



LE NOURRISSEMENT DE L'ABEILLE

166 apiculteurs ont participé à cette enquête qui mesure leurs connaissances techniques et leurs pratiques concernant le nourrissage des abeilles. Cette synthèse va vous fournir des informations techniques et pointues afin de garantir un nourrissage optimal de vos colonies.

Antonio Gómez Pajuelo, expert en nutrition de l'abeille, collabore avec Vété-pharma sur cette enquête.

Antonio Gómez Pajuelo est consultant apicole en Espagne depuis 1973, et a travaillé avec de nombreux organismes et gouvernements en Amérique, en Europe et en Océanie. Les résultats de ses travaux ont été partagés dans plus de 160 publications. Depuis 2011, Antonio est professeur au Département des sciences et de l'alimentation animale de la Faculté Vétérinaire de l'Université Autonome de Barcelone, et également au Département de Zoologie de la Faculté vétérinaire de Cordoue. Il est reconnu comme l'un des experts de la nutrition de l'abeille dans le monde.



Consommation de miel

Le nectar des plantes et dans une moindre mesure le miellat lié à l'exsudation d'insectes, sont les principales sources de glucides pour l'abeille. Le nectar apporte également de l'eau, des minéraux et quelques autres substances biologiques. La concentration en sucres du nectar peut varier de 4 à 60 % selon les cas. Les abeilles vont privilégier les sources de nectar avec une concentration entre 30 et 50 % et délaisseront les nectars en dessous de 15 % de sucres.

Les abeilles ont la capacité de transformer le nectar en le séchant partiellement et en modifiant sa composition avec l'incorporation d'enzymes digestives de leur salive. Quand le produit de la transformation est stable, les abeilles le stockent dans des cellules qu'elles operculent. Le miel ainsi produit constitue la réserve collective de la colonie, et fournit l'essentiel des glucides et une partie des minéraux (sa composition moyenne est donnée dans le tableau 1).

Le miel possède plusieurs particularités intéressantes pour la colonie d'abeilles. En effet, sa faible teneur en eau et sa forte concentration en sucre permettent :

- **Une conservation longue**, entre autres par un risque limité de fermentation,
- **Une haute valeur nutritive** pour l'abeille,
- **Une digestibilité plus forte** du miel par rapport au nectar. Les substances très diluées comme le nectar nécessitent une concentration importante d'enzymes lors de la digestion dans l'intestin des abeilles, avec un coût énergétique de digestion plus important. De ce fait, les abeilles consomment en général relativement peu de nectar directement.

Une colonie d'abeilles est un "super-organisme" formé d'environ 4 kg d'abeilles, de cadres de couvain et de réserves de pollen et de miel. Cet ensemble possède un « microclimat » interne : température, humidité relative, ventilation...



Une colonie consomme entre 50 et 120 kg de miel en moyenne chaque année.

49 % des apiculteurs ont trouvé la bonne réponse.

Tableau 1 : Composition des miels

	Moyenne	Intervalle
Eau	17 %	14 % - 23 %
Sucres réducteurs (monosaccharides totaux)	69 %	60 % - 80 %
Fructose (plus dans les miellats et certains miels de Rosacées ...)	38 %	27 % - 44 %
Glucose (plus dans les miels de Brassicacées)	31 %	22 % - 40 %
Maltose % (plus dans les miellats)	7,5 %	2 % - 15 %
Saccharose % (plus dans les miels de romarin, lavande, agrumes...)	1,5 %	0,2 % - 7 %
Autres sucres % (polysaccharides...) (plus dans les miellats)	1,5 %	0,1 % - 13 %
Sels minéraux % (cendres) (plus dans les miels sombres)	0,3 %	0,1 % - 1,3 %
Protéines (plus dans les miels de bruyère)	Variable	0 % - 1 %
Lipides	0 %	0 %



© Tomasz Zajda - Fotolia

Selon différents auteurs (Rosov, 1944, Pouvreau, 1981 entre autres), une colonie va consommer entre 50 et 120 kg de miel par an, dont 10 à 30 kg pendant l'hiver (en fonction du climat et de la météorologie, de la taille de la colonie, de sa capacité de thermorégulation..., d'après Farrar, 1952, Dyce and Morse, 1960, et mon expérience).

