

Le miel

Technique de la "cristallisation dirigée"

F. Jeanne

OPIDA
Centre Apicole
61370 ECHAUFFOUR

(1) Cette fiche remplace la FT 5 8 15 (24) parue dans le B.T.A. 4 (3), 1975

N.B. : l'auteur remercie M. M. GONNET, INRA F84140 MONTFAVET, qui a bien voulu relire ce document avant publication.

La plupart des miels cristallisent naturellement lorsqu'ils sont mûrs, mais cette cristallisation est loin d'être toujours satisfaisante. Elle se produit plus ou moins rapidement en fonction de la composition du produit et de la température du milieu ambiant où le miel est stocké. Il en résulte une masse parfois très dure dont les cristaux grossiers sont commercialement dévalorisants. C'est pour tenter de maîtriser le phénomène qu'a été mis au point la technique dite de "cristallisation dirigée" décrite ci-après.

Rappel des principes de la cristallisation naturelle du miel :

Le miel est une solution sursaturée de sucres où coexistent des systèmes instables susceptibles de provoquer plus ou moins rapidement des phénomènes de cristallisation fractionnée et dans lesquels le glucose, moins soluble que le fructose, intervient pour une part importante (LOUVEAUX, 1968).

La cristallisation commence à partir de micro-cristaux primaires de glucose, de poussières, de grains de pollens qui se trouvent naturellement dans le miel et qu'on appelle "*noyaux de cristallisation*" (SERRA BONVEHI, 1986). Ceux-ci jouent donc un rôle fondamental dans le phénomène. La cristallisation peut être ralentie ou même totalement inhibée par différents facteurs :

- trop forte teneur en eau agissant sur la sursaturation,
- trop faible teneur en eau agissant sur la viscosité,
- natures des sucres, le fructose jouant un rôle important en ralentissant l'activité de l'eau,
- température susceptible d'accentuer ou de réduire la viscosité, donc la vitesse de formation des cristaux.

Lorsque toutes les conditions favorables à la cristallisation sont réunies (teneur en glucose élevée, température moyenne (comprise entre 10 et 25° C - la plus favorable étant 14° C) teneur en eau comprise entre 15 et 18% (meilleure : 16-17%), présence de nombreux noyaux de cristallisation, celle-ci s'amorce rapidement formant un très grand nombre de petits cristaux (\varnothing inférieur à 30 μ m) qui grossissent jusqu'à ce qu'ils se touchent entre eux. En s'agglutinant, ceux-ci finissent par former une masse en apparence compacte plus ou moins dure en fonction de la structure cristalline créée. Contrairement aux apparences, il ne s'agit pas d'une masse compacte mais d'une trame cristalline spongieuse qui emprisonne une phase liquide renfermant des sucres et de l'eau. Si cette partie liquide est trop importante, elle fragilise l'édifice cristallin qui peut alors s'effondrer. La masse se sépare alors en deux phases, une phase cristalline d'apparence pâteuse au fond du récipient due à la précipitation au fond des récipients des cristaux riches en glucose, et à la partie supérieure une phase liquide, à teneur en eau élevée, particulièrement riche en

fructose. Cette couche, exposée à l'air ambiant, constitue un milieu particulièrement favorable au développement des levures saccharophiles vecteurs de fermentation, surtout si la température est favorable (de l'ordre de 20 à 25° C.)

But de la technique :

En raison des très nombreux paramètres qui sont susceptibles d'interférer dans le phénomène de la cristallisation du miel, il est pratiquement impossible à l'apiculteur de savoir avec certitude comment il cristallisera s'il n'applique aucune technologie en ce domaine. La technique dite de la "*cristallisation dirigée*" a pour but de maîtriser au mieux le phénomène. Grâce à cette méthode, il est possible d'obtenir dans la plus grande majorité des cas un miel à cristallisation très fine, à texture souple et suffisamment cohérente pour qu'elle ne s'effondre pas (séparation de phase). En brisant les chaînes de cristaux d'un miel dont la teneur en eau est suffisamment basse pour éviter cet effondrement, il est possible d'obtenir un miel "crèmeux", facilement tartinable, susceptible de se maintenir dans cet état durant plusieurs mois. On utilise à cet effet différents types d'appareils (*dépeceurs, homogénéisateurs, filtres racleurs*).

Choix du miel :

Ce choix doit porter sur les points suivants :

1) Origine botanique : c'est d'elle dont dépend l'essentiel de la composition du miel. Pour réussir dans de bonnes conditions une opération de "cristallisation dirigée", il faut que sa teneur en glucose soit supérieure à 35% de l'ensemble des sucres qu'il contient (GONNET, 1977). On est en ce cas en présence d'un miel dont le rapport F/G (on écrit aussi fréquemment L/G où L [lévulose] = F [fructose]) est faible (Colza, tournesol, tilleul) ou moyen (Trèfle blanc, luzerne, sainfoin, lavande). Les miels dont le rapport F/G est fort (teneur en fructose supérieure à celle de glucose : châtaignier, acacia, miellat de sapin) ne conviennent pas. En général, les miels dits "toutes fleurs", qui sont des mélanges d'origines botaniques diverses effectués par les abeilles lors de la récolte sur la flore variée de montagne ou de plaine (prairies naturelles par exemple) sont des miels bien équilibrés et qui ne posent pas de problème lors d'une cristallisation dirigée. L'origine botanique d'un miel se définit avec exactitude par analyse (analyse pollinique et analyse des sucres par chromatographie) effectuée dans un laboratoire spécialisée. Dans la pratique, chez les producteurs, la connaissance de l'environnement floral des ruchers et de la période de récolte ainsi qu'un examen visuel et organoleptique du miel suffisent le plus souvent à en déterminer l'origine avec peu de risque d'erreur.

2) Teneur en eau : la teneur en eau d'un miel destiné à la cristallisation dirigée a une très grande importance. Il faut se rappeler qu'une trop forte teneur en eau (supérieure à 20%), outre qu'elle favorise le développement des levures saccharophiles (fermentation), ralentit le phénomène de cristallisation en réduisant l'effet de sursaturation nécessaire à la constitution des cristaux. A l'inverse, un miel pauvre en eau (teneur inférieure à 14%) surtout s'il est conservé au frais (T inférieure à 10° C), bien qu'en état de sursaturation, cristallise plus lentement ou pas du tout car la migration du glucose est ralentie ou totalement inhibée par la viscosité. La formation des cristaux ne peut se faire sans cette migration. La teneur en eau se vérifie à l'aide d'un réfractomètre; son utilisation est facile, à la portée de tout apiculteur.

3) Eléments catalytiques : Un miel totalement dépourvu de micro-cristaux primaires de glucose (fonte à température élevée - pasteurisation) ou ayant subi une micro-filtration poussée susceptible d'éliminer la totalité des éléments figurés et notamment les pollens, ne peut cristalliser par le seul fait de la sursaturation et de l'activité de l'eau. Il est donc en principe susceptible de rester liquide indéfiniment mais la moindre pollution, par des poussières par exemple, peut déclencher un début de cristallisation grossière et incomplète. De toute manière la pratique de la micro-filtration est incompatible avec la

réglementation européenne sur le miel. Lorsque les éléments figurés tels que les pollens demeurent mais que la fonte des micro-cristaux a été totale, le résultat pratique est à peu près le même (cristallisation très ralentie, grossière et incomplète) car la présence de ces éléments n'est pas suffisante pour déclencher une cristallisation rapide et dense, composée de très nombreux cristaux de très petite taille. Par contre, un miel à teneur élevée en glucose, à humidité moyenne (comprise entre 15 et 17%) et qui n'aura pas été chauffé exagérément lors des opérations d'extraction (T égale ou inférieure à 25° pendant moins de 24 heures), contient un nombre extrêmement important de noyaux de cristallisation. De ce fait, surtout s'il est stocké à température fraîche, (vers 14° C) il est susceptible de "prendre" en quelques jours (cas général des miels de colza).

Contrôle digital de la viscosité

A défaut de réfractomètre, un test de viscosité entre le pouce et l'index, effectué à température ambiante (20° C.) peut donner, avec une certaine habitude, une indication approximative sur la teneur en eau. Un miel non cristallisé, à teneur en eau moyenne (vers 16, 17%) est, à cette température, "assez visqueux" (il fait alors, au test digital, un "pont" d'au moins un demi-centimètre entre les doigts) Notons tout de même que ce test, très empirique, n'est qu'un pis-aller. Tout apiculteur devrait avoir un réfractomètre à sa disposition.

Principe de la technique de la "cristallisation dirigée"

Pour mener à bien une cristallisation dirigée il faut être en mesure de maîtriser les trois points suivants :

- 1 - Choix du miel à traiter, au besoin en pratiquant des mélanges de miel d'origines florales diverses afin d'équilibrer les teneurs en sucres ou les degrés de maturité.
- 2 - Contrôle et ajustement, si nécessaire, de la teneur en eau (ceci pouvant également se faire par des mélanges de lots différents). Pour réduire la teneur en eau, on peut également faire usage d'un déshumidificateur.
- 3 - Incorporation à la masse de miel à faire cristalliser d'une certaine quantité de miel très finement cristallisé (communément appelé "semence") dont les cristaux agiront comme éléments polarisant du glucose pour former le plus rapidement possible une structure cristalline fine, dense et homogène.

Technologie

A - Préparation du miel :

Le miel à traiter doit être totalement liquéfié. S'il est cristallisé, il devra donc être au préalable refondu. Cette opération comprend le **défigeage** (mise du miel à l'état pâteux en rompant les chaînes cristallines soit par chauffage, soit par un moyen mécanique) et la **refonte** proprement dite (ou liquéfaction).

Lorsque le miel a été stocké en petits conditionnements (tonnelets de 50 kg ou seaux de 20 kg par exemple) il est possible d'effectuer ces deux opérations en même temps en plaçant les récipients dans une chambre chaude à une température de l'ordre 45° C. Suivant la teneur en eau du miel et l'état de sa cristallisation plus ou moins grossière, la durée de fonte sera de l'ordre de 24 à 36 heures, rarement plus.

Lorsque le miel a été stocké en gros conditionnement (fûts de 80, 150 ou 300 kg), il est nécessaire de pratiquer la refonte en deux temps :

1) **Le défigeage** : cette opération peut se pratiquer de la façon suivante :

- par utilisation d'un défigeur à grille chauffante,
- en chambre chaude (à 60-70° C), fût renversé sur grille avec évacuation du miel au fur et à mesure qu'il devient pâteux,
- à froid au moyen d'un appareil dit "de dépeçage" (littéralement : "*de mise en pièces*"). Ces appareils nouveaux brisent en effet les chaînes cristallines par raclage et peuvent, dans certain cas, donner un miel pâteux suffisamment fin pour ne pas avoir besoin d'effectuer d'opération de cristallisation dirigée par introduction de "semence".

2) **La refonte** : celle-ci a pour but d'éliminer les cristaux du miel par un chauffage suffisant mais cependant limité afin de ne pas prendre le risque d'altérer le produit. Il est donc très important d'effectuer cette opération avec des installations permettant un contrôle rigoureux de la température. Afin d'éviter tout risque de surchauffe à la périphérie des cuves il est nécessaire d'agiter le miel pendant toute la période de liquéfaction (utilisation de cuves à vis sans fin ou emploi d'agitateurs). On se reportera pour cette technique à la FT 3 1 44 "**La refonte du miel**". Le miel liquéfié sera ensuite filtré au travers d'une grille fine, d'une toile de nylon ou d'un filtre tubulaire travaillant sous pression. Les mailles des filtres ne doivent pas être inférieures à 1/10 de millimètre (soit 100 µm) mais dans la pratique on utilise généralement des filtres de 200 à 400 µm). Il ne doit pas rester de cristaux sur ou dans les filtres, ce serait la preuve d'une refonte insuffisante.

Pour plus de détails sur la technique de défigeage ou de la refonte du miel on se reportera aux fiches technique suivantes :

- **Le défigeage et la refonte du miel FT 3 1 44** (ancienne appellation "La refonte du miel" FT 5 8 14 (103), pages 273-280 du Guide).

- **Le défigeage à froid du miel FT 3 1 441** (nouvelle fiche à paraître dans le B.T.A. 1/1992, pages 280A-280D du Guide).

Le miel est ensuite laissé au repos pendant une douzaine d'heures afin qu'il se "débulle" et que sa température tombe aux environs de 25-30° C.

B - Ensemencement

Après cette indispensable période de repos, le miel estensemencé. A cet effet, on introduit dans la masse 10% environ de "semence" préalablement préparé comme indiqué ci-après.

Guide pratique de l'Apiculture - Editions de l'O.P.I.D.A. - "Centre apicole" F61370 ECHAUFFOUR - Tél.33.34.05.80 - Fax : 33.34.46.34

Préparation de la "semence" : Il est indispensable de choisir à cet effet un miel dont la finesse de cristallisation est irréprochable. Il faut environ 10% de semence par lot de miel (soit, pour 100 kg : 10 Kg de semence et 90 kg de miel à traiter). Afin de ne pas détruire les cristaux de cette semence, d'autant plus fragile à la chaleur qu'ils sont de petite dimension, ce miel doit être défigé à froid. Pour de petites quantités, il est possible d'utiliser un moulin à légumes de ménage et de faire tomber le miel en pluie sur le miel à ensemercer. Dès qu'on est appelé à renouveler ce travail fréquemment ou que l'on doit traiter des quantités de miels importantes, il est nécessaire de posséder un matériel spécialisé permettant d'obtenir une pâte bien homogène.

La semence doit être mélangée très intimement au miel à faire cristalliser. Il est donc nécessaire de le brasser énergiquement jusqu'à l'obtention d'une masse bien homogène. On notera que, s'il est possible de mélanger manuellement de petites quantités de miel (inférieure à 100 kg) à l'aide d'un agitateur en bois, par exemple, toute quantité plus importante nécessite l'utilisation d'un mélangeur. En effet, tout mélange non homogène risque de provoquer des défauts dans la cristallisation du fait d'une mauvaise répartition des "germes" de cristallisation (cristaux introduits par la "semence").

Le miel ensemençé est ensuite laissé en repos quelques heures (5 à 6 suffisent généralement) pour éliminer les bulles d'air introduites lors du mélange. Contrairement aux bulles provenant de l'extraction centrifuge ou du filtrage (notamment du filtrage rotatif) celles introduites par les mélangeurs sont de grande dimension et remontent donc rapidement à la surface. Passé ce délai, le miel peut être mis en conditionnements de détail. En raison de l'abondance des cristaux introduits, quelques jours suffisent à la "prise" totale du miel surtout s'il est stocké à une température fraîche. 14° C est considéré comme étant la température idéale pour favoriser cette cristallisation. Celle-ci est généralement très rapide et le miel ne "coule" plus au bout de 4 ou 5 jours en moyenne.

Ce sont les cristallisations les plus rapides qui donnent les meilleurs résultats : finesse du grain, souplesse de la masse, absence de microbulles enrobés de glucose remontant à la surface (écume blanche) ou visibles au travers de la paroi transparente des pots (phénomènes d'arborescences), leur déplacement n'ayant pas le temps de se faire avant la prise du miel.

A la fin de l'opération d'emportage, on conservera suffisamment de miel ensemençé pour permettre le traitement d'un nouveau lot de miel.

Matériel :

Il existe dans le commerce des appareils susceptibles de faciliter grandement le travail de l'apiculteur. Certains sont indispensables dès que l'on est amené à traiter à la fois des quantités moyennes (de l'ordre de la centaine de kg) ou importantes (égales ou supérieures à la tonne). Citons notamment :

a) Pour le défigeage et la refonte :

- les défigeurs à grille, les étuves de refonte
- les défigeurs à froid type dépeçeurs

b) Pour la déshydratation :

- les déshumidificateurs d'enceintes (à utiliser pour le miel non extrait), ou à disques (pour le miel liquide)

c) Pour le décantage et le mélange miel/semence :

- les maturateurs bas et cuves diverses

c) Pour l'obtention de mélanges homogènes :

- les mélangeurs à vis sans fin simple ou double, les agitateurs à hélice
- les homogénéisateurs à pression.

Bibliographie :

BORNECK R, GAUTHRON R., GUIRAUTE F., HORGUELIN P., LOUVEAUX J., PEDELUCQ A., 1964. - Les techniques de conditionnement et de commercialisation du miel au Canada et aux U.S.A. *Ann. Abeilles*, 7 (2), 103-159.

GONNET M., 1975. - La cristallisation dirigée du miel. *Bul. Tech. Apic.*, 2 (1), 23-28.

JÉANNE F., 1991. - LE MIEL. Cristallisation - Activité de l'eau. *Bul. Tech. Apic.*, 18 (3), 76, 153-156.

LOUVEAUX J., 1968. - Composition, Propriétés et Technologie du miel. In CHAUVIN R., *Traité de Biologie de l'Abeille*, T.III, Les Produits de la ruche, Masson Ed., Paris.

SERRA BONVEHI J., 1986. - La cristallisation du miel, facteurs qui l'affectent. *Bul. Tech. Apic.* 13 (1), 54, 37-48.

THOMAS Ets, 1991. - Apiculturama, catalogue de matériel apicole, F45450 FAY-AUX-LOGES.