

Quelques précisions sur le Miel



I. Le miel, qu'est-ce que c'est ?

Le miel est une solution de sucre en base aqueuse (solution de sucre dans de l'eau).

Composition du miel :

- 17-18% d'eau
- 80% de sucres divers (glucose, fructose et sucres mineurs)
- 2-3% d'éléments différents propres à la fleur butinée

II. Cristallisation des miels en pot :

• Phénomène de base :

La cristallisation se base sur le phénomène de solubilité du sucre dans l'eau. Plus la température de l'eau est élevée, plus la quantité de sucre que l'on pourra y dissoudre est importante.

C'est pour ça qu'à température de la ruche (35-37°C dans le couvain, environ 30°C dans la hausse) majorité des miels ne sont pas cristallisés. A cette température, la quantité de sucre présente dans le miel peut y être dissoute. La quantité de sucre présente dans l'eau qui constitue le miel n'est pas encore saturante.

En revanche, à 20°C, 90% des miels sont dits sursaturés en sucre. Cela signifie qu'il y a trop de sucre à dissoudre par rapport à la quantité d'eau présente dans le miel. Le sucre ne pourra donc pas être dissout, il va précipiter : ce sera la cristallisation.

Également, plus le miel est riche en eau, moins il cristallisera car une plus grande quantité d'eau permet logiquement de solubiliser une plus importante quantité de sucre.

A l'opposée, des miels très secs (<12% d'eau) ne cristalliseront pas non plus, car ils contiennent trop peu d'eau. Ils seront alors très visqueux (texture proche du verre fondu). À noter qu'en dessous de 15% le miel cristallise extrêmement peu rapidement.

Aussi, le miel est principalement composé de deux types de sucres :

- Le fructose, très soluble dans l'eau
- Le glucose, très peu soluble dans l'eau

Le rapport Fructose/Glucose dépendant du type de miel, cela sous-entend que les miels chargés en glucose (Colza par exemple) auront une forte tendance à la cristallisation, à l'inverse des miels fortement chargés en fructose qui cristalliseront moins vite (miel d'acacia de Robinier par exemple, ou miel de Tupelo de Floride)

La cristallisation est un phénomène naturel qui n'influe pas sur la qualité ou les propriétés du miel, mais simplement va faire évoluer les sensations à la dégustation.

De la même manière que les bulles de champagne qui démarrent sur une poussière ou une difformité de la coupe, la cristallisation du miel débute sur une impureté présente dans celui-ci (Pollen, poussière...) ou à cause d'un défaut physique du contenant.

Le type de miel définit la structure de cristallisation de celui-ci. Certains miels vont cristalliser finement, sous la forme de paillettes (miel de colza), et d'autres plus grossièrement, sous la forme d'amas de sucre (miel de trèfle blanc).

- **En bref :**

La vitesse de cristallisation dépend de :

- La température
- La teneur en eau
- Le rapport fructose/glucose

La structure de cristallisation dépend :

- Du type de miel

- **Facteur aggravant de la cristallisation :**

La dimension du contenant est un facteur influant sur la cristallisation. Plus le contenant est petit, plus les surfaces et parois sont importantes en regard du volume utile du pot ; donc on maximise le risque de cristallisation car les parois auront forcément des défauts.

- **Cas particulier de la cristallisation : Le miel chauffé**

Un miel qui a été chauffé a perdu ses cristaux primaires, qui ont été refondus. En conséquence, même s'il a normalement pour habitude de cristalliser finement, dans tous les cas il cristallisera à terme, mais désormais de manière disharmonieuse (amas de sucres grossiers et de dimensions et formes variables).

- **Cas particulier de la cristallisation : Le miel déphasé**

Un miel déphasé présente dans son pot deux phases séparées : du miel cristallisé en fond de pot, et en surface une solution aqueuse de sucre. Ce phénomène naturel est en fait la conséquence d'une cristallisation classique sur un miel très chargé en glucose et dont le taux d'humidité est élevé. On observe donc une solution de sucre en eau qui surnage sur une structure de miel cristallisé. Ce miel présentera un très fort risque de fermentation, de plus ce phénomène de déphasage est irrattrapable.

- **Maîtrise de la cristallisation :**

- **Ensemencement :**

Ce procédé s'applique aux miels qui cristallisent naturellement mais lentement en gros cristaux désagréables à la dégustation (par exemple le miel de trèfle blanc). Dans ce cas on ajoute à la mise en pot 5% de miel dont la caractéristique est de cristalliser rapidement et finement (colza). Ainsi mélangé, le miel de trèfle blanc va calquer son mode de cristallisation sur celui du colza qui aura commencé à cristalliser plus tôt, et aura ainsi imposé sa structure cristalline à l'ensemble du mélange.

- **Miel crémeux :**

Ce procédé est appliqué aux miels qui cristallisent rapidement (colza) et qui sont peu chargés en eau (entre 17% et 18%). Cela évitera au miel de cristalliser et de devenir dur comme du béton. Pour cela on va brasser le miel, ce qui va modifier sa structure cristalline pour le rendre crémeux.

A noter que si ce procédé est appliqué sur des miels très secs (<17% d'eau), alors le miel deviendra crémeux puis re-cristallisera à nouveau et s'il est appliqué à des miels humides (>18% d'eau), alors le miel final ne sera plus crémeux mais liquide.

III. Oxydation et dégradation du miel :

En France, l'oxydation du miel est caractérisée en laboratoire selon trois paramètres. Le taux de HMF (Hydroxy Methyl Furfural) et l'activité de l'amylase sont deux paramètres qui caractérisent le vieillissement du miel par le temps et la température. Un troisième paramètre de qualité du miel est sa teneur en eau.

Le taux d'HMF, qui est en lien avec l'acidité, est caractérisé selon une échelle arbitraire. Lorsque ce taux dépasse un certain seuil légal (40mg/kg), le miel ne peut plus être utilisé qu'à but industriel. Il présente alors un léger goût de caramel mais reste tout à fait comestible. Le HMF n'est pas un composant toxique !

L'activité de l'amylase caractérise la présence d'une enzyme dans le miel. Lorsque son activité est inférieure à un certain seuil, le miel n'est plus très frais et est donc réservé à un usage industriel.

Le miel s'oxyde principalement à cause de quatre facteurs :

- La température (plus elle est élevée plus le miel s'oxyde vite)
- L'humidité, qui induit la fermentation. Plus elle est élevée plus le miel fermente rapidement.
- La lumière. Les rayons UV ont une influence oxydante sur le miel.
- Le pH du miel. Les miels sont principalement des produits acides (pH<7). Plus ils sont acides, plus leur oxydation sera rapide.

- **Oxydation par la température :**

La température est un facteur très influent de l'oxydation du miel. Plus la température est faible, plus son oxydation ralentit. *Selon des études américaines (restant à identifier), elle serait même bloquée lorsque le miel est congelé.* Même à température de la ruche (35-37°C), l'oxydation du miel continue, cependant dans des proportions raisonnables. En revanche au-delà de 45°C, l'oxydation s'accroît très violemment. Le phénomène sera d'autant plus important que la durée pendant laquelle le miel est soumis à la haute température est longue. Le paramètre température influe directement sur le taux de HMF.

Certains miels subissent des pasteurisations dites flash car le miel est porté à 60°C mais durant une faible durée. Cette étape a pour but de détruire les levures responsables de la fermentation dans les miels chargés en eau. En outre cela aidera à conserver ces miels à l'état liquide durant une période plus longue. Cependant, lors de ce procédé ce n'est pas la courte durée pendant laquelle le miel est à 60°C qui va le dégrader majoritairement, mais le temps de le faire monter à 60°C puis de le redescendre en température, qui seront extrêmement longs, car le miel est un très mauvais conducteur de chaleur. En conséquence, majorité des enzymes et nutriments qui composent ce miel disparaîtront à cette étape et cela va également accélérer son vieillissement.

- **Oxydation par l'humidité :**

L'humidité va créer des moisissures dans le miel via le phénomène de fermentation et par la présence de levures présentes naturellement dans le miel. On considère que le début de la fermentation se situe aux alentours de 18% d'humidité. Au-dessus de 20% ce phénomène est tellement important que la commercialisation est interdite.