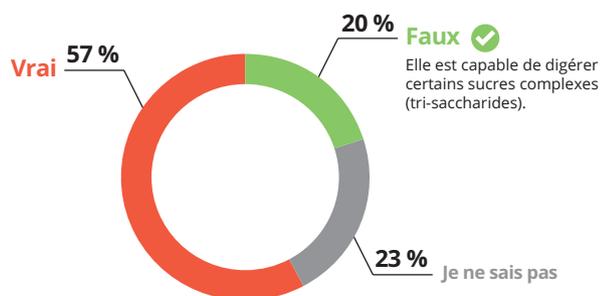
Les glucides représentent une part importante de l'alimentation des abeilles et sont principalement utilisés pour leurs dépenses énergétiques. Nous pouvons évoquer les principales ci-dessous (par ordre décroissant de coût énergétique) :

- **La thermorégulation** (ventilation, production de chaleur). Cette activité dépend de la température extérieure : Le couvain doit être maintenu à une température de 35 +/- 2 °C en saison. Lorsque la température extérieure est basse, les abeilles produisent de la chaleur (cf. notre synthèse Parole d'apiculteur, « Comment vos abeilles passent-elles l'hiver ? » de janvier 2015). La thermogenèse (production de chaleur) est l'activité la plus coûteuse en énergie pour l'abeille. Lorsque la température est élevée, les abeilles introduisent des gouttes d'eau dans la zone de couvain, qui, en s'évaporant, abaissent la température.
- **Les fonctions motrices** (en particulier le butinage, l'emmagasinage du pollen et du nectar, le nettoyage des cellules, la marche), occasionnent une grande consommation d'énergie.
- **Les activités de construction** (production de cire).
- **L'alimentation du couvain** (production de gelée royale).

Les glucides peuvent également être transformés et stockés dans les corps gras des abeilles : les excédents de sucres assimilés sont digérés et les fragments qui en résultent se ré-assemblent pour former des lipides. Ces lipides sont destinés au stockage dans les réserves corporelles de l'abeille (voir page 9 - Réserves individuelles et collectives).

Le rôle plastique des glucides mérite également d'être mentionné : par exemple, les principaux constituants de la chitine (cuticule de l'abeille) sont des dérivés du glucose.

L'abeille est incapable de digérer le lactose et l'ensemble des sucres complexes (composés de plus de 2 sucres simples) :



Les sucres habituellement présents dans les miels sont assimilés par les abeilles. Les plus communs sont les plus digestes (glucose, fructose, saccharose, maltose). Il n'y a pas de certitude absolue dans la bibliographie, mais il est clair que les abeilles sont incapables de digérer certains disaccharides (composée de 2 sucres, comme par exemple le lactose), certains tri-saccharides, et la totalité des polysaccharides. Elle est donc capable de digérer certains types de disaccharides et tri-saccharides, c'est pourquoi la bonne réponse était «Faux».

Somerville (2005), indique en effet que les sucres les plus complexes n'ont aucune valeur énergétique pour l'abeille. Certains sont des poisons à faible concentration (galactose, arabinose, xylose, mélibiose, mannose, raffinose, stachyose et lactose). La pectine et de nombreuses gommages sont également toxiques pour l'abeille. Ainsi, certains miellats (contenant entre autres du raffinose et des gommages) posent problème.

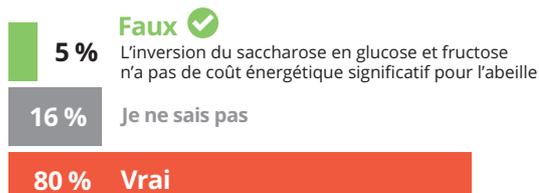
48 %

de bonnes réponses :

Le saccharose n'est PAS le sucre le plus attractif pour l'abeille. C'est le fructose.

Parmi les sucres les plus appétants pour l'abeille, on retrouve (du plus au moins attractif) : le fructose, le saccharose puis le glucose. A titre anecdotique, cet ordre de préférence est également celui des humains.

L'inversion du saccharose en glucose et fructose par l'abeille a un coût énergétique significatif pour l'abeille :



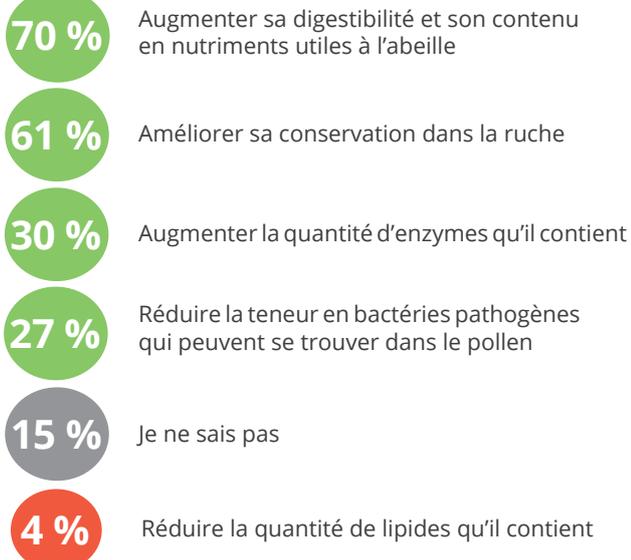
L'abeille doit hydrolyser le saccharose en glucose et fructose, puis ensuite le glucose en fructose, pour pouvoir le fragmenter et l'utiliser (pour la production d'énergie ou la synthèse de molécules). Pour se faire, elle utilise des enzymes présentes dans sa salive.

Quels que soient les sucres ingérés, les enzymes seront toujours présentes dans la salive de l'abeille et l'organisme des abeilles ne va pas arrêter de les synthétiser. De plus, ces enzymes ne se « perdent pas » après utilisation : elles présentent chacune un site d'action qui, en présence des sucres, réalisera leur hydrolyse et qui redeviendra disponible après la réaction. Même si, bien évidemment, il y a des pertes d'enzymes avec le temps.



© Vlad_Mir - Fotolia

Quel est l'intérêt de la transformation du pollen en pain d'abeille ?



La composition du pain d'abeilles est globalement proche de celle du pollen frais, mais celui-ci contient plus de composés intéressants, de bactéries, d'enzymes et de moisissures (Guilliam, 1997). Sa valeur biologique est ainsi supérieure.

Le pain d'abeilles apporte les protéines, les acides aminés, les fibres, les lipides, les vitamines et minéraux à la colonie. Il va ainsi permettre d'équilibrer le régime alimentaire des abeilles afin de leur éviter les carences (en particulier en vitamines et minéraux).

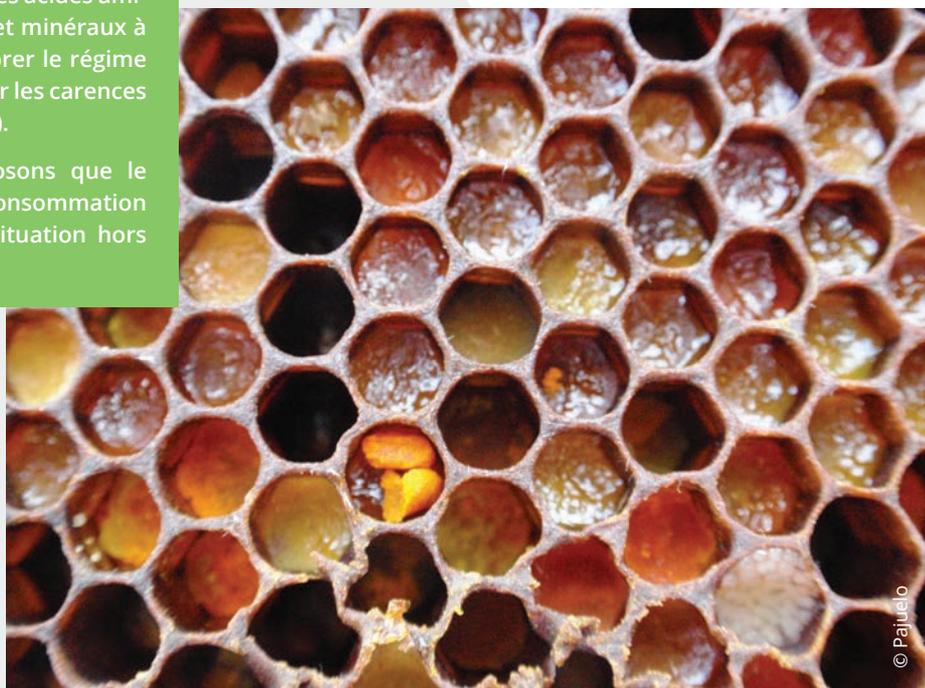
D'après Somerville (2005), nous supposons que le pollen représente 10 % à 20 % de la consommation totale de l'abeille, respectivement en situation hors couvain et en période d'élevage.

Le pollen, auquel est ajouté du nectar, des sécrétions glandulaires et des bactéries lactiques par les abeilles, subit une fermentation par les bactéries lactiques pour former le pain d'abeilles.

Ces bactéries lactiques sont présentes dans la flore intestinale des abeilles. Elles sont inoculées quand les abeilles mélangent le pollen avec du nectar de leur jabot et de la salive pour l'agglomérer, et plus tard pour éliminer les bulles d'air dans les cellules quand il est stocké.

Les bactéries introduites vont permettre :

- **Une optimisation de la digestibilité** entre autres par la dégradation des parois des grains de pollen et la digestion des glucides,
- **Une augmentation de la présence d'enzymes utiles pour la maturation du pollen,**
- La production d'acides aminés, peptides, vitamines, oligoéléments (entre autres acides gras oméga 3 et 6)... **augmentant la valeur nutritive du pain d'abeilles.**
- **Une réduction de la teneur en bactéries et champignons pathogènes** non acidophiles (*Ascosphaera...*) grâce à l'action des bactéries lactiques (Čeksterytė, 2012), qui vont produire de l'acide lactique, abaissant le pH du pain d'abeilles,
- Un ensemencement de l'intestin des jeunes abeilles avec ces bactéries (et donc **acquisition des bénéfiques de celles-ci sur la digestion, la synthèse de vitamines.**)





© bettapoggi - Fotolia

Figure 2: Composition moyenne du pollen frais

Eau	30 %	
Sucres totaux <i>Monosaccharides (fructose + glucose) + disaccharides + sucres supérieurs</i>	Jusqu'à 45 %	
Protéines	18 % - 30 %	
Sels minéraux	Jusqu'à 3 %	
Fibres	Jusqu'à 5 %	
Vitamines	B1	Hydrosoluble, désintégration des glucides
	B2	Respiration cellulaire, détoxification, développement, enveloppe les nerfs
	B3	Métabolisme des hydrates de carbone, lipides et protéines
	B5	Libération de l'énergie des lipides, protéines, hydrates de carbone
	B6	Métabolisme des protéines
	B12	Régénération des tissus
	Choline, inositol	Métabolisme lipides, groupe B
	Cyanocobalamine, acide folique	Division et multiplication cellulaire, groupe B
	Groupe B en général	Grande importance dans les premières phases d'élevage et pour la différenciation de la reine
	C	Hydrosoluble, transport de l'oxygène, antioxydant, assimilation des acides aminés, protection contre les intoxications par pesticides, indispensable au développement des larves
	E	Liposoluble, thermosensible, antioxydant, rôle dans la reproduction ?
H	Intervient dans le métabolisme des glucides et des lipides. Flore intestinale ? Choline, inositol (métabolisme lipides, groupe B), cyanocobalamine, acide folique (division et multiplication cellulaire, groupe B)...	

La composition moyenne en protéines, en lipides, en minéraux... varie fortement selon les espèces de plantes.

Les pollens de Lamiacées (romarin,...) et le tournesol par exemple sont pauvres en protéines (moins de 20 %) ; les fruitiers, chardons, colza, légumineuses en contiennent moyennement (de 20 à 30 %), tandis que la vipérine et la phacélie en contiennent plus (Stace, 1996).

Les pollens de chardon, tournesol et vipérine par exemple sont pauvres en lipides (2 %), contrairement aux cistes (jusqu'à 6 %) et aux Brassicacées (6-7 %) (Cordon 2005).

Si on considère la composition des pollens dans son ensemble, les pollens de Brassicacées (colza,...), Ericacées (bruyères), Rosacées (fruitiers) semblent les plus complets et intéressants pour l'abeille. A contrario, les pollens de Graminées, quand ils sont dominants, sont à éviter.

Pour en savoir encore plus sur la composition du pollen, c'est sur la page suivante !



PROTÉINES

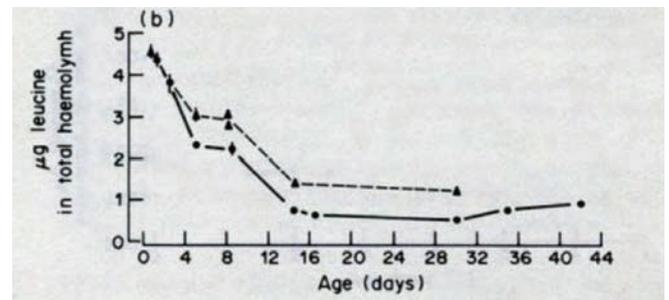
Les besoins protéinés de l'abeille adulte sont décrits par Crailsheim (1986) dans le graphique ci-contre (figure 3). Celui-ci illustre la variation de la quantité de leucine dans l'hémolymphe de l'abeille adulte. La leucine est un très bon indicateur de la consommation en protéines car :

- C'est l'acide aminé majoritaire des protéines de l'hémolymphe,
- C'est un acide aminé essentiel (voir figure 4 - page suivante) qui ne peut être apporté que par l'alimentation.

Dans les premiers jours après l'émergence, l'abeille adulte va nécessiter une alimentation riche en protéines, dont une grande partie servira au développement des glandes hypopharyngiennes et à la production de gelée royale (Maurizio, 1954). Pain et Maugenet (1966) ont évalué que près de 60 mg par abeille étaient ainsi consommés durant les dix premiers jours.

L'alimentation protéinée baisse rapidement et se stabilise à 20 % des besoins initiaux à partir de 15 jours après l'émergence (Crailsheim, 1986). Souvent, les nourrices assurent par trophallaxie l'alimentation des ouvrières plus âgées comme les butineuses (Crailsheim et al, 1998).

Figure 3 :
Quantité de leucine dans l'hémolymphe de l'abeille adulte



Source : Crailsheim, 1986

● 7-28 Juillet 1983

▲ 4 Août - 5 Septembre 1983



© Pajuelo

Si les nourrices ne trouvent pas les protéines nécessaires à leur alimentation (de même que lors d'une forte infestation par Varroa), leurs glandes hypopharyngiennes ne se développent pas complètement et leur production de gelée royale ne permet pas un développement normal du couvain et/ou une alimentation correcte de la reine. La ponte de cette dernière s'en trouve réduite. Les sécrétions des glandes hypopharyngiennes représentent environ 95 % de la quantité totale des protéines nécessaires au développement d'une larve (Babendreier et al., 2004). Pour Pernal et Currie (2000), le pollen intervient au niveau de la vitellogénèse et, en absence de reine, il augmente le développement des ovaires des abeilles.

8 000

C'est le nombre d'abeilles pouvant être potentiellement élevées avec 1 kg de pain d'abeille.

Seulement 16 % des apiculteurs ont trouvé la bonne réponse.



Les larves sont nourries avec une gelée larvaire. Cette gelée a une composition similaire à celle de la gelée royale durant les trois premiers jours. Par la suite, les nourrices incorporent progressivement du pollen et du miel en fonction de l'âge de la larve (Winston, 1987). Les larves consomment du pollen principalement les 4^{ème} et 5^{ème} jours de leur vie. Cremonoz (1998) a établi qu'une larve consomme 30 mg de protéines (soit 125 mg de pollen) pour devenir ouvrière ; ce qui revient à dire qu'1 kg de pollen permet d'élever potentiellement 8 000 ouvrières.

Une bonne teneur en protéines des larves de mâles et des premiers jours du stade adulte va permettre une maturité sexuelle rapide et normale (Szolderits et Crailsheim, 1993), et un grand nombre de spermatozoïdes produits (Nguyen, 1999). Ces besoins en protéines sont couverts par la nourriture (un mélange de sécrétions glandulaires, de pollen et de miel) que les jeunes ouvrières donnent aux mâles de 1 à 8 jours.



Une colonie consomme entre 12 et 40 kg de pollen en moyenne chaque année.

34 % des apiculteurs ont trouvé la bonne réponse.

Une colonie va consommer entre 12 et 40 kg de pollen par an. L'aspect qualitatif des pollens est très important dans la mesure où c'est la quantité de protéines apportée à la ruche qui est déterminante. Par exemple, une colonie qui récolte 3 kg de pollen à 20 % de protéines aura la même quantité de protéines disponibles qu'une colonie qui récolte 2 kg de pollen à 30 % de protéines.

ACIDES AMINÉS

Les acides aminés sont des petites molécules azotées qui se lient pour former les peptides (quand elles sont en petit nombre) ou les protéines (quand elles sont plus de 50). Il en existe 20 dans la nature.

L'abeille est capable d'en synthétiser 10 à partir de leurs composants (issus des protéines ingérées par l'alimentation), mais les 10 autres ne sont pas synthétisables et doivent être apportés tels quels par l'alimentation. Ce sont les acides aminés essentiels (la liste est donnée dans la figure 4).

Quelques plantes, comme par exemple l'eucalyptus, ne contiennent pas un ou plusieurs acides aminés essentiels (l'isoleucine dans ce cas). Si les abeilles consomment ce pollen en quantité et à long terme, la carence induite augmentera le risque d'apparition de maladies (Mendoza, 2013).

Figure 4 : Liste des acides aminés essentiels (De Groot, 1953)

Acides aminés essentiels	% nécessaire (par rapport aux protéines totales ingérées)
Arginine	3 %
Phénylalanine	2,5 %
Histidine	1,5
Isoleucine	4 %
Leucine	4,5 %
Lysine	3 %
Méthionine	1,5 %
Tryptophane	1 %
Thréonine	3 %
Valine	4 %

LIPIDES

Ce sont des sources importantes d'énergie qui sont utilisées pour la composition des réserves. Il est admis que les acides gras sont des composants nécessaires des phospholipides qui jouent un rôle important dans l'intégrité structurale et la fonction des membranes cellulaires des insectes.

Il n'y a pas beaucoup d'études sur les lipides en apidologie, mais nous savons que:

- Les pollens avec une teneur élevée en lipides semblent attirer plus fortement les abeilles. (Singh et al, 1999)
- Dans les tissus de l'abeille, les lipides les plus fréquents sont les stérols (Somerville, 2005).
- Le cholestérol et le 24-méthylène cholestérol semblent augmenter l'élevage (Somerville, 2005).
- Le rôle des polyols (comme le glycérol) est en discussion pour l'abeille, à la lumière des autres insectes qui hibernent, où ils ont une fonction d'« antigel ».
- Le pollen pourrait avoir un rôle sanitaire grâce à l'action antagoniste de certