

## Taux d'humidité d'un miel :



Un cadre de ruche : les abeilles cirières ont construit des alvéoles hexagonales en cire. Dans une zone centrale du cadre se développera le couvain : la reine viendra pondre des œufs qui se transformeront en larves puis en abeilles. En attendant, les abeilles nourricières ont commencé à faire des réserves de miel avec le nectar rapporté par les abeilles butineuses. Ces butineuses apporteront aussi du pollen. Toutes ces réserves sont disposées tout autour du futur couvain.

Le miel est alors trop humide : il risque de fermenter. En ventilant avec leur ailes, les abeilles vont faire baisser le taux d'humidité du miel.



Lorsque le taux d'humidité a suffisamment baissé, les alvéoles sont alors scellées avec un opercule de cire



Dans la zone centrale du cadre : des larves à différents stades de développement, dans des alvéoles non operculées (= non refermées) :

Remarque : le miel récolté par l'apiculteur n'est pas celui qui sert de réserve autour du couvain. L'apiculteur récolte le miel excédentaire que les abeilles ont stocké dans une « hausse » (compartiment supplémentaire que l'on rajoute au dessus du corps de ruche lors d'une forte miellée)

« La teneur en eau du miel est un des critères primordiaux lorsque l'on veut mettre sur le marché un produit de qualité. Un miel trop sec montre une viscosité élevée et peut poser des problèmes lors de la cristallisation, un miel trop humide risque de fermenter... La limite légale fixée par la directive européenne CEE 2001/110 est de maximum 20 %. Toutefois, bien des apiculteurs s'accorderont à dire qu'il ne faut pas dépasser une teneur en eau de 18 %.

Un moyen simple de mesurer l'humidité du miel est d'en déterminer l'indice de réfraction.

**PRINCIPE :**

Le miel est composé de plusieurs substances en solution : des sucres (glucose, fructose, saccharose...), des acides organiques, des minéraux et bien d'autres composés. Selon sa concentration, chacune de ces substances a sa propre influence sur le parcours lumineux. L'indice de réfraction du miel est en quelque sorte la résultante de chacun de ses constituants. La méthode EHC (European Honey Commission) pour la détermination de la teneur en eau du miel établit la corrélation suivante :

$$\% \text{humidité} = \frac{-0,2681 - \log(n_{D20^\circ} - 1)}{0,002243} \quad \text{où } n_{D20^\circ} \text{ est l'indice de réfraction du miel à } 20^\circ\text{C.}$$

(...) On considère que la mesure de la teneur en eau d'un miel peut se trouver comprise entre 13 % et 25 %»

Extrait de Abeilles et Cie – Janvier 2008

**Travail pratique : mesure de l'indice de réfraction d'un liquide**

Des demi-cylindres pouvant accueillir une petite quantité de liquide ont été réalisés par les préparateurs du lycée. Dans un premier temps, on va les tester avec de l'eau.

1- Remplir le demi-cylindre avec de l'eau. Régler l'angle d'incidence  $i_1$  aux valeurs indiquées dans le tableau et mesurer l'angle réfracté  $i_2$ . Compléter le tableau suivant :

	milieu 1 : air		milieu 2 : eau distillée						
$i_1$ (°)	0	10	20	30	40	50	60	70	
$i_2$ (°)									

2- Le traitement des données sera informatisé. Ouvrir le tableur Calc de la suite bureautique LibreOffice, puis charger le fichier « mesures\_refraction.ods » Compléter la colonne  $i_2$  avec vos valeurs mesurées. Les sinus se calculeront automatiquement.

3- La loi de Descartes pour la réfraction a pour expression :  $n_1 \cdot \sin(i_1) = n_2 \cdot \sin(i_2)$  , relation dans laquelle,  $n_1$  représente l'indice de réfraction du premier milieu et  $n_2$  celui du second. Sachant que l'air a un indice de réfraction égal à 1, comment peut-on réécrire la loi de Descartes pour cette expérience ?

4- Tracer à l'aide du tableur le graphe  $\sin(i_1)$  en fonction de  $\sin(i_2)$ . Le « nuage de points » ainsi tracé donne une courbe de quelle forme ?

5- Demander au tableur de tracer la courbe de tendance avec affichage de son équation :

Equation obtenue :

Le coefficient directeur est calculé à partir des mesures des angles  $i_1$  et  $i_2$ . Il ne peut pas avoir plus de précision que n'en ont ces angles.  
 Ces angles  $i_1$  et  $i_2$  ont été mesurés avec deux chiffres significatifs. On annoncera le coefficient directeur avec deux chiffres significatifs également :

coefficient directeur  $k$  :

6- Que représente le coefficient directeur donné par cette équation ?

7- Vider et sécher le demi-cylindre puis verser du miel dedans. Refaire l'intégralité des questions 1 à 6 pour ce miel :

milieu 1 : air

milieu 2 : miel

$i_1$ (°)	0	10	20	30	40	50	60	70
$i_2$ (°)								

Résultat final : indice de réfraction du miel  $n_2 =$

8- Copier-Coller le tableau de mesures ainsi que le graphique dans une page du traitement texte Writer de la suite LibreOffice puis l'imprimer.

9- A l'aide de la formule reliant l'indice de réfraction du miel à sa teneur en eau

$$\% \text{humidité} = \frac{-0,2681 - \log(n_{D20^\circ} - 1)}{0,002243} ,$$

on a obtenu le tableau ci-dessous :

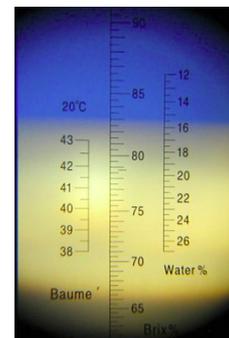
indice du miel	Teneur en eau (%)
1,4740	25,0
1,4745	24,8
1,4750	24,6
1,4755	24,4
1,4760	24,2
1,4765	24,0
1,4770	23,8
1,4775	23,6
1,4780	23,4
1,4785	23,2
1,4790	23,0
1,4795	22,8
1,4800	22,6
1,4805	22,4
1,4810	22,2
1,4815	22,0

indice du miel	Teneur en eau (%)
1,4815	22,0
1,4820	21,8
1,4825	21,6
1,4830	21,4
1,4835	21,2
1,4840	21,0
1,4845	20,8
1,4850	20,6
1,4855	20,4
1,4860	20,2
1,4865	20,0
1,4870	19,8
1,4875	19,6
1,4880	19,4
1,4885	19,2
1,4890	19,0

indice du miel	Teneur en eau (%)
1,4890	19,0
1,4895	18,8
1,4900	18,6
1,4905	18,4
1,4910	18,2
1,4915	18,0
1,4920	17,8
1,4925	17,6
1,4930	17,4
1,4935	17,2
1,4940	17,0
1,4945	16,8
1,4950	16,6
1,4955	16,4
1,4960	16,2
1,4965	16,0

Expliquer pourquoi la technique de mesure de l'indice de réfraction que l'on a suivie ne permet pas de savoir si la teneur en eau est conforme ou non.

Remarque : les apiculteurs utilisent un appareil appelé réfractomètre. Ici un réfractomètre optique, et ce que l'on peut voir dans le viseur:



10- L'indice de ce miel a été mesuré avec un réfractomètre numérique :  $n_2 = 1,4935$ . En déduire la teneur en eau de ce miel. Est-il conforme ?