Lorsque le miel est operculé par les abeilles, il est à son taux d'humidité le plus faible possible eu égard aux conditions atmosphériques locales. Ainsi il n'est pas impossible d'avoir un miel operculé à 21% d'hygrométrie lorsque l'année est trop humide. C'est même un phénomène courant dans certains pays tropicaux.

Certains miels spécifiques autorisent des taux d'humidité plus élevé (miel de Callune, sorte de bruyères, à 23% par exemple).

À noter que l'humidité dans le miel est directement liée à l'hygrométrie ambiante par une loi d'équilibre.

- **Oxydation par la lumière ambiante :**

Les rayons ultraviolets présents dans la lumière ambiante sont pour partie des rayons oxydants. Ils vont donc contribuer à la dégradation du miel. On conseille donc de stocker le miel à l'abri de la lumière, ou dans des pots de verre teintés (type pharmaceutique) qui filtrent les UV. Laisser le miel dans ses rayons operculés de cire est également une excellente solution pour se prémunir de cette dégradation. Ce paramètre influencerait également sur le taux de HMF (Source Le Brun 2006)

- **L'influence du pH :**

Certains miels sont naturellement plus acides que d'autres. Par exemple le miel de lavande est très acide, le miel de châtaignier un peu moins, quant au miel de bourdaine, il est carrément basique. Plus un miel est acide, plus son taux de HMF grimpera vite et donc plus vite il sera interdit à la consommation d'un point de vue légal. On notera qu'étant alcalin, le miel de bourdaine ne peut donc pas être caractérisé en oxydation par son taux HMF.

- **L'activité enzymatique dans le miel :**

Le miel contient principalement trois types d'enzymes (protéines) différentes :

- Amylase/diastase, qui interviennent sur les amidons afin d'obtenir maltose et isomaltose.
- Invertase/saccharase, qui interviennent sur la saccharose et permettent d'obtenir le couple glucose/fructose.
- Gluco-oxydase, qui intervient sur le glucose et permet d'avoir l'acide gluconique ainsi que du peroxyde d'hydrogène qui offrent les propriétés antiseptiques et bactériostatiques au miel.

L'activité de l'amylase est un critère légal qui est vérifié avant la commercialisation qui vient en complément du taux d'HMF (notamment pour le miel de bourdaine pour lequel le taux de HMF n'est pas applicable). Si cette activité est trop basse alors le miel sera commercialisable pour le seul usage industriel, pour autant il ne sera pas impropre à la consommation, mais seulement moins frais.

A noter que la durée de vie de ces enzymes dépend fortement de la température de stockage, mais elles se dégradent naturellement toutes au cours du temps. Ce sont elles qui apportent les vertus thérapeutiques et bien-être au miel.

- Amylase : demi-vie de 2 ans à température ambiante, mais de quelques heures seulement à 50-60°C.
- Invertase et Gluco-oxydase : demi-vies plus courtes que celle de l'amylase.

En conséquence au Luxembourg, le critère légal est le dosage de l'invertase, car plus fragile que l'amylase, donc plus parlant et plus évolutif.

IV. Conclusion

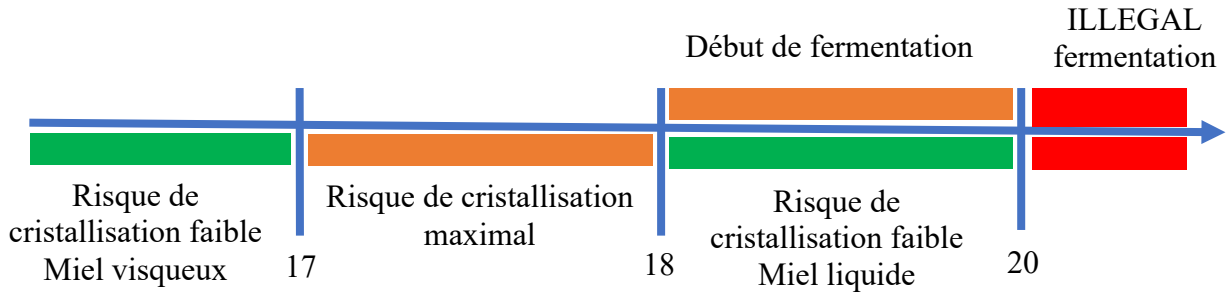
En conclusion le miel est un produit sensible à beaucoup de paramètres. Il convient donc de le stocker dans les meilleures conditions pour préserver toutes ses vertus.

En outre, le phénomène de cristallisation étant une caractéristique naturelle du miel et absolument non nocive, il est donc parfaitement aberrant de souhaiter n'avoir que du miel liquide, d'autant plus avec des miels chargés en glucose. C'est d'autant plus risqué que tenter de modifier artificiellement ses caractéristiques intrinsèques risque fortement de dénaturer le produit, tant par la destruction de ses enzymes, que par l'accélération de son vieillissement ou la perte de sa structure cristalline.

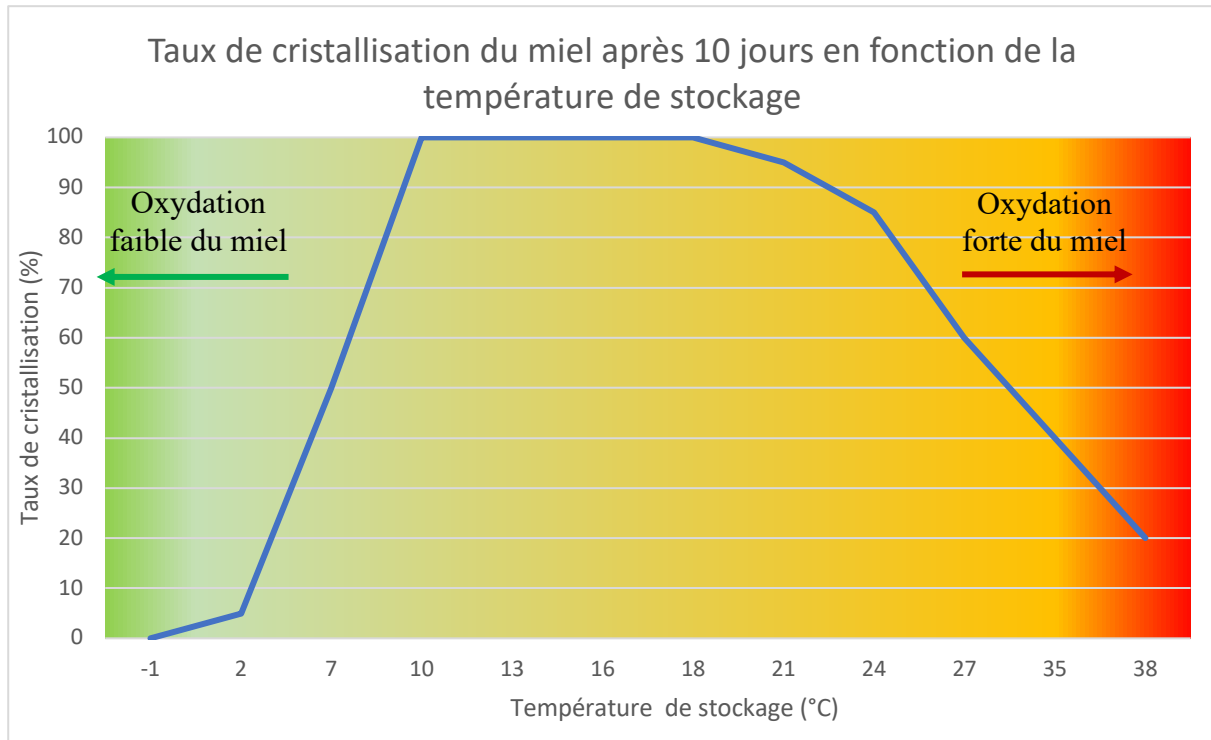
Le miel est à l'opposé du vin, il ne se bonifie jamais avec le temps !

V. Pour résumer :

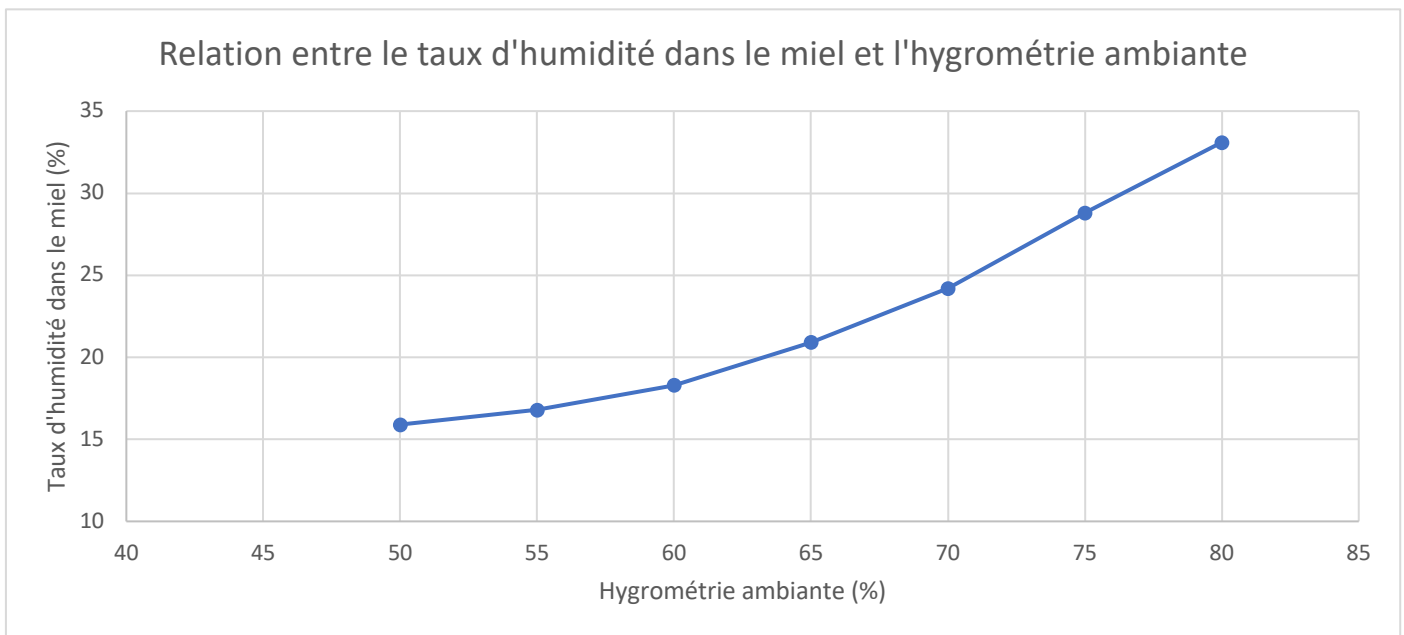
- **Cristallisation et fermentation selon la teneur en eau :**



- **Cristallisation et oxydation selon la température :**



- **Relation d'équilibre entre le taux d'hygrométrie ambiante et la teneur en eau dans le miel**



- **Durée pour atteindre la limite d'oxydation selon la température de stockage**

Température de stockage	Temps nécessaire à la formation de 40mg HMF /kg	Durée de demi-vie diastase	Durée de demi-vie invertase
10°C	10-20 années	35 années	26 années
20°C	2-4 années	4 années	2 années
30°C	0,5-1 années	200 jours	83 jours
40°C	1-2 mois	31 jours	9,6 jours
50°C	5-10 jours	5,4 jours	1,3 jours
60°C	1-2 jours	1 jours	4,7 heures
70°C	6-20 heures	5,3 heures	41 minutes

VI. Sources et informations complémentaires

Interview du Professeur Paul Schweitzer du CETAM-Lorraine par *Une Saison Aux Abeilles* :

<https://cutt.ly/qualite-mie>

Précis sur la cristallisation du miel par *Le blog du Hérisson* :

<https://cutt.ly/cristalisation-miel>

Précisions sur l'hygrométrie dans le miel par *l'Abeille du Forez* :

https://cutt.ly/Hygrometrie_miel_bis

Précisions sur l'hygrométrie dans le miel par *l'Amicale des Apiculteurs* :

https://cutt.ly/hygrometrie_miel