2.1%

#### **Discussion des résultats :**

On remarque que le pollen dominant dans cet échantillon est de la famille des **Rutacées** (agrumes) avec un pourcentage de 56.7%.

Et un pollen d'accompagnement de la famille des **Lamiacées** représenté par le genre **Lavandula et Rosmarinus** qui sont caractérisés par une floraison entre Mars et Mai, et qui coïncide avec la floraison des Rutacées.

Par contre pour les pollens isolés important sont de la famille des **Dipsacées** plante herbacée avec un pourcentage faible de 12.2%.

Enfin nous retrouvons des pollens isolés de la famille des **Malvacées** avec un pourcentage de 2.1% caractérisé par une floraison qui dure toute l'année

**Tableau 26** : composition pollinique de l'échantillon n°5.

Miel n° : 5. Origine botanique présumée : Caroubier. Zone géographique : (Boumerdes). Date de récolte : Novembre 2006. Mode d'extraction : électrique.		
	Famille	Pourcentage (%)
Pollen dominant	Fabacées	60%
Pollen d'accompagnement	Cucurbitacées	34%
Pollen isolé important	Résédacées	5.6%
Pollen isolé		

**Discussion des résultats :**

On remarque que le pollen dominant dans cet échantillon est de la famille des **Fabacées** genre **Cératonia** avec un pourcentage de 60%, à cause de l'abondance du caroubier dans cette région.

On a aussi un pollen d'accompagnement de la famille des **Cucurbitacées** de 34%.

Les pollens isolés importants sont de la famille des **Résédacées** de 5.6% se sont des plantes herbacées.

Ce miel est bien un miel de caroubier et peut être considéré comme mélange de miel et miellat.

**Tableau 27** : composition pollinique de l'échantillon n°6.

Miel n° : 6. Origine botanique présumée : Miel d'agrume. Zone géographique : (Blida). Date de récolte : 2006. Mode d'extraction : électrique.		
	Famille	Pourcentage (%)
Pollen dominant	Rutacées	75%
Pollen d'accompagnement	Cornacées	17%
Pollen isolé important	Astéracées	0.5%
Pollen isolé		

**Discussion des résultats :**

Le pollen dominant dans cet échantillon est de la famille des **Rutacées** de 75%, cela est expliqué par l'abondance des agrumes (Oranger, Citronnier, mandarinier), les genres les plus abondants sont les **Citrus sinensis** et **Citrus aurantium** ; ces derniers font partie des arbres mellifères les plus importants pour la récolte de miel dans cette région.

Le pollen d'accompagnement est représenté par la famille des **Cornacées** de 17% qui est caractérisé par une floraison entre (Mars et Avril), ce sont des plantes qui ont une affinité avec l'ombre.

Les pollens isolés importants qui sont de la famille des **Asteracées** avec un pourcentage faible de 0,5% représenté par le genre **Inula** (Septembre/Novembre) et le genre **Carduus** (Mars/Mai).

**Tableau 28** : composition pollinique de l'échantillon n°7.

Miel n° : 7. Origine botanique présumée : Eucalyptus. Zone géographique : Bordj-mnail (Boumerdès). Date de récolte : Août 2006. Mode d'extraction : électrique.		
	Famille	Pourcentage (%)
Pollen dominant	Myrtacées	70%
Pollen d'accompagnement	Asteracées	26.2%
Pollen isolé important	Tiliacées	2.3%
Pollen isolé		

#### **Discussion des résultats :**

Nous remarquons que le pollen dominant dans cet échantillon est de la famille des **Myrtacées** avec un pourcentage de 70%, représenté par le genre **Eucalyptus** qui est le plus important dans cette zone, se qui permet aux apiculteurs de reconnaître l'origine botanique du miel extrait de cette zone surtout si la période de récolte de ce miel coïncide avec la période de floraison de ces arbres (Juin/Août).

Le pollen d'accompagnement est de la famille des **Asteracées** avec un pourcentage de 26% ce pourcentage peut s'expliquer ; d'une part par la floraison précoce du genre **Inula** (Septembre/Novembre) et d'autre part, la floraison tardive du genre **Caduus** (Mars/Mai).

Ce miel est considéré comme un miel monofloral qui est mal épuré comme le démontre la micro photographie de cet échantillon (annexe n°6).



**Tableau 29** : composition pollinique de l'échantillon n°8.

Miel n° : 8. Origine botanique présumée : Oranger. Zone géographique : (Blida). Date de récolte : 5 Mai 2006. Mode d'extraction : électrique.		
	Famille	Pourcentage (%)
Pollen dominant	Rutacées	68%
Pollen d'accompagnement	Rubiacées	22%
Pollen isolé important	Caryophyllacées	9.3%
Pollen isolé		

**Discussion des résultats :**

Le pollen dominant dans cet échantillon est de la famille des Rutacées avec un pourcentage de 68%, ce pourcentage peut s'expliquer par l'abondance des agrumes.

Le pollen d'accompagnement est représenté par la famille des Rubiacées soit 22% et un pollen isolé important de la famille des **Caryophyllacées** de 9.3%, nous pouvons déduire que ce miel est un miel monofloral d'oranger.

**Tableau 30** : composition pollinique de l'échantillon n°9.

Miel n° : 9. Origine botanique présumée : Miel toutes fleurs Zone géographique : Douaouda (Tipaza). Date de récolte : Avril 2007. Mode d'extraction : électrique.		
	Famille	Pourcentage (%)
Pollen dominant	-	-
Pollen d'accompagnement	Rosacées	27%
Pollen isolé important	Sapintacées	06%
Pollen isolé	Renonculacées	03%

**Discussion des résultats :**

Le pollen dominant dans cet échantillon n'existe pas

Nous remarquons la présence de pollen d'accompagnement de la famille des **Rosacées** avec 27% ceci s'explique par l'abondance d'arbre de type *Pyrus* / *Prunus* et la période qui coïncide avec la date de récolte (Mars/Avril).

Par contre pour les pollens isolés important et les pollens isolés sont représentés respectivement par les familles **Sapintacées** et **Renonculacées**.  
Ce miel présente un taux de pollen très faible laissant présumer que c'est un miel de nourrissage.

**Tableau 31** : composition pollinique de l'échantillon n°10.

Miel n° : 10. Origine botanique présumée : toutes fleurs Zone géographique : Arabie saoudite. Date de récolte : Novembre 2006. Mode d'extraction : électrique.		
	Famille	Pourcentage (%)
Pollen dominant	Rubiacées	45%
Pollen d'accompagnement	Caryophyllacées	44%
Pollen isolé important	Cucurbitacées	6.2%
Pollen isolé	Pinacées	01%

#### **Discussion des résultats :**

Après l'observation des microphotographies de cet échantillon (annexe n°3), nous distinguons que les pollens dominants et les pollens d'accompagnements **Rubiacées** et **Caryophyllacées** ont presque le même pourcentage respectivement 45% et 44% donc la zone ou le miel a été récolté se caractérise par des plantes mellifères variées et de même étendue avec la même attirance pour les abeilles.

Par contre pour les pollens isolés important et les pollens isolés sont représentés respectivement par les familles **Cucurbitacées** et **Pinacées** de 6.2% et 1% ces pourcentages sont liée a leur faible présence à l'endroit ou l'échantillon a été récolté.

C'est un miel qui peut être considéré «**miel toutes fleurs** »

## **Conclusion :**

Nous disons que les formes polliniques varient en fréquence et en abondance probablement suite à une différence de distribution géographique de la plante, et de l'effet des conditions du milieu sur la production du nectar ou de la durée de la période de végétation.

C'est pour cela que les miels présentés dans ce travail peuvent être classés ainsi :

- Les miels 1 et 7 sont des miels d'eucalyptus.
- Les miels 2, 4, 6 et 8 sont des miels d'agrumes.
- L'échantillon 3 est un miel de néflier
- L'échantillon 5 est considéré comme mélange de miel et miellat de par son origine botanique (miel de caroubier) et ses propriétés physico-chimiques.
- L'échantillon 9 ne présente pas de pollen dominant ; ce miel est présumé toutes fleurs mais son spectre pollinique parait incomplet d'où la suspicion d'un miel de nourrissage
- L'échantillon 10 est un miel « toutes fleurs »

## **Conclusion générale et recommandations**

Le miel, cette substance naturelle, récolté sur des végétaux divers, élaboré par des insectes, soumise au caprice de l'environnement ; présente un éventail très large de gout et de couleur devant cette complexité le consommateur se trouve toujours confronté a un problème de qualité difficilement appréciable a l'œil nue.

Donc il est important de recourir a des méthodes sûres et fiable basé sur des examens physico-chimiques et palynologiques qui nous permettent d'identifier les miels et de déterminer leurs critères de base.

La façon la plus simple de le valoriser, consiste à présenter un produit frais de qualité correspondant au gout de la majorité des consommateurs ayant gardé ces arômes et couleur initiale avec une cristallisation fine une teneur en eau réduite pour sa bonne conservation.

Nous pouvons proposer les recommandations suivantes :

- Maitriser les techniques de récolte et de conditionnement pour éviter les modifications du produit.
- Le pH et la teneur en eau ce sont des données analytiques que doit connaître l'apiculteur pour mieux conditionner ses produits.
- L'établissement de la carte phytogéographique et de l'atlas pollinique représentant les espèces mellifères de notre pays avec période de floraison pour chaque espèce.
- Diversifier notre production de miel en choisissant selon la carte établie les sites favorables à une intensification de la production.
- L'utilisation rationnelle des données technologiques pour améliorer la qualité des miels.

---

# Annexes

Annexe n° 1

**Tableau de CHATAWAY (GONNET. H 1982)**

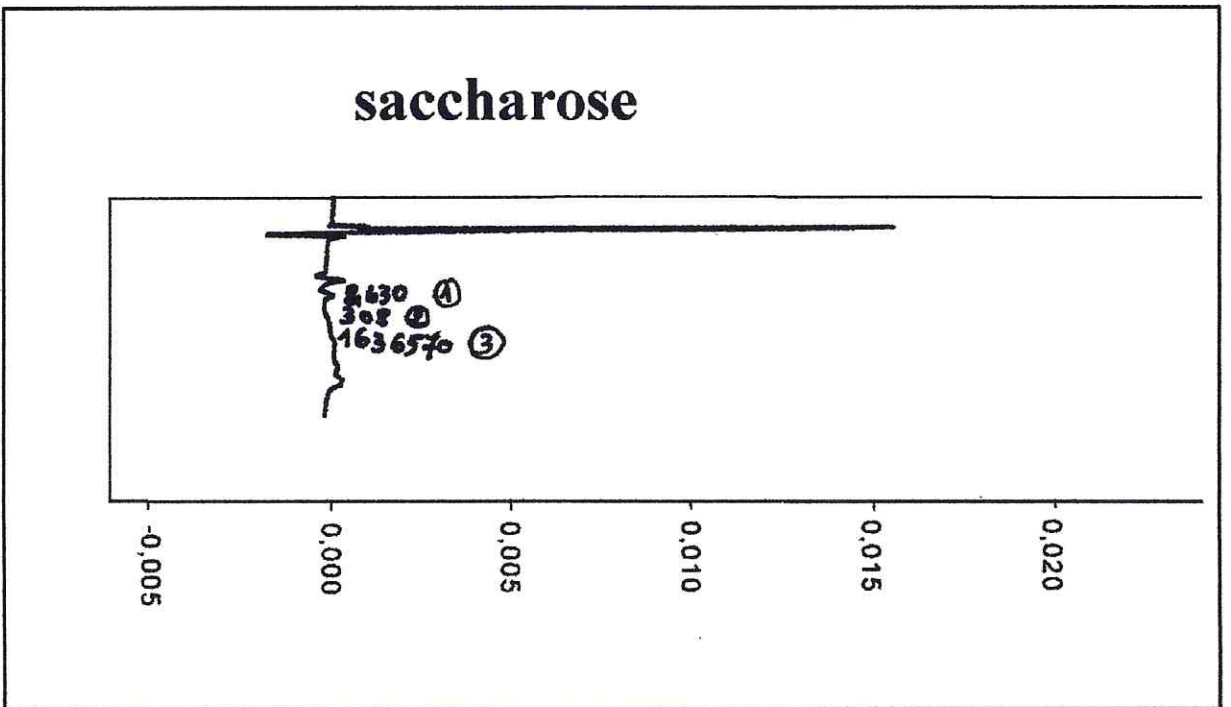
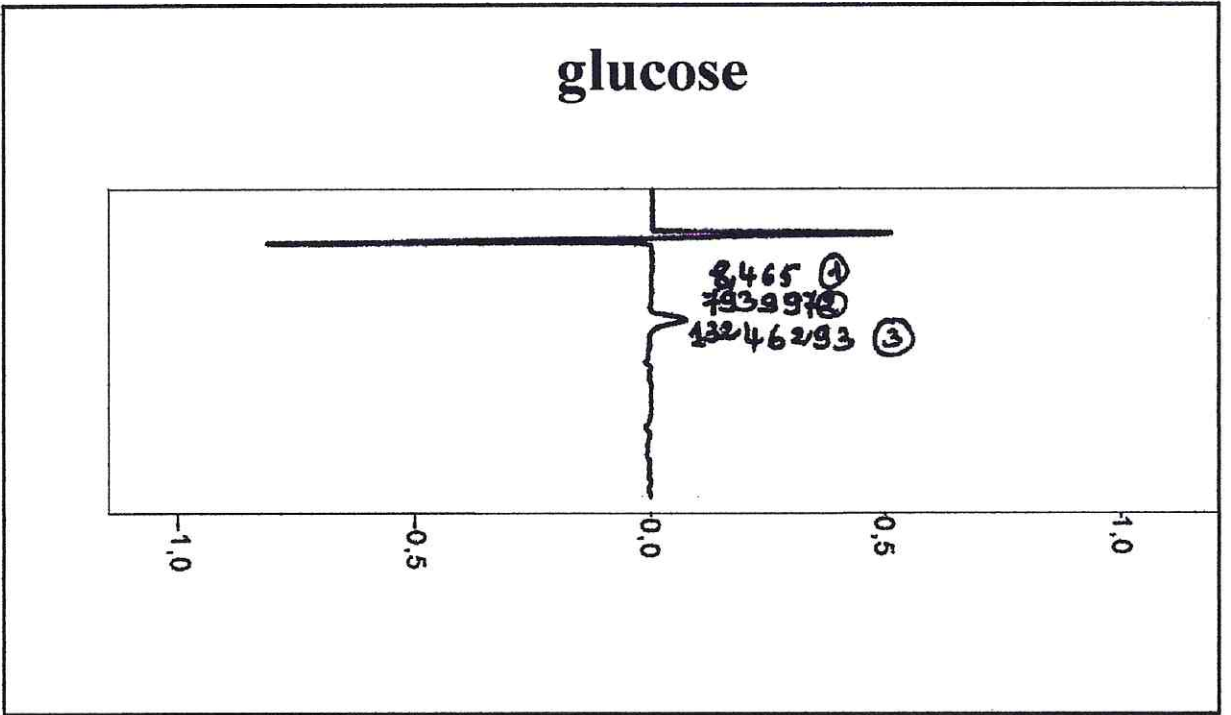
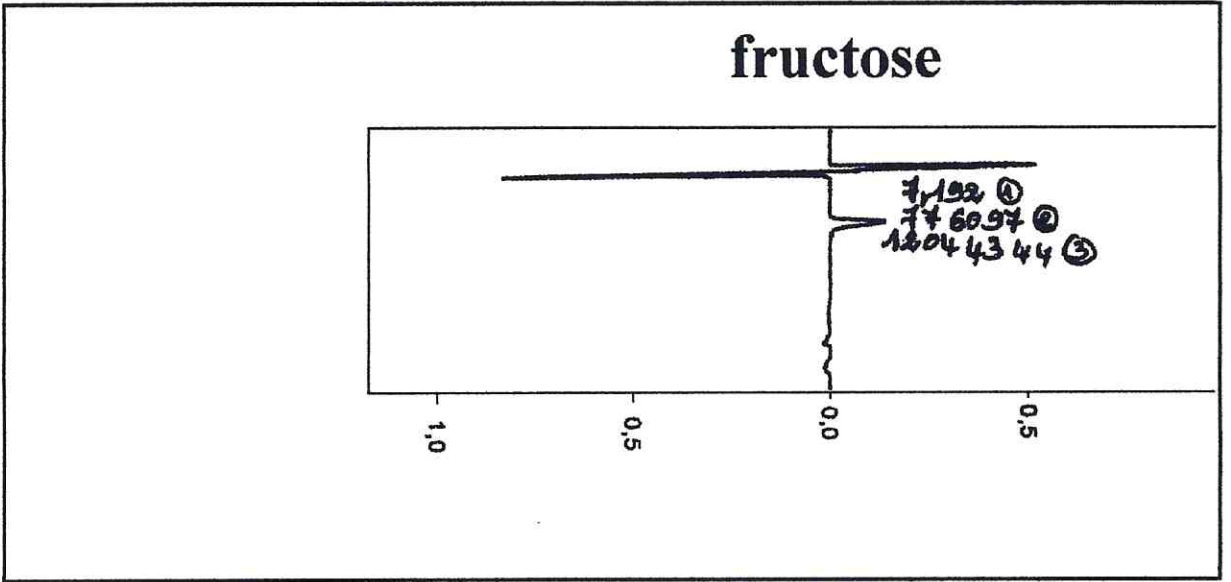
Indice de réfraction à 20°C	Pourcentage réel d'eau	Indice de réfraction à 20°C	Pourcentage réel d'eau
1.5041	13.0	1.4910	18.2
1.5035	13.2	1.4905	18.4
1.5030	13.4	1.4900	18.6
1.5025	13.6	1.4895	18.8
1.5020	13.8	1.4890	19.0
1.5015	14.0	1.4885	19.2
1.5010	14.2	1.4880	19.4
1.5005	14.4	1.4876	19.6
1.5000	14.6	1.4871	19.8
1.4995	14.8	1.4866	20.0
1.4990	15.0	1.4862	20.2
1.1985	15.2	1.4858	20.4
1.4980	15.4	1.4853	20.6
1.4975	15.6	1.4849	20.8
1.4970	15.8	1.4844	21.0
1.4965	16.0	1.4829	21.5
1.4960	16.2	1.4815	22.0
1.4955	16.4	1.4802	22.5
1.4950	16.6	1.4889	23.0
1.4945	16.8	1.4777	23.5
1.4940	17.0	1.4764	24.0
1.4935	17.2	1.4752	24.5
1.4930	17.4	1.4739	25.0
1.4925	17.6	1.4726	25.5
1.4920	17.8	1.4714	26.0
1.4915	18.0	1.4702	26.5



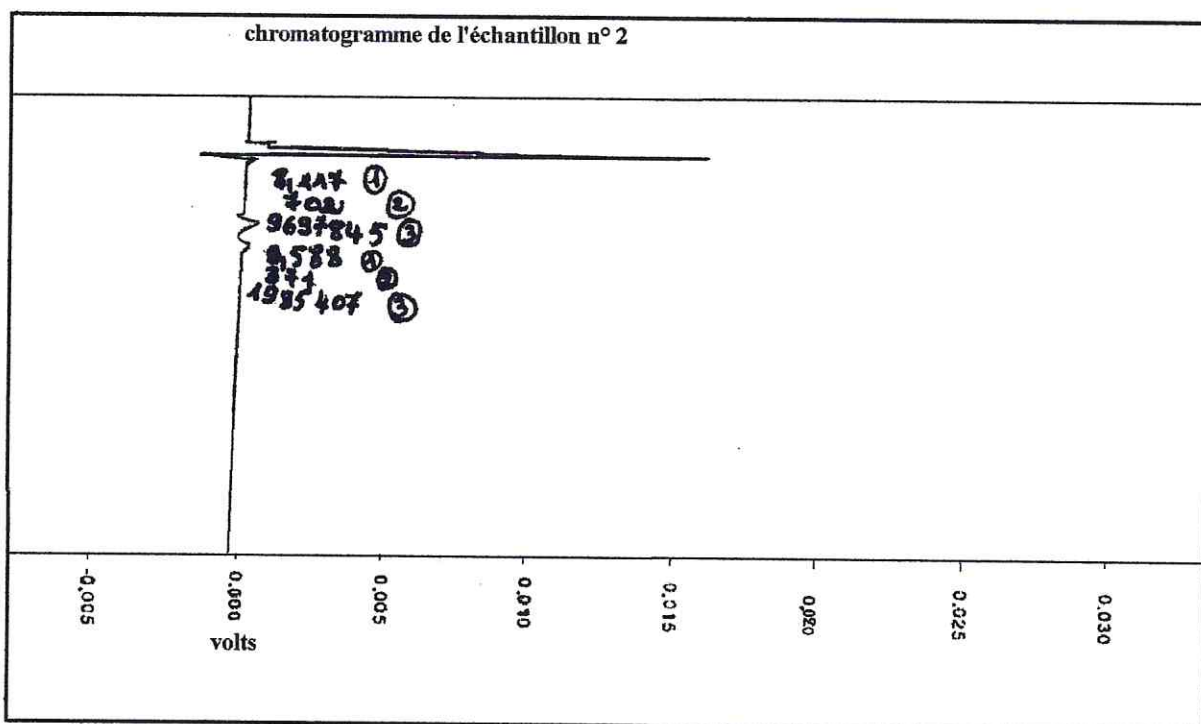
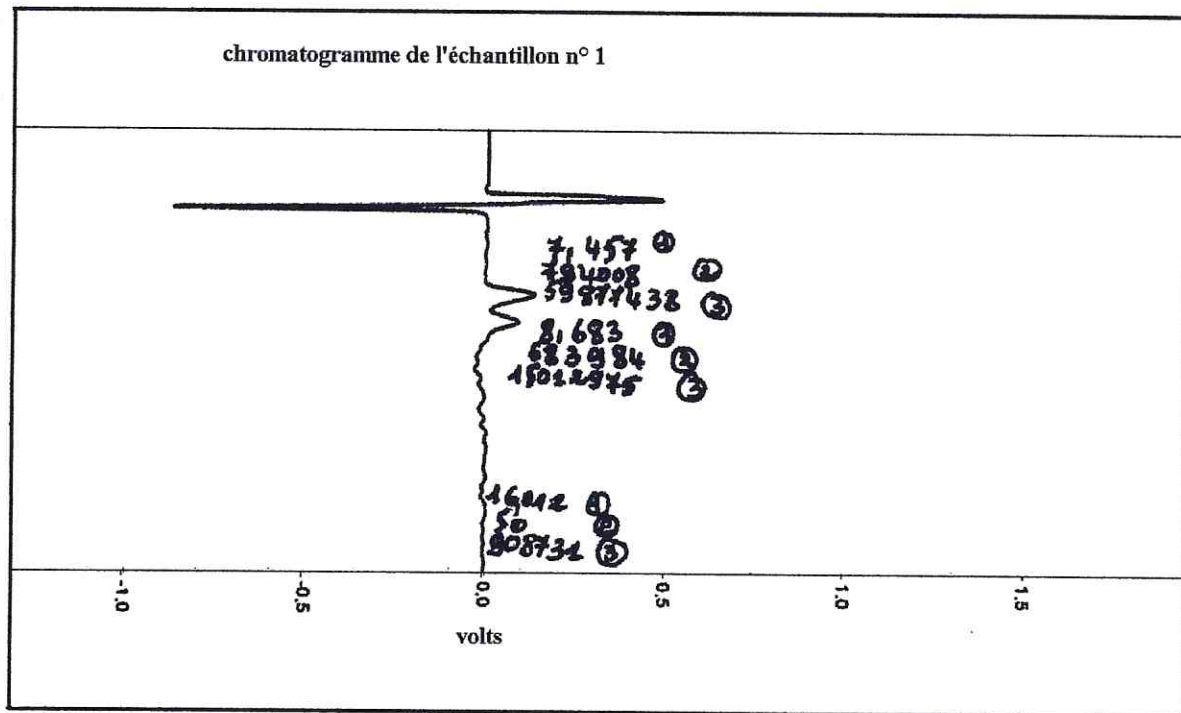
Annexe n° 2

# Chromatogramme Des sucres standards

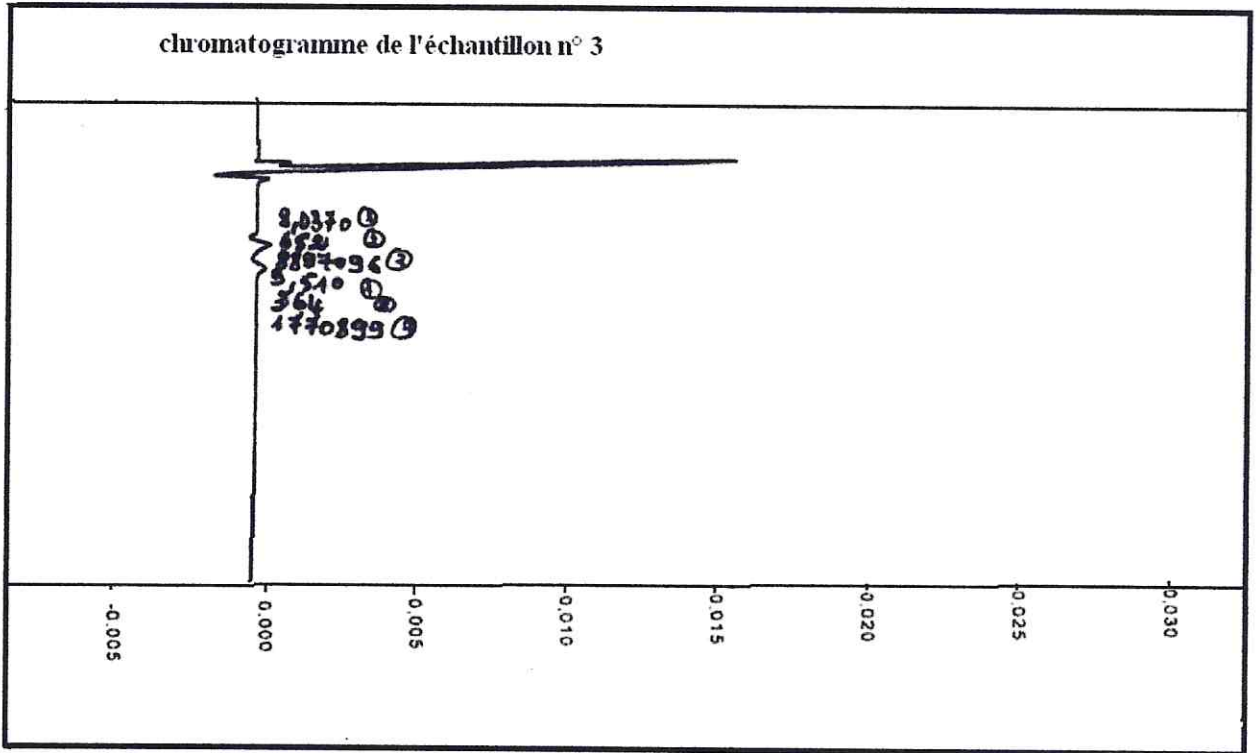
1- temps de rétention.  
2- hauteur du pic.  
3- surface.



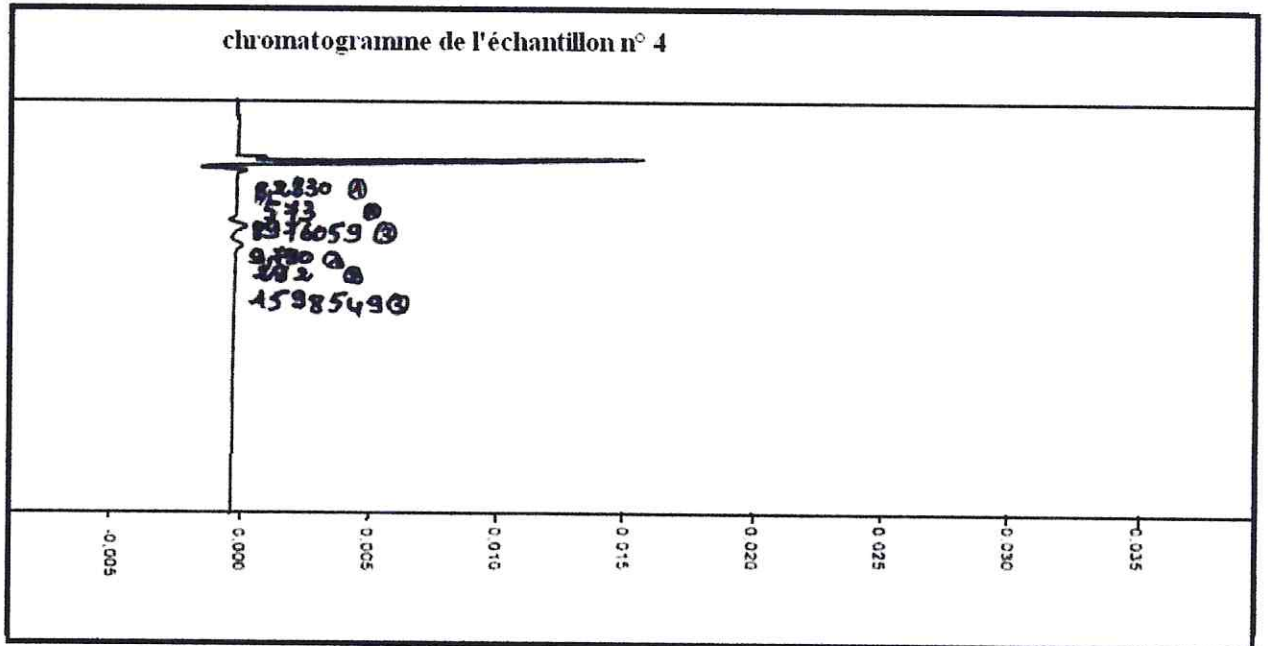
- 1-temps de rétention.
- 2-hauteur du pic.
- 3-surface.



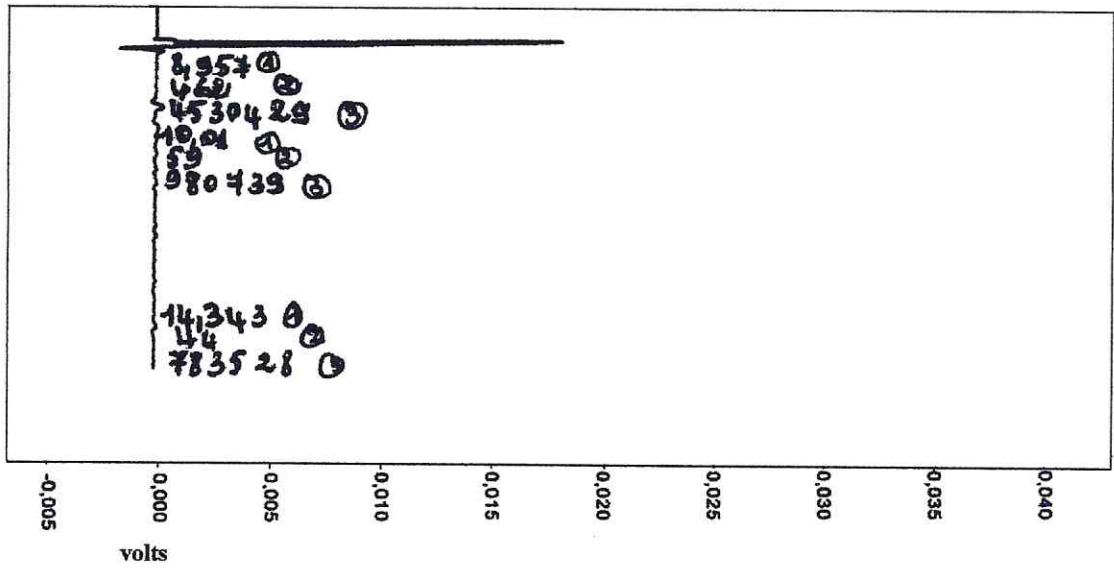
chromatogramme de l'échantillon n° 3



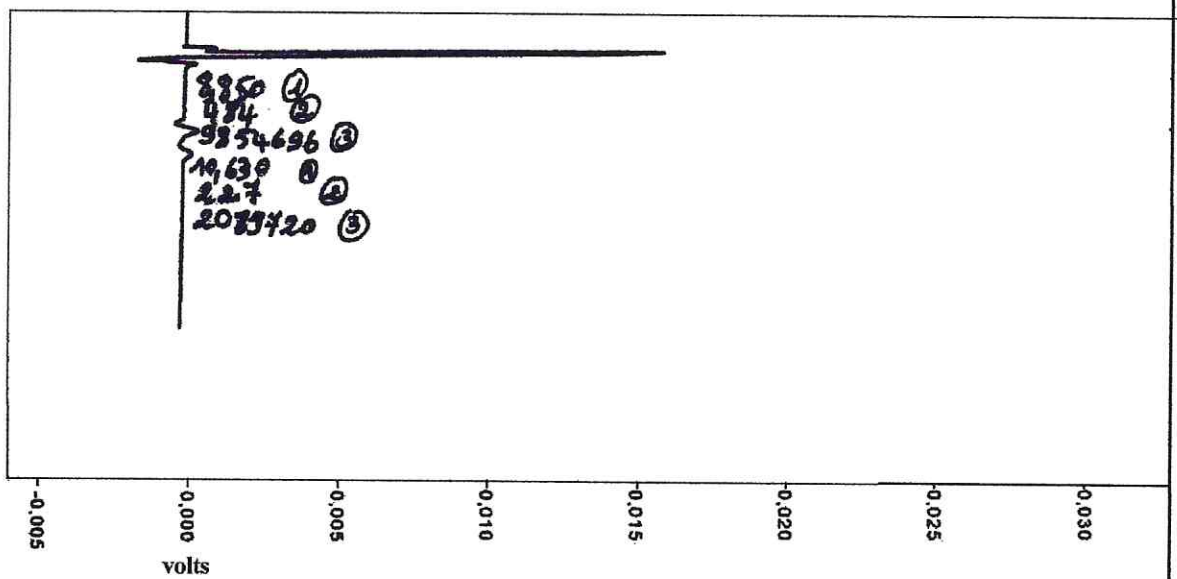
chromatogramme de l'échantillon n° 4



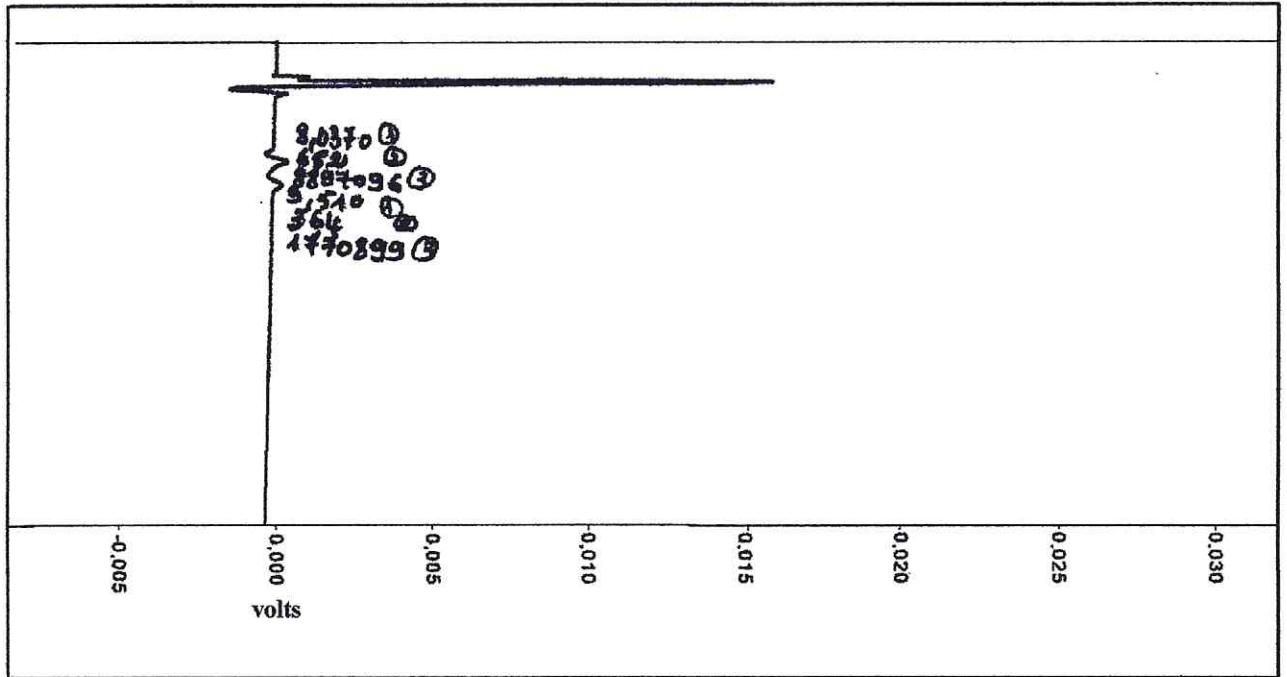
chromatogramme de l'échantillon n° 5



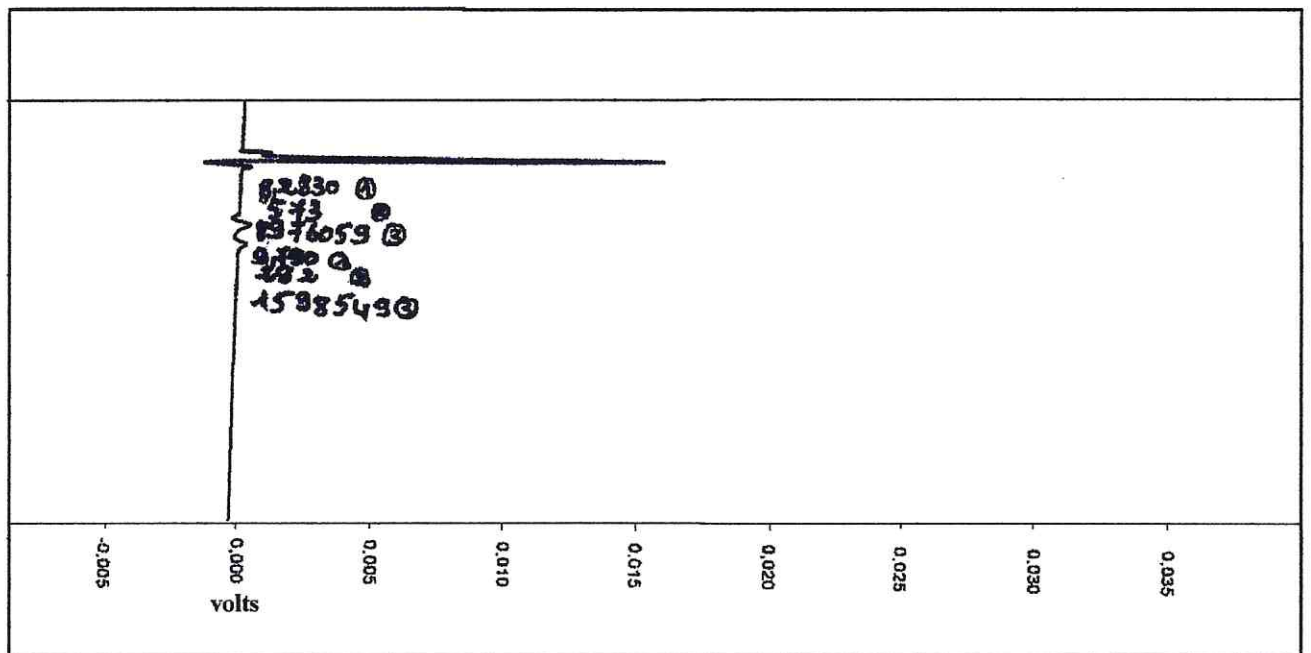
chromatogramme de l'échantillon n° 6



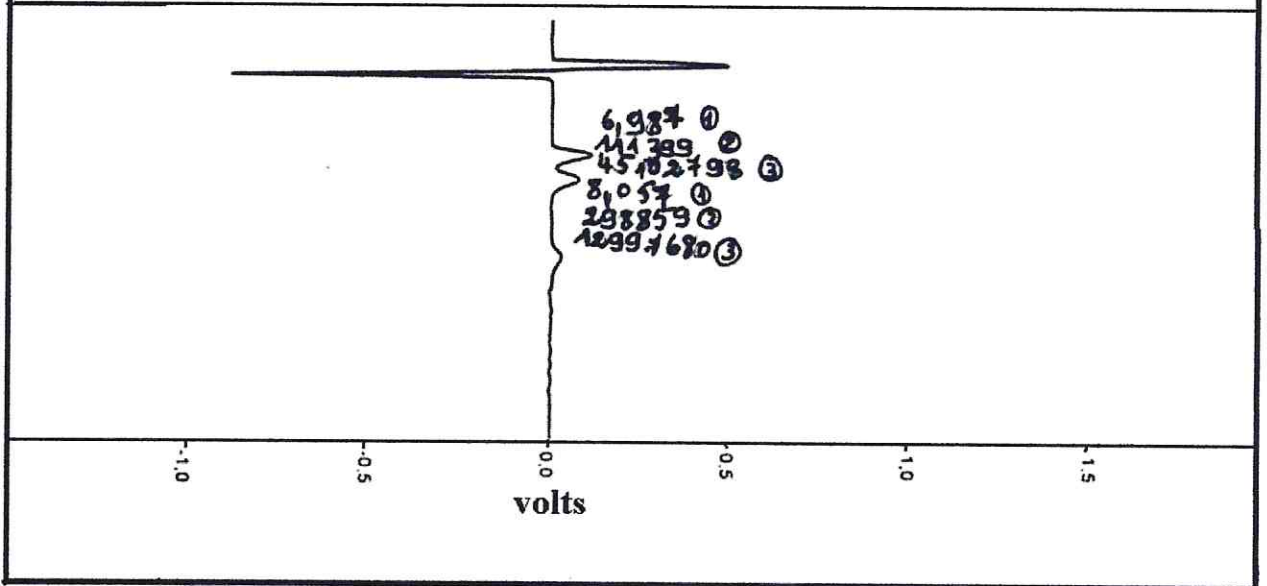
chromatogramme de l'échantillon n°7



chromatogramme de l'échantillon n°8

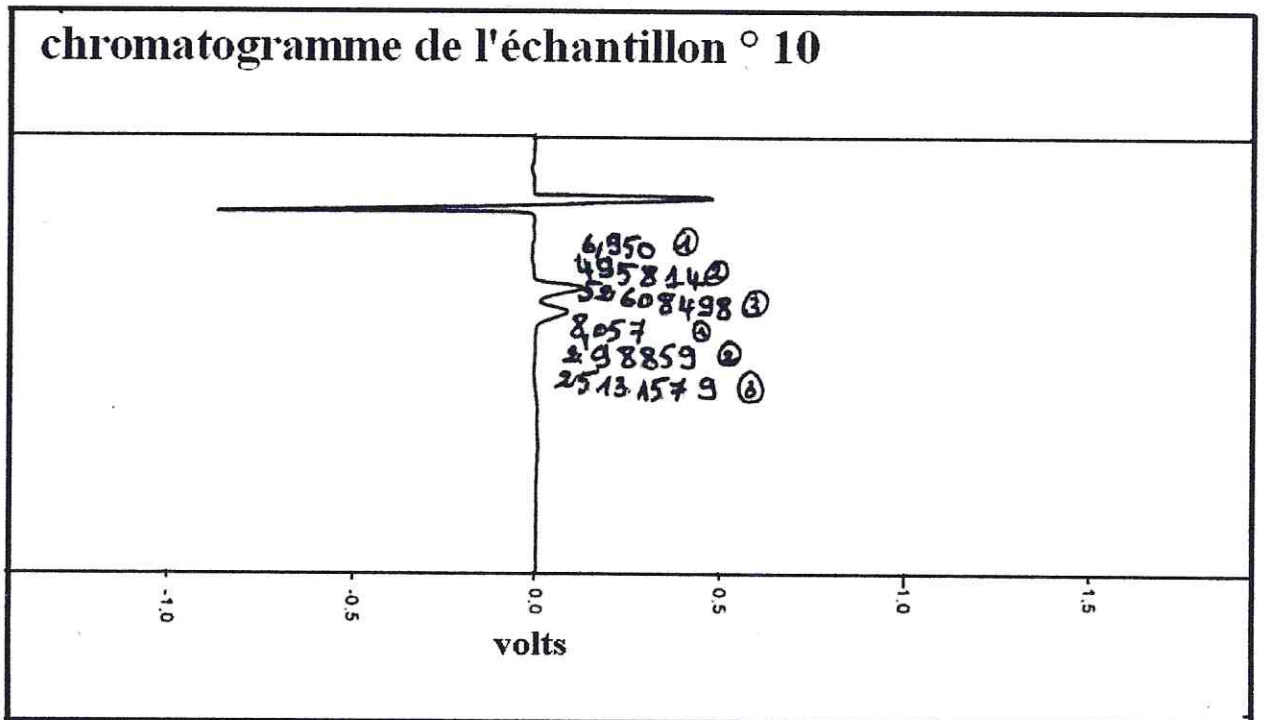


### chromatogramme de l'échantillon n°9



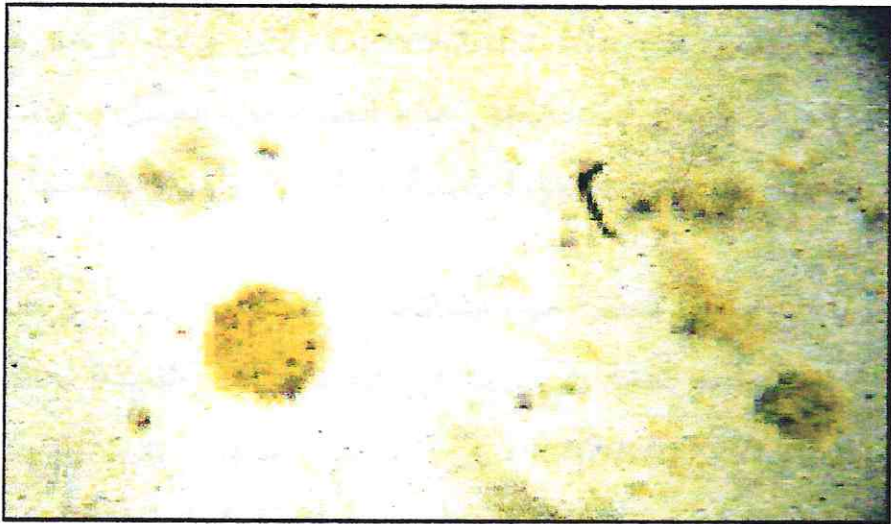
*Handwritten signature or initials*

### chromatogramme de l'échantillon ° 10

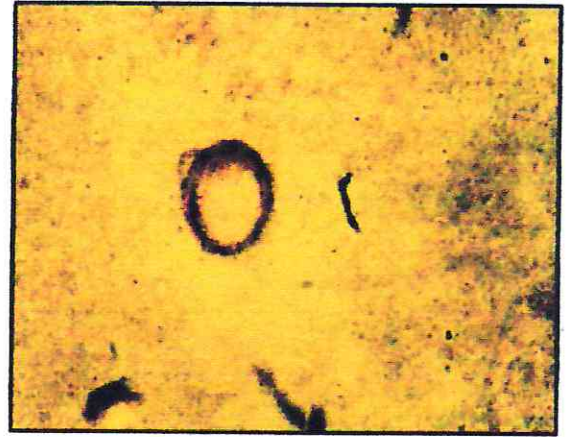
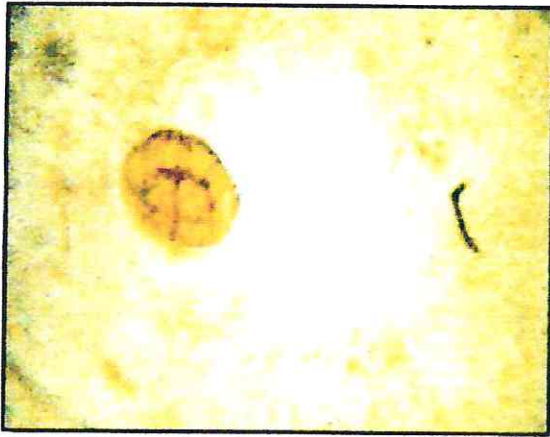


## Annexe n° 3

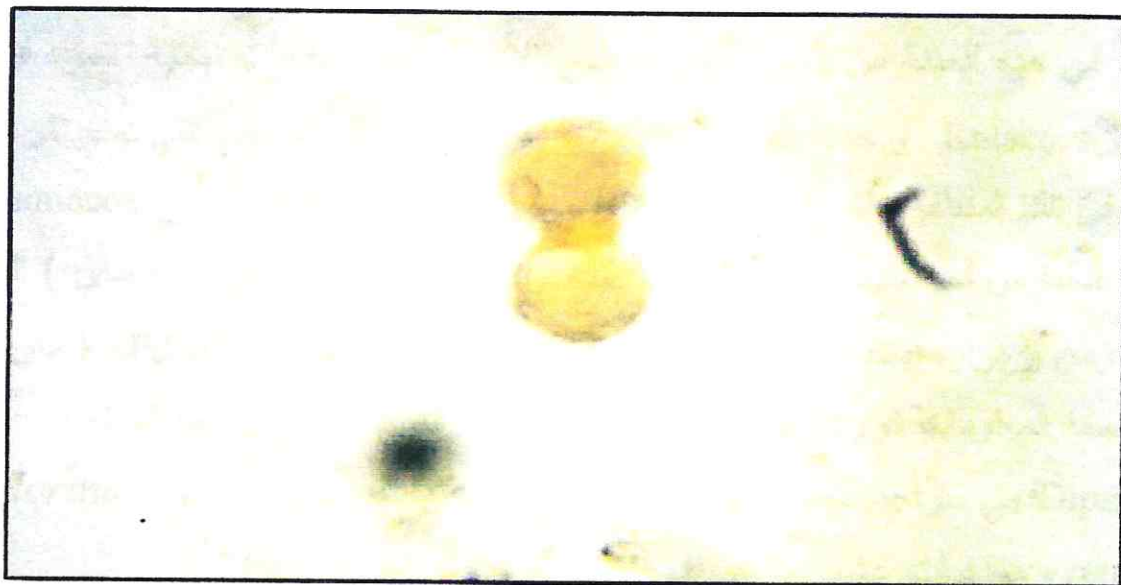
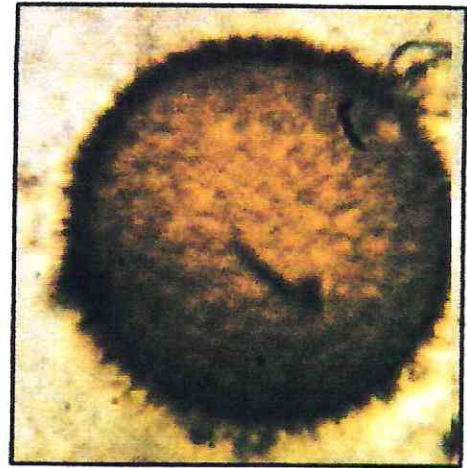
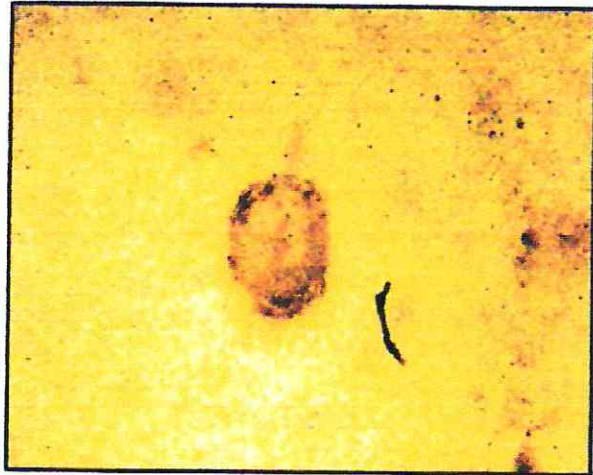




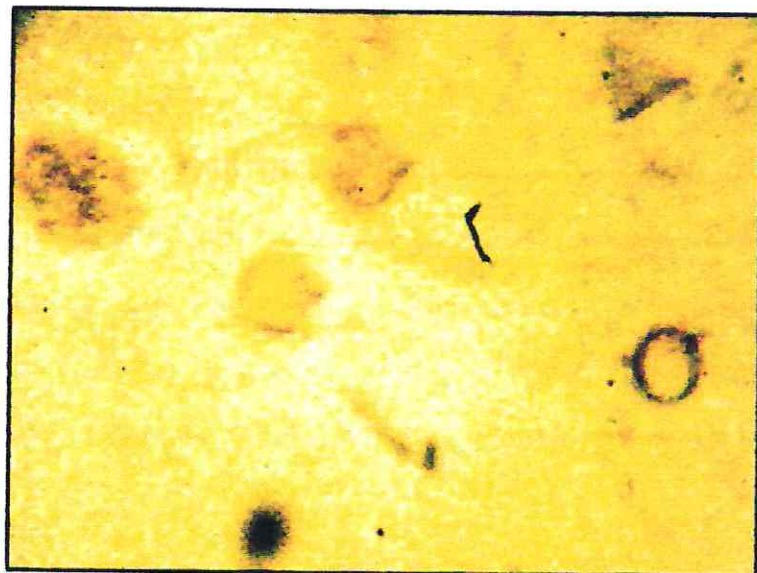
**Microphotographie de l'échantillon n° 1 avec agrandissement en X 40**



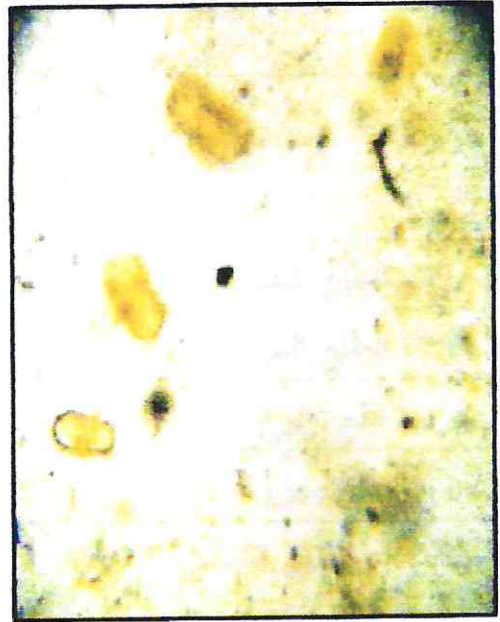
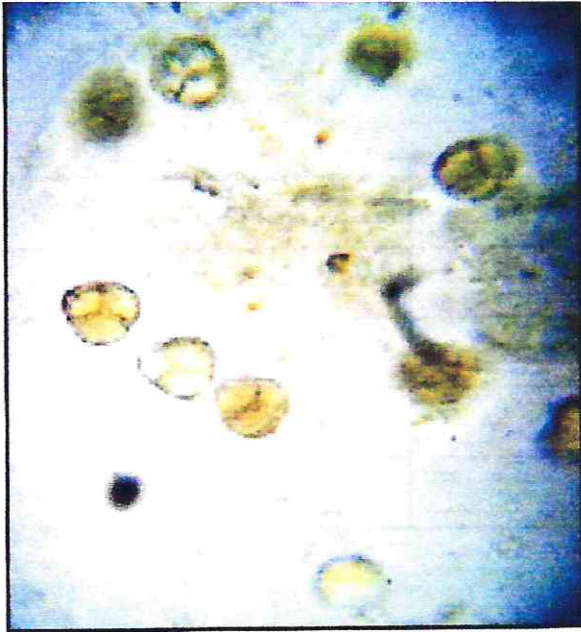
**Microphotographie de l'échantillon n° 2 avec agrandissement en X 40**



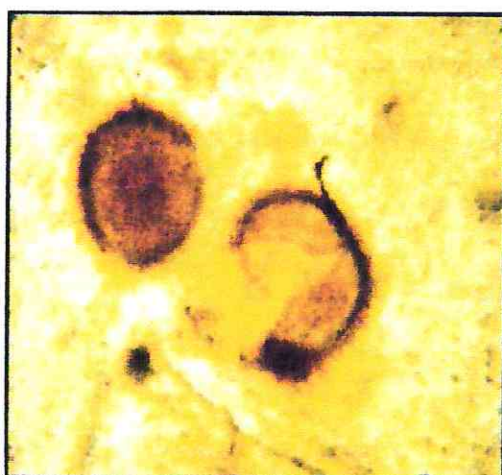
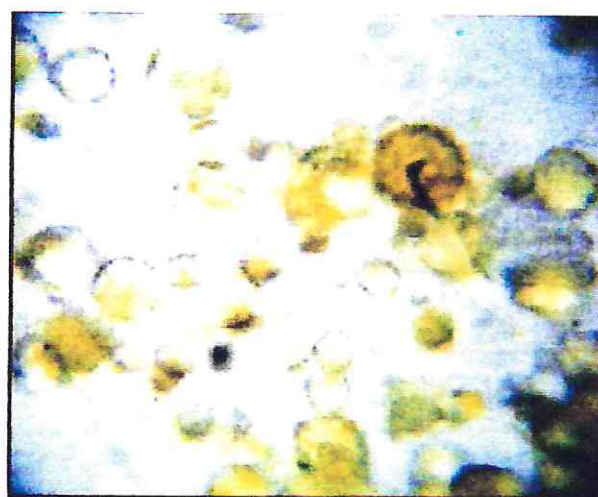
**Microphotographie de l'échantillon n° 3 avec agrandissement en X 40**



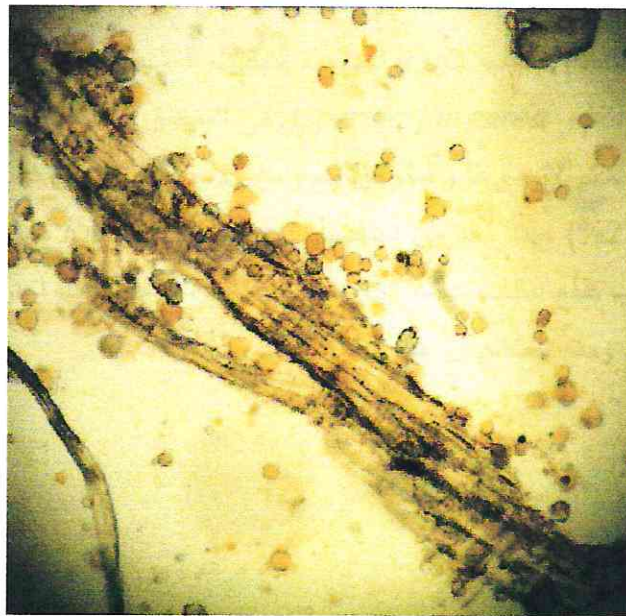
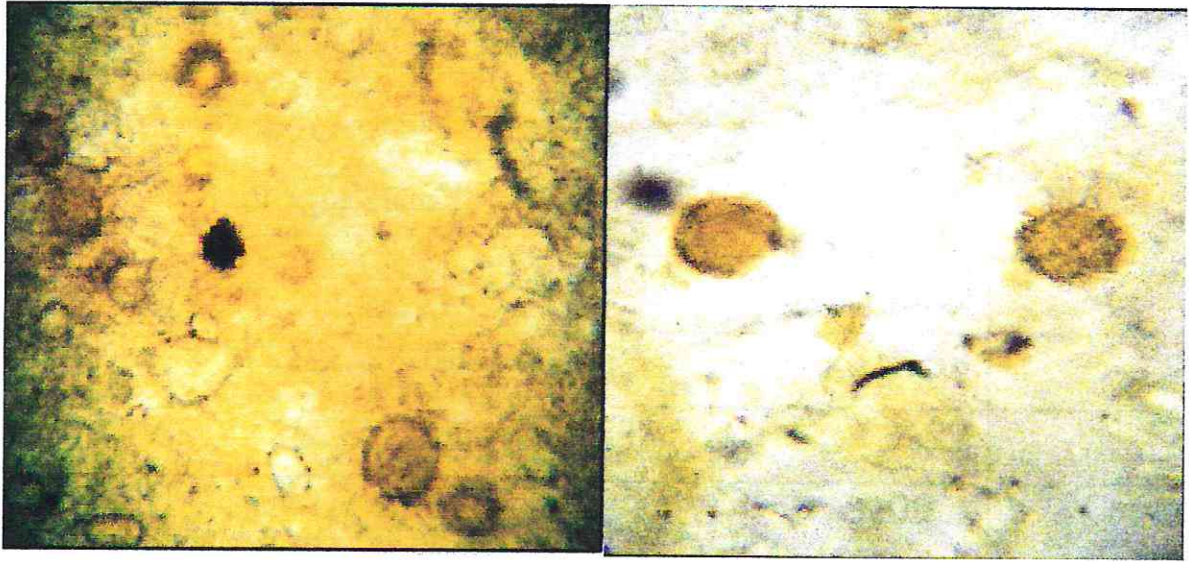
**Microphotographie de l'échantillon n° 4 avec agrandissement en X 40**



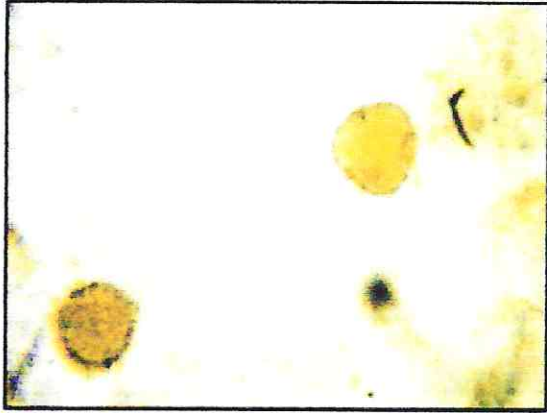
**Microphotographie de l'échantillon n° 5 avec agrandissement en X 40**



**Microphotographie de l'échantillon n° 6 avec agrandissement en X 40**

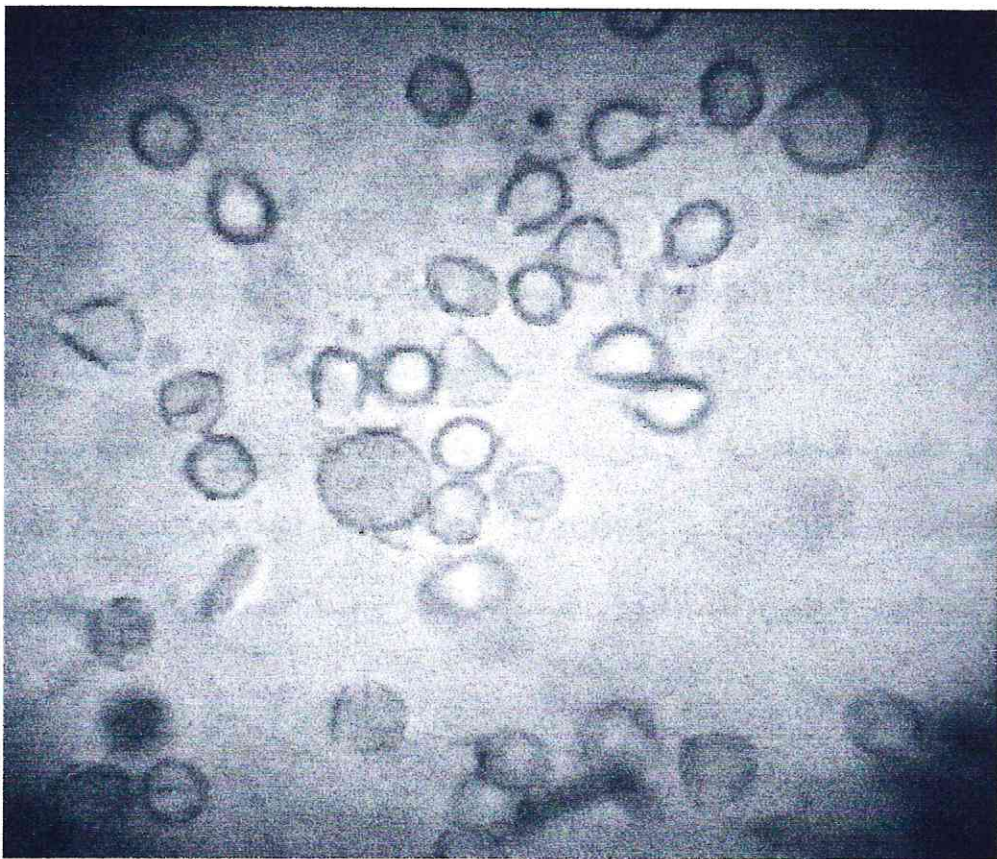
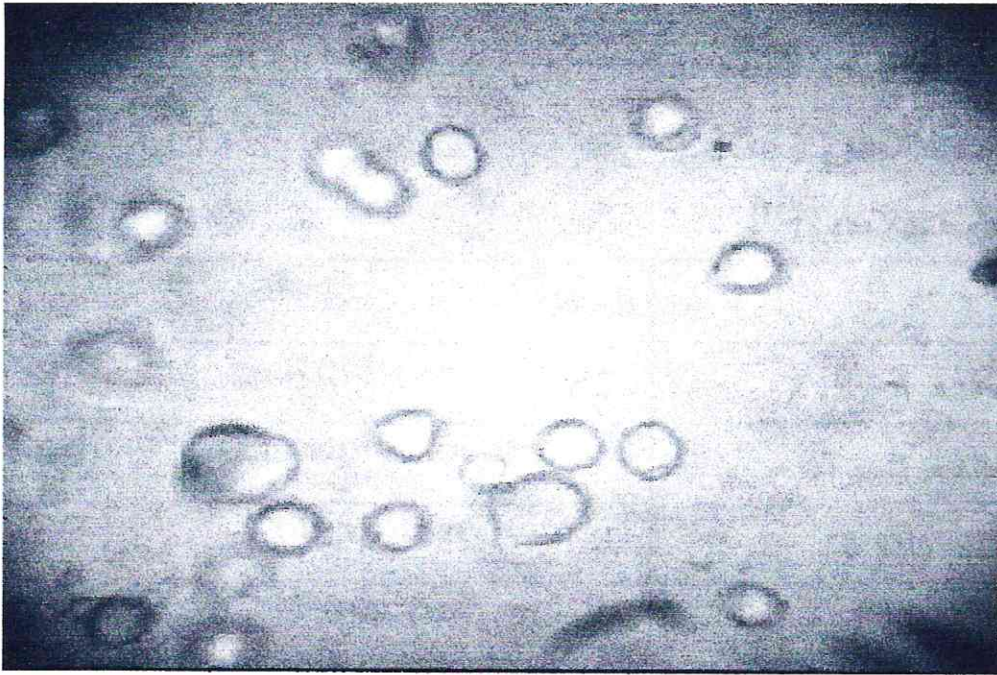


**Microphotographie de l'échantillon n° 7 avec agrandissement en X 40**

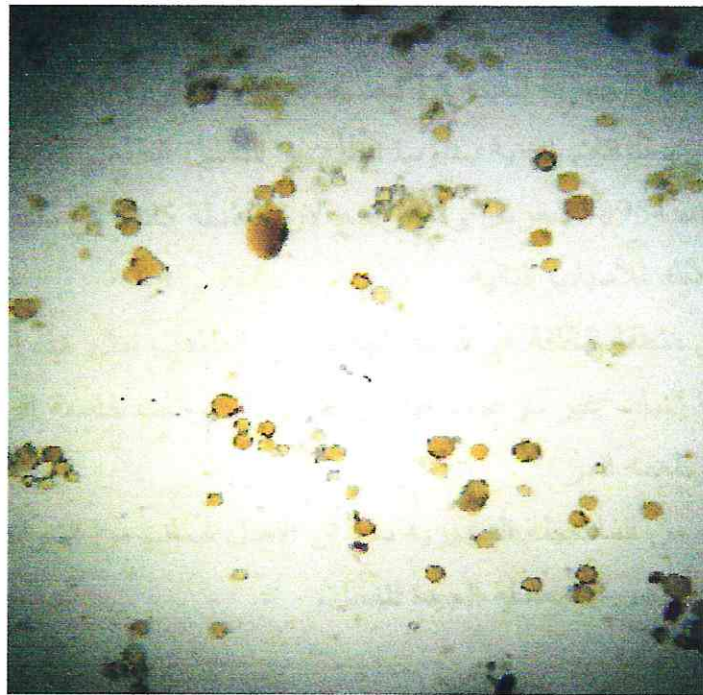
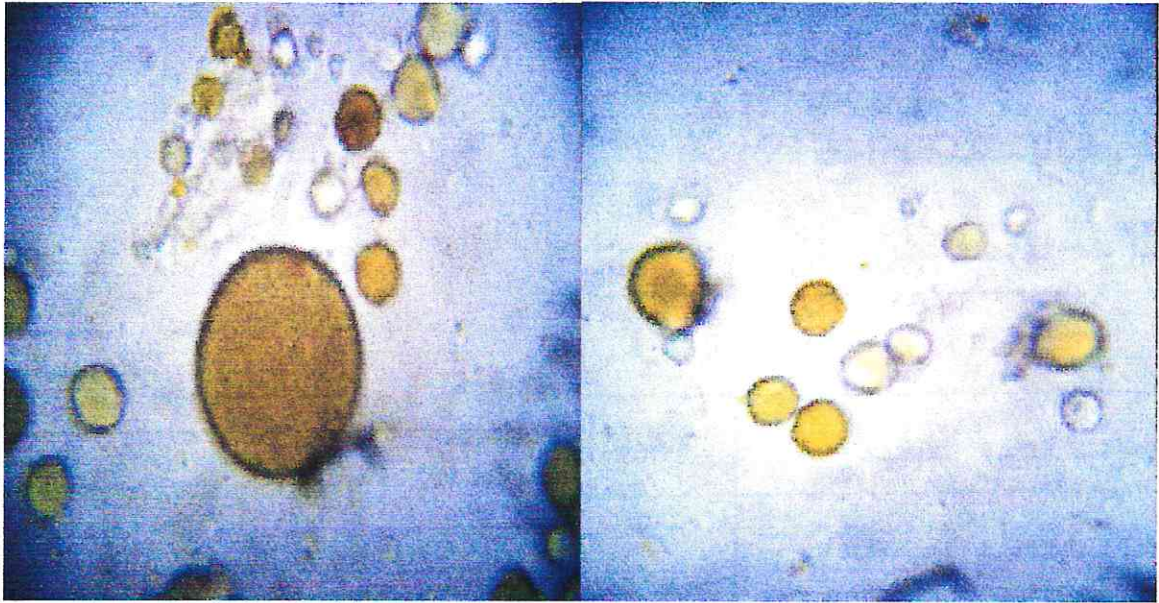


**Microphotographie de l'échantillon n° 8 avec agrandissement en X 40**





**Microphotographie de l'échantillon n° 9 avec agrandissement en X 40**



**Microphotographie de l'échantillon n° 10 avec agrandissement en X 40**

Annexe n° 4

## **Méthode :**

Du pollen frais, provenant d'anthères mure, ou, pour les petites fleurs, des anthères entières sur une lame porte-objet ou dans un verre de montre au moyen d'une goutte d'éther ou de chloroforme.

Il est recommandé d'utiliser les boutons fraîchement ouverts et de laisser les fleurs pendant 24 heures dans un vase pourvu d'eau et dans une pièce sans courant d'air avant de les utiliser.

Les anthères mures doivent lorsqu'on les agite avec l'éther ou le chloroforme éclater et se vider de leur contenu. Après évaporation du produit servant au dégraissage, les restes des anthères sont éliminés.

Le pollen dégraissé est inclus dans la glycérine gélatinée pour obtenir une préparation durable.

Une goutte de glycérine gélatinée liquéfié au bain-marie est déposée sur une lamelle placée sur la couche de pollen étalée sur la lame porte-objet. Les préparations terminées sont lutées au moyen de baume du Canada ou au moyen d'un lut quelconque approprié.

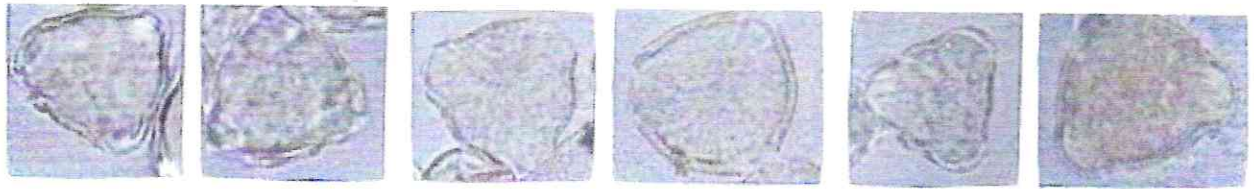
Lorsque le matériel de départ est constitué par des plantes sèches provenant par exemple d'un herbier, conservé de préférence dans des sachets de cellophane, les anthères sèches sont plongées entières ou écrasées dans l'éther et la masse de pollen qui s'échappe est travaillée comme il est décrit plus haut.

Il est recommandé de séparer les anthères et les restes végétaux de la masse de pollen par passage sur une gaze très fine. (J.LOUVEAUX, 1968).

### **1-pollen de brassicacées**

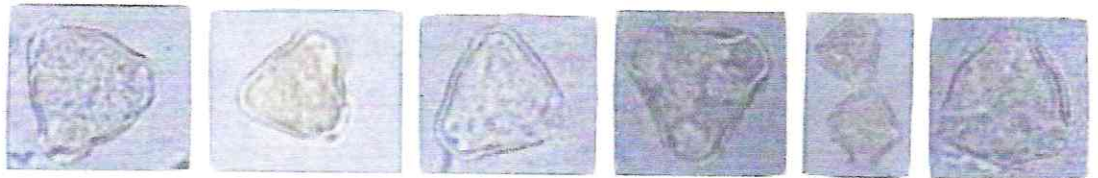


2-pollen de rosacées

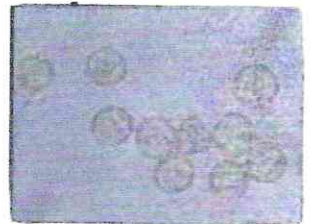


type prunus/pyrus

type rubus

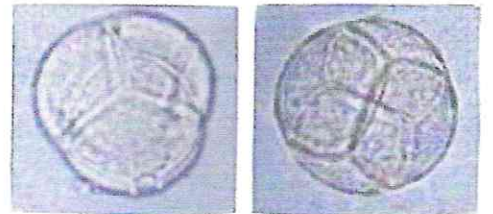


filipendula ulmaria



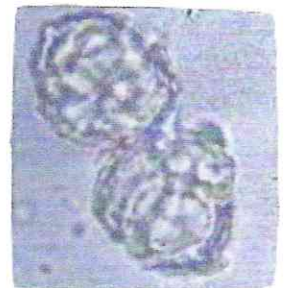
---

3-Erica cinerea



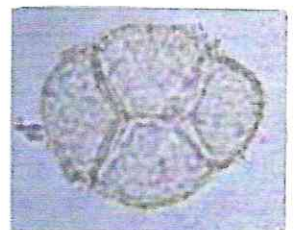
---

4-Erica arborea

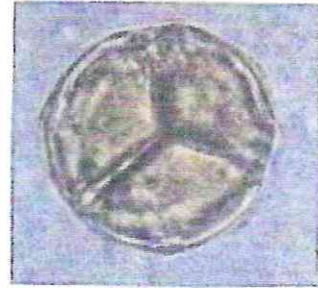


---

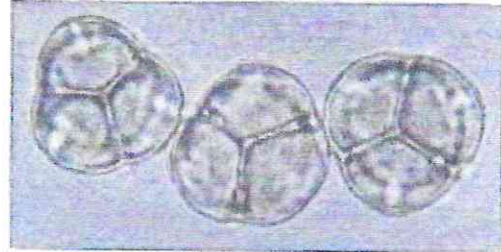
5-calluna vulgaris



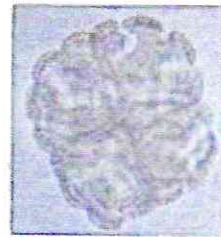
6-*Arbutus unedo*



7-*Rhododendron ferrugineum*

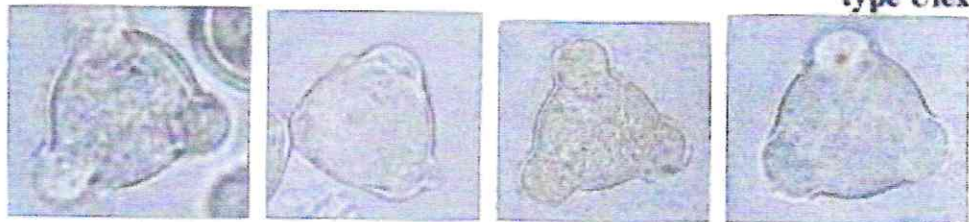


8-Autres tétrades

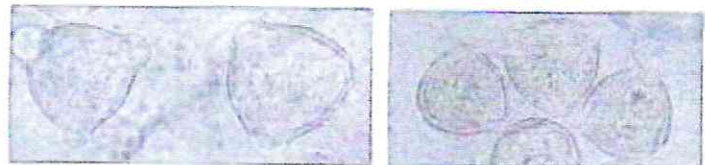


10-Pollen de fabacées:

type *Ulex*



X

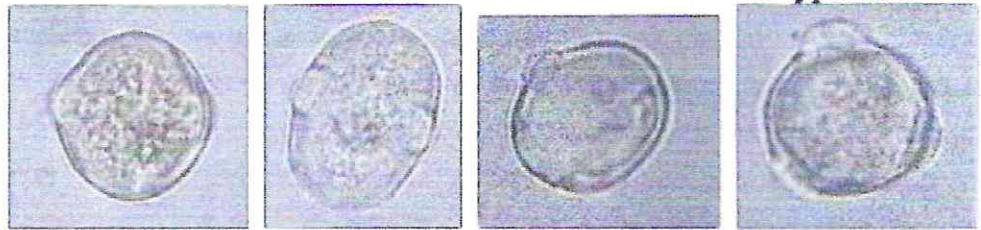


type *Trifolium*

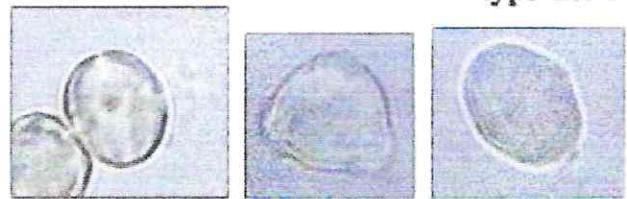




**type Melilotus**



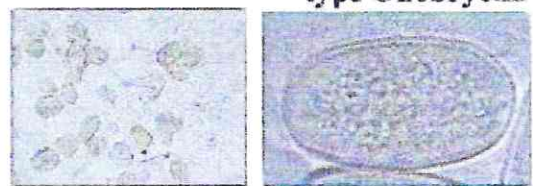
**type Lotus**



**type Vicia**

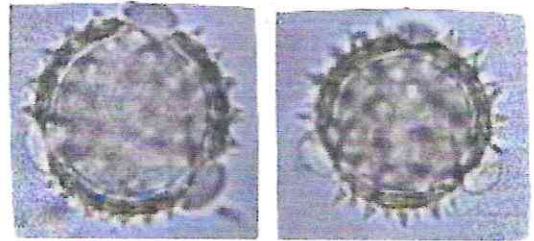
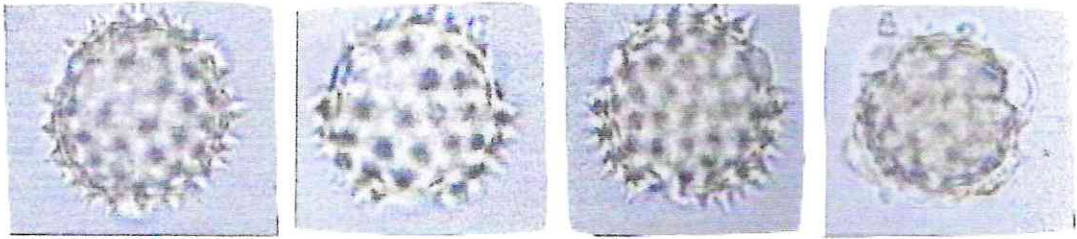


**type Onobrychis**

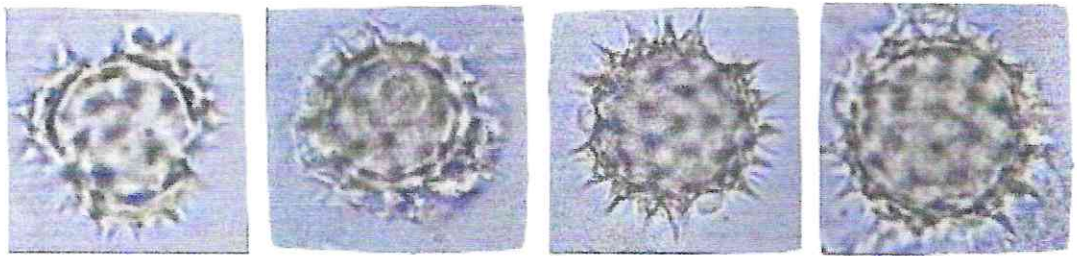


11-pollen d'asteracées

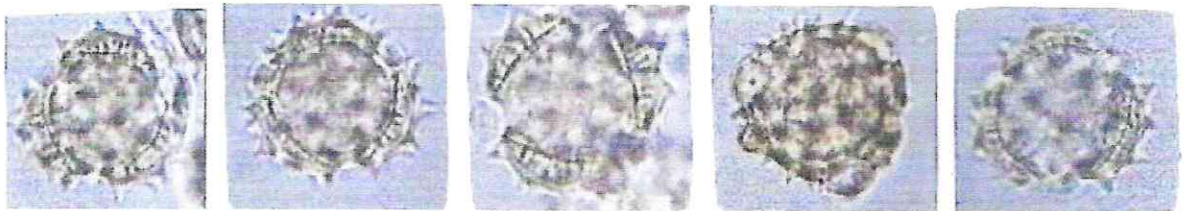
type aster



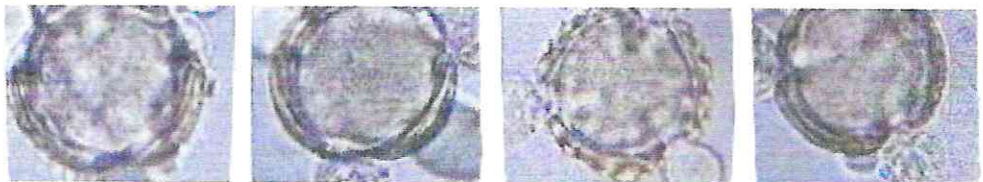
type helianthus



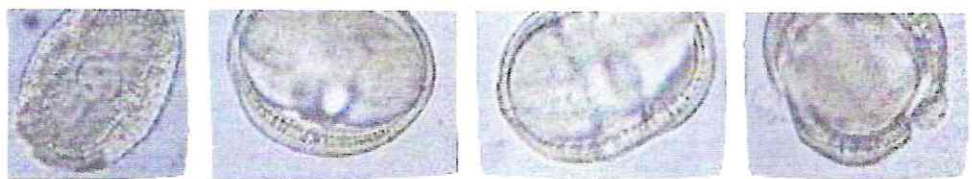
type achillea



type centaurea nigra

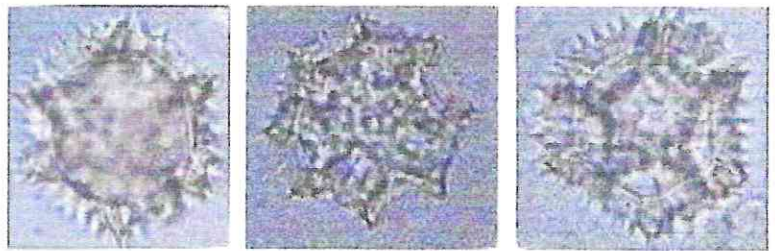


type centaurea cyanus





type Taraxacum = asteracées liguliflores



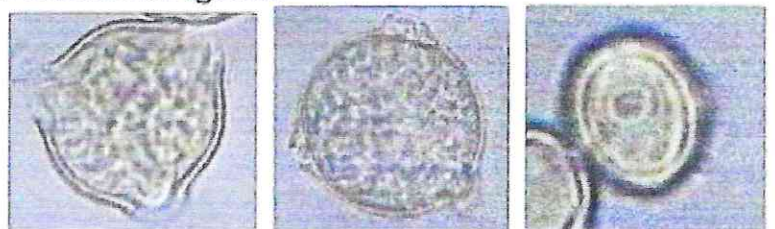
mais il existe encore d'autre (type) ....



12-Pollen de dipsacacées



13-Pollen de fagacées



14-pollen de lamiacées

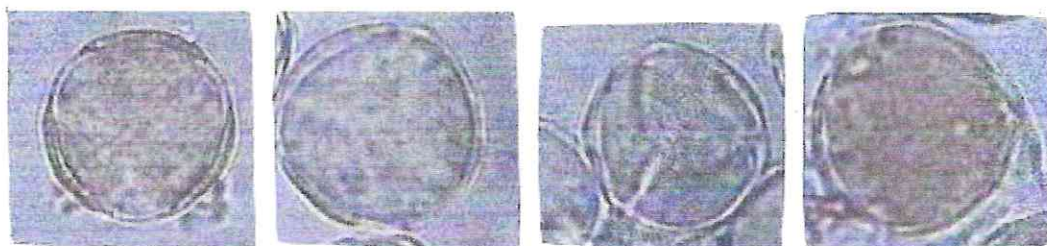
type à 6 sillons



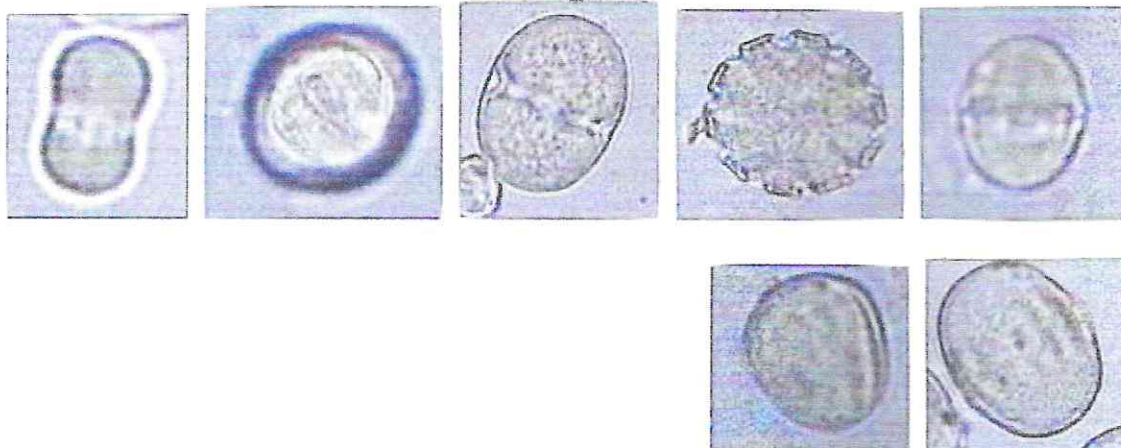
Pollen de lamiacées: type à 6 sillons



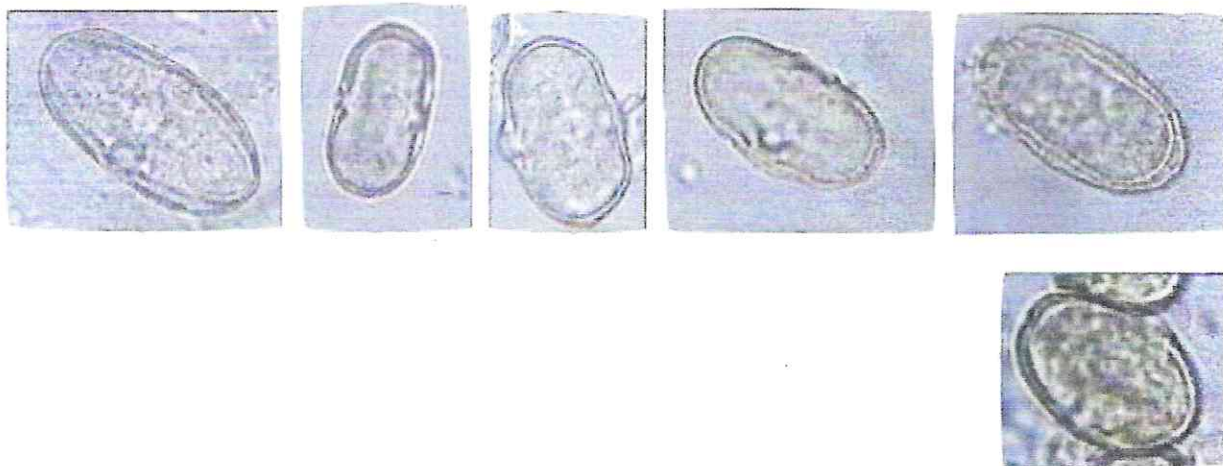
pollen de laminacées: type à 3 sillon



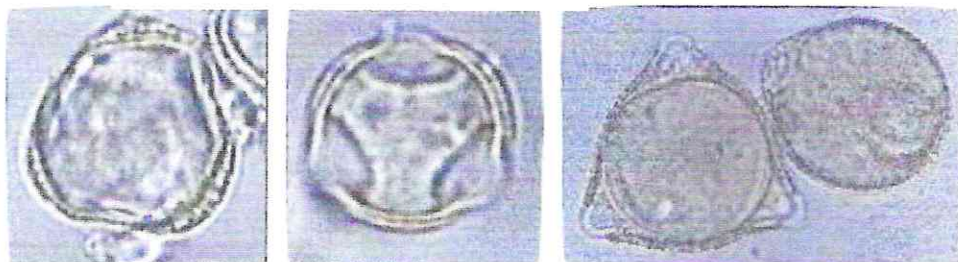
15-Pollen de borraginacées



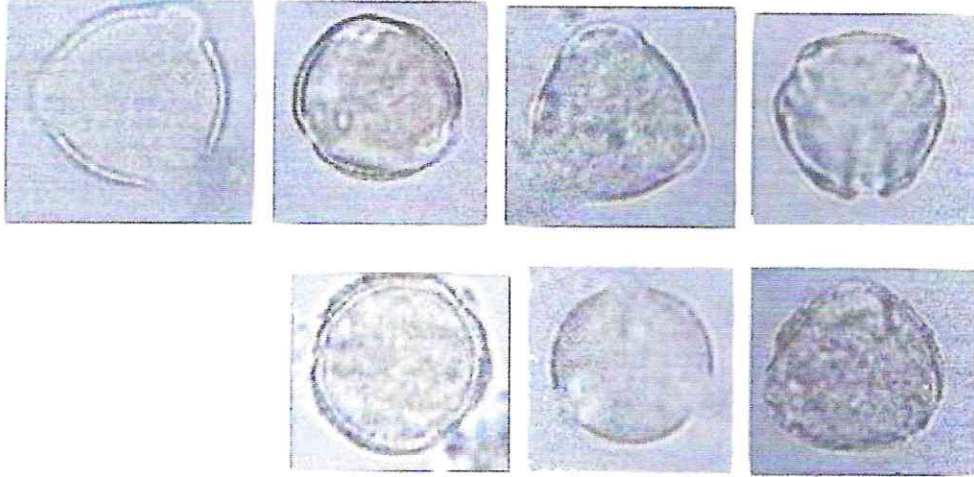
16-pollen d'apiacées



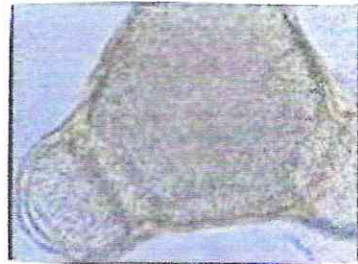
17-pollen de caprifoliacées



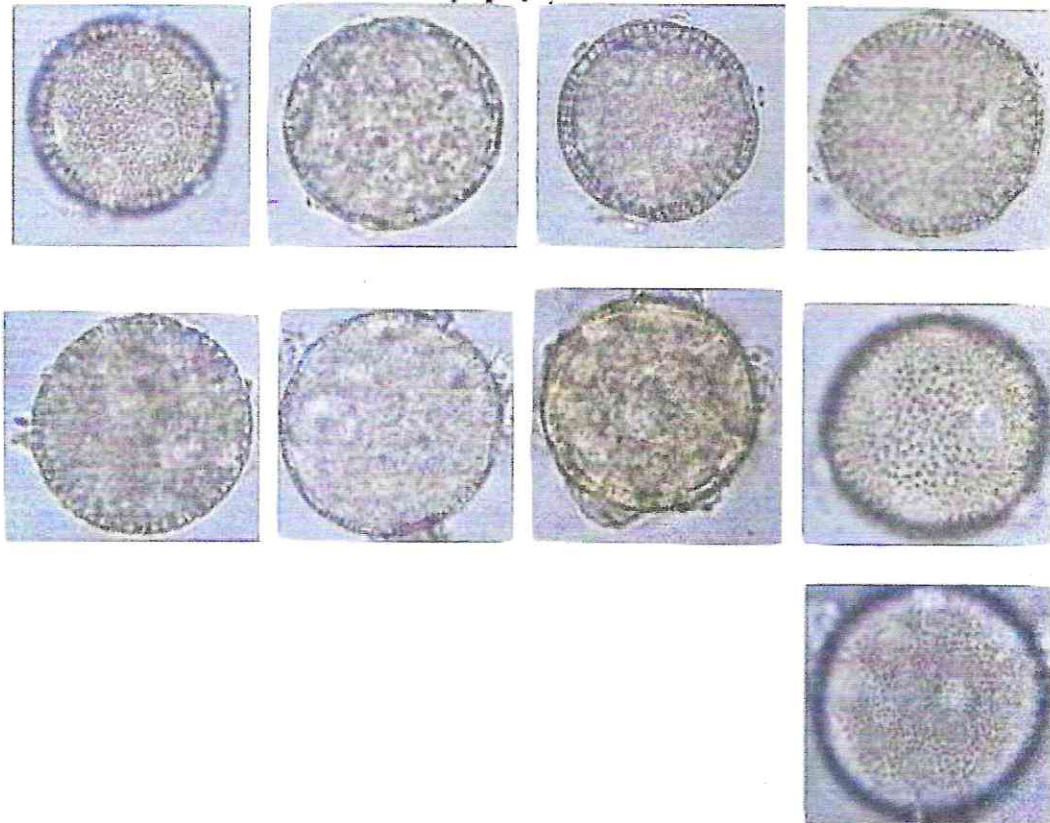
**18- Pollen de scrofulariacées**



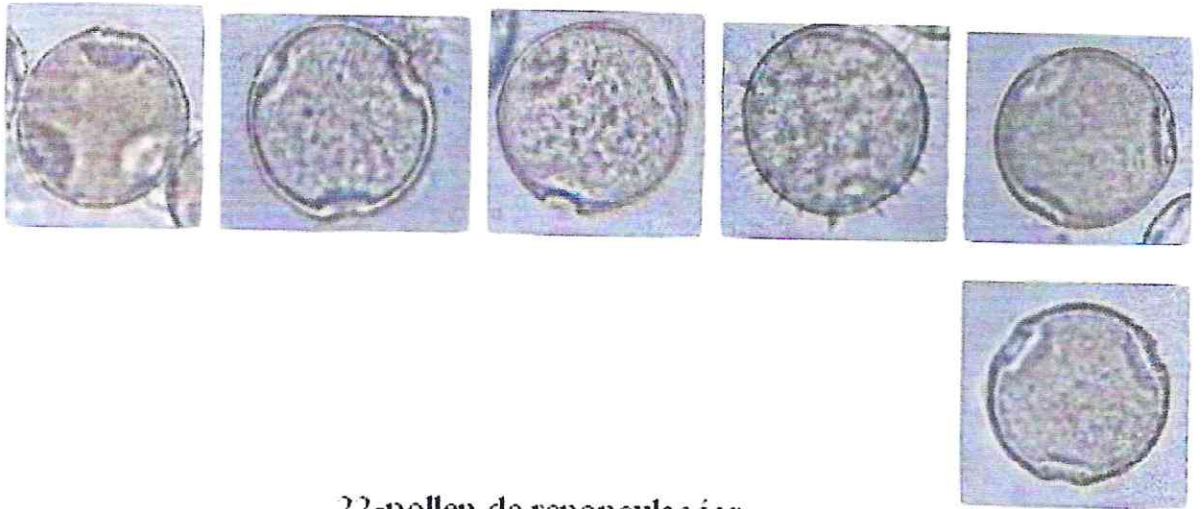
**19-pollen de scrofulariacées**



**20-pollen de caryophyllacées**



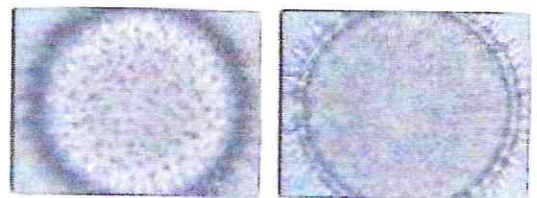
**21-pollen de campanulacées**



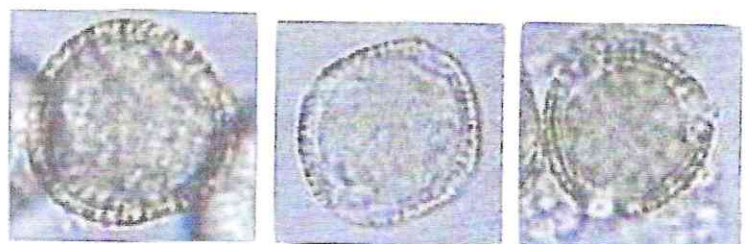
**22-pollen de renonculacées**



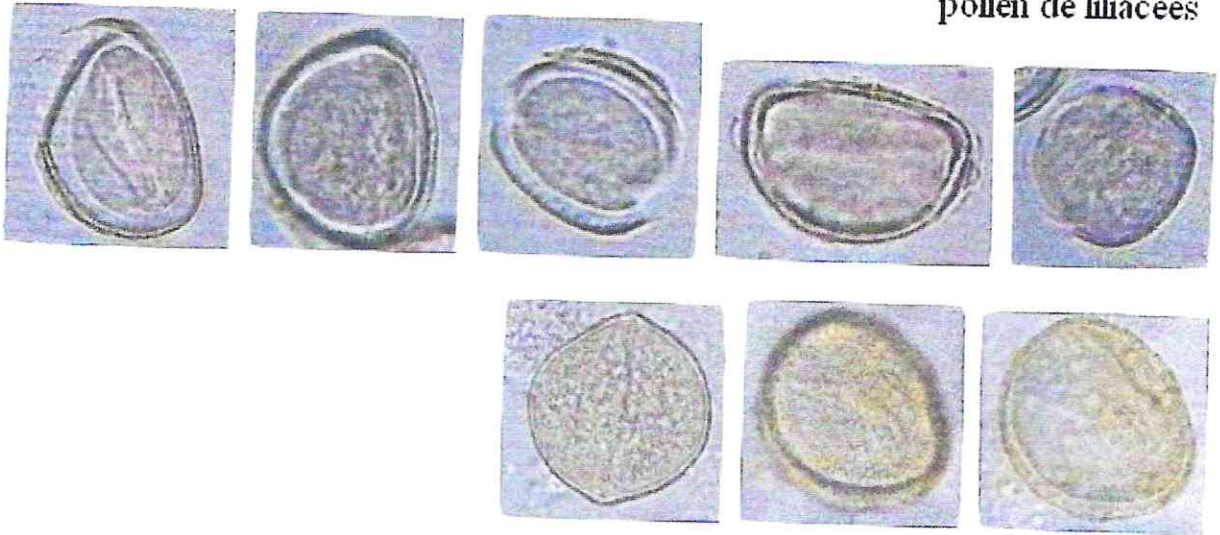
**23-Pollen de malvacées**



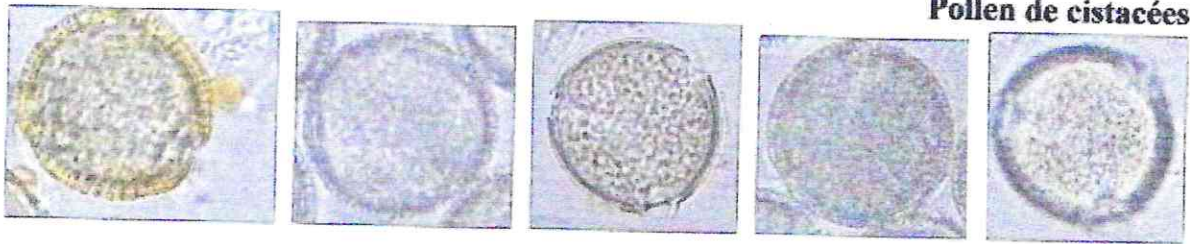
**24-Pollen d'oléacées**



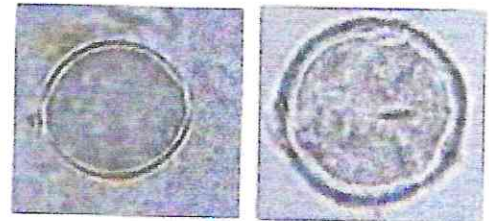
**pollen de lilacées**



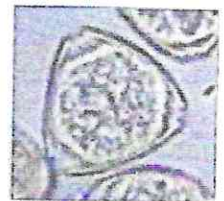
**Pollen de cistacées**



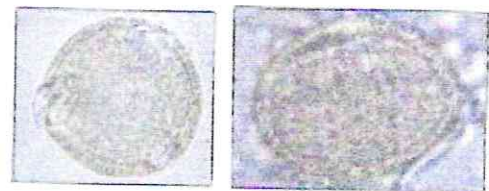
**25-Pollen de papavéracées**



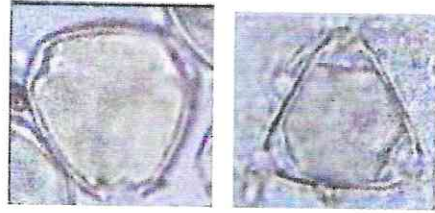
**26-Pollen de myrtacées**



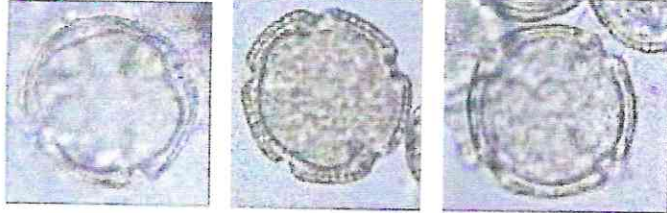
**27-Pollen de polygonacées**



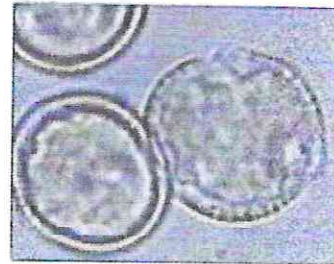
**28-Pollen de rhamnacées**



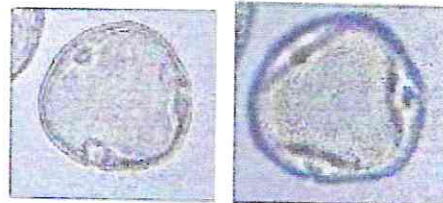
**29-Pollen de rutacées**



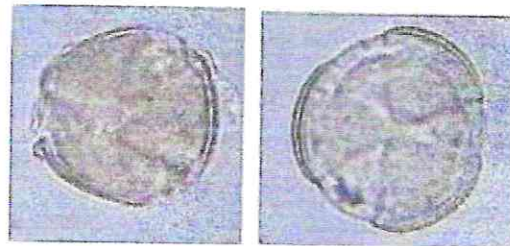
**30-Pollen de salicacées**



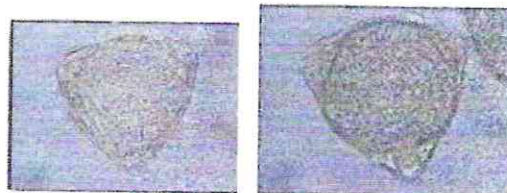
**31-Pollen de tiliacées**



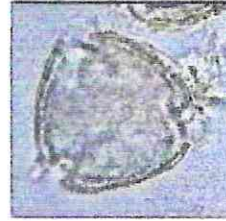
**32-Pollen d 'acéracées**



**33-Pollen d 'onagracées**



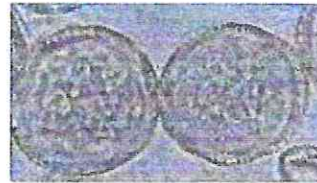
**34\_pollen d'araliacées**



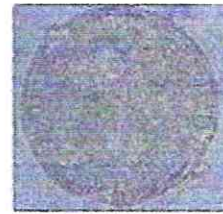
**35-Pollen de balsaminacées**



**36-Pollen de buxacées**



**37-Pollen de convolvulacées**



**38-Pollen de cornacées**



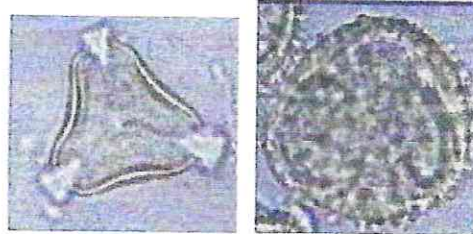
**39-Pollen de cucurbitacées**



**40-Pollen d 'hippocastanacées**



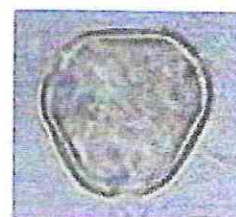
**41-Pollen de loranthacées**



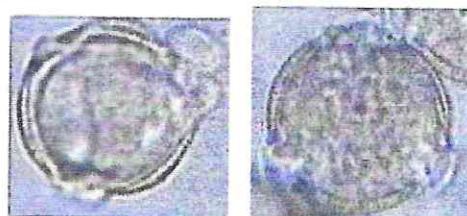
**42-Pollen de résédacées**



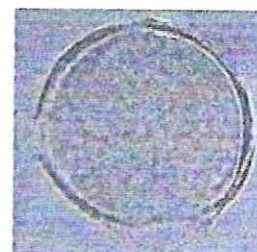
**43-Pollen de vitacées**



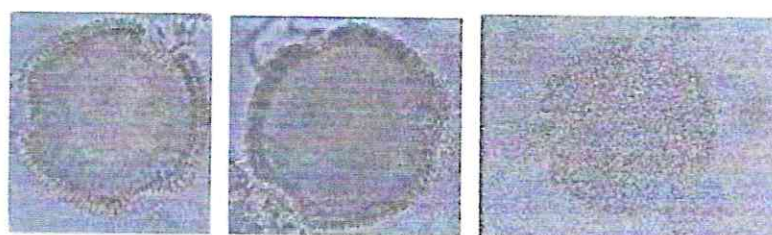
**44-Pollen d'euphorbiacées**



**45-Les fumariacées**

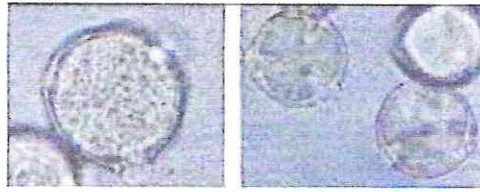


**46-Pollen de géraniacées**

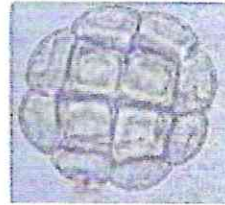


les hypéricacées ou clusiacées autrefois appelées guttifères

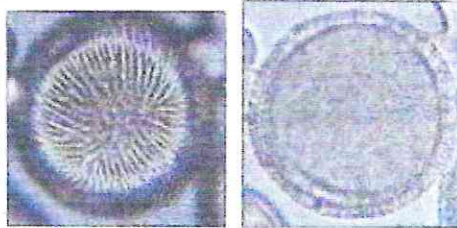




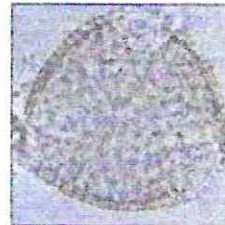
**48-Pollen de mimosacées**



**49-Pollen de solanacées**



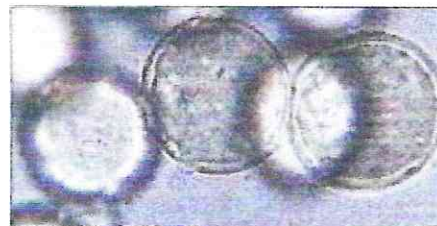
**50-Les valérianacées**



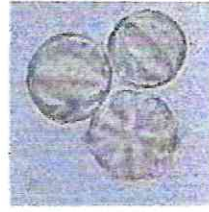
**51-Les aquifoliacées**



**52-Les saxifragacées**



**53-Les hydrophyllacées**



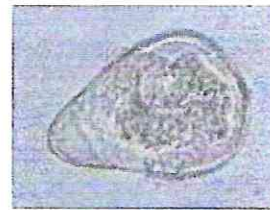
**54-Les pinacées**



**55-Les plantaginacées**



**56-Les cyperacées**



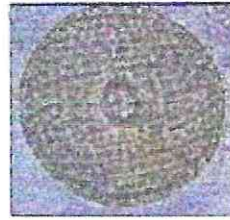
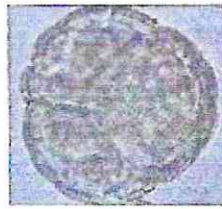
**57-Les agavacées**



**58-Les anacardiacées**



**59-Les bignoniacées**



**60-Les bombacacées**



**61-Les burseracées**



**62-Les césalpiniacées**



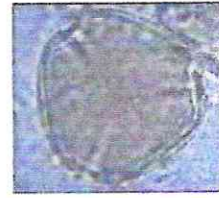
**63-Les eucryphiacées**



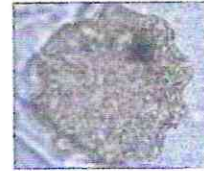
**64-Les limnanthacées**



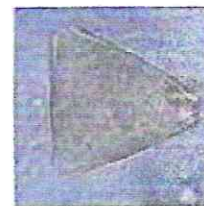
**65-Les nyssacées**



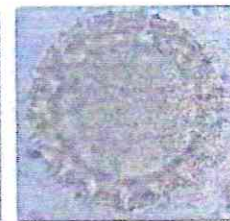
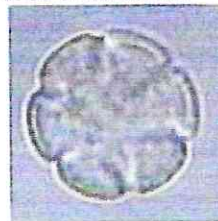
**66-Les pédaliacées**



**67-Les proteacées**



**68-Les rubiacées**



**69-Les sapintacées**



**70-Les simaroubacées**



---

Annexe n° 5

---

**Tableau récapitulatifs des résultats de l'analyse de la variance**

<b>variable</b>	$\bar{x}$ (moyenne)	S (écart type)	S <sup>2</sup> (la variance)	Cv (coefficient de variation)
<b>densité</b>	<b>1.45</b>	<b>0.06</b>	<b>0.0036</b>	<b>0.04</b>
<b>PH</b>	<b>4.17</b>	<b>0.14</b>	<b>0.01</b>	<b>0.03</b>
<b>eau</b>	<b>17.44</b>	<b>2.06</b>	<b>4.24</b>	<b>0.11</b>
<b>MM</b>	<b>0.36</b>	<b>0.23</b>	<b>0.052</b>	<b>0.63</b>
<b>Pr</b>	<b>0.36</b>	<b>0.11</b>	<b>0.012</b>	<b>0.3</b>
<b>G</b>	<b>23.6</b>	<b>10.1</b>	<b>102.01</b>	<b>0.42</b>
<b>F</b>	<b>24.73</b>	<b>9.25</b>	<b>85.56</b>	<b>0.37</b>
<b>S</b>	<b>2.06</b>	<b>3.44</b>	<b>11.83</b>	<b>1.66</b>

Moyenne :  $\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$ .

Écart type :  $S = \sqrt{\frac{(\bar{x} - xi)^2}{n}}$ .

La variance :  $S^2$ .

Coefficient de variation :  $Cv = \frac{S}{\bar{x}}$

## **References bibliographiques**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAM. F, HADORN. H et MAURIZIO. A (1974) : Livre des denrées alimentaires suisse. Miel et miel artificiel 34p
- Anonyme (1964) : Analyse pollinique des miels in Ann de l'abeille, 7(4) pp 261-271.
- Anonyme (1973) : Abeilles, plantes mellifères et leur pollen dans le bassin méditerranéen in Apidologie pp 163-184.
- Anonyme (1977) : Méthodes officielles d'analyses du miel N° 77-79.  
Arrêté du 15 Février.
- Anonyme (1990) : Official methods of analysis Association of analytical, J. AOAC.
- AZZOUZA.S et SAIB.A (1997) : Analyse physico-chimique des miels d'Algérie, thèse d'ingénieur INA El Harrach.
- BARTH.OM (1971) : Les constituants microscopiques des miels de miellat Brésiliens in Apidologie 2(2), 157-167.
- BENAZIZA .D (1985) : Etude sur l'utilisation des colonies auxiliaires Temporaires en vue de l'intensification de la production de miel :  
Thèse de magister INA EL HARRACH.
- BERTRAND.E (1967) : La conduite du rucher. Ed. Librairie Payot  
- LAUSANNE.
- BIRI.M (1981) : L'élevage moderne des abeilles, Ed Devecchi
- BOCQUET.M (1993) : Le miel de lavande. Nature et composition,  
principales Caractéristiques organoleptiques. Bull-tech. Apic 20(3),  
83, pp 141-142.
- BOGDANOV. S et RIEDER. K (1987) : Nouveaux critères de qualité dans l'étude des miels in Apidologie 18(4), pp 397-402.
- BOGDANOV. S, MARTIN. P et LULLMANN. C (1997) : Harmonised methods of the European Honey Commission in Apidologie Extra issu, 1-59.
- BOUGHEDIRI. L (1985) : Contribution à la connaissance du palmier dattier (Phoenix Dactylifera L): Etude du pollen. Thèse de magister: USTHB (Bab Ezzouar).



**BROOK et SHAW (1978) :** in **L. BOUGHEDIRI, 1985 :** Contribution à la connaissance du palmier dattier (*Phoenix Dactylifera L*): Etude du pollen.  
Thèse de magister: USTHB

**CAILLAS. A (1927) :** Les produits de la ruche: leurs composition et leurs usages Pratiques pp 95-105.

**CAILLAS. A (1968) :** Quelques notions de palynologie pratique pollens spécifiques de la flore du Sud- Est Méditerranée Français.

**CHATAWAY (1935) :** in **M. GONNET, 1982 :** Le miel, composition, propriétés et conservation ed. OPIDA.

**CHAUVIN. R (1968) :** Produits de la ruche in traité de biologie de l'abeille  
Tome 3. Ed. Masson et Cie.

**CRANE. E (1979 a) :** - Honey. A comprehensive survey. Ed. International Bee Research Association

**CRANE. E (1979 b) :** - The flowers Honey Comes from pp 3-28 in Honey. A comprehensive survey

**DAMBLON. F (1987) :** Caractéristique botanique, écologique et géographique des miels du Maroc. Palynologie, écologie, paléoécologie.  
Actes Xème Symposium APLF.

**DANY. B (1983) :** La récolte moderne du pollen. Ed Européenne apicole.

**DARRIGOL. J. L (1979) :** Le miel pour votre santé.

**DEMIANOWICZ. Z (1976) :** La flore mellifère, base de l'apiculture. Symposium International de la flore mellifère. BUDAPEST. Ed Apimondia.

**DONADIEU. Y (1984) :** Les thérapeutiques naturelles. Le miel ed. Librairie Maloine S.A.

**DONER. L. W (1977) :** The sugars of honey, Serv. Fed. Dep. Agri: 28 pp 443-456.

**DUMAS. C (1984) :** Ecologie florale et pollinisation pp 31-35 in pollinisation et Production végétale.

**FASLER. A (1979) :** Honey standards legislation pp 329 - 353 in Honey. A Comprehensive survey,

- FELLER. M.J (1979) : Analyse pollinique des miels du Quebec  
in Apidologie 10(4) pp 313-340.
- GADBIN. C (1979) : L'intérêt de l'acétolyse en Melisso- palynologie  
in Apidologie 10(1) pp 23-28.
- GADBIN. C (1980) : Les plantes utilisées par les abeilles au Tchad  
meridional in Apidologie 11(2) pp 217-254.
- GONNET. M (1971) : Quelques observations sur la production du nectar  
chez les Lavandes et les lavandins en provenance in Apidologie 2(4),  
pp 303-308.
- GONNET. M (1979) : Application au miel d'une méthode de dosage par  
voie Enzymatique des monosaccharides réducteurs in Apidologie  
10(4),pp395-401.
- GONNET. M (1982) : Le miel, composition, propriétés et conservation  
ed. OPIDA.
- GONNET. M (1983) : Mesure de la couleur des miels in Apidologie 14(2),  
pp 105-118
- GONNET. M (1986 a) : L'analyse des miels. Description de quelques  
méthodes de controle de la qualité. Bul. Tech. Apic, 54, 13(1) pp 17-36.
- GONNET. M (1986 b) : Le contrôle et l'évaluation de la qualité des miels en  
salle de dégustation in l'abeille de France, 709, 10 pp 44-444.
- GONNET. M (1987) : Caractéristiques. technologie et commercialisation  
des miels de Colza et de Tournesol.
- GONNET. M (1991) : Ce miel : Approche d'une appréciation sensorielle  
visant à une meilleure définition de la qualité du principal produit de  
l'abeille in Dossier l'abeille de France n° 757 pp 81-87.
- GONNET. M (1992) : Le problème de l'HMF dans le miel in revue Française  
d'apiculture n° 301.
- GONNET. M (1993) : Les principaux critères de la qualité d'un miel Rev.  
Franc. d'Apic N° 30 pp 269-271.
- GONNET, AUBERT. S et FERRY. P (1986) : Evolution de la couleur du miel lors  
de sa cristallisation in apidologie 17(1), pp 42 62.

- TASEL.J.N (1984) : Arbres fruitiers des régions tempérées pp 348-372  
in Pollinisation et production végétale.
- VERGERON (1964) : in GADBIN, 1980 : Les plantes utilisées par les abeilles au Tchad meridional in Apidologie 11(2) pp 217-254.
- VORWOHL (1980) : La teneur en hydroxyméthylfurfural des miels de la République Fédérale d'Allemagne in Apidologie 11(4) pp 375-383.
- WHITE.J. et al (1962) : in J. LOUVEAUX, 1968 : Compositions, propriétés et technologie du miel pp 276-324 in Traité de biologie de l'abeille. Tome 3. Les produits de la ruche.
- λ WHITE.J. (1964) : in E. CRANE, 1979 : - Honey. A comprehensive survey.  
Ed. International Bee Research Association
- \* WHITE.J. (1979 a) : Composition of honey pp 157-194 in Honey.  
A comprehensive survey.
- WHITE.J. (1979 b) : Physical characteristics of honey in Honey.  
A comprehensive survey.
- WILLSON. R.B et CRANE. E (1979) : Uses and products of honey  
pp 378-390 in Honey. A comprehensive survey.
- ZIEGLER. H (1968) : la sécrétion du nectar pp 218-248 in Traité de Biologie  
de L'abeille. Tome 3 . produits de la ruche.
- GUERRIATH ( 1996 ) : composition chimique du miel.**
- Normes de l'association française de normalisation**
- APIMONDIA ( médecine par les abeilles ).**
- Site internet : [www.miel.fr](http://www.miel.fr)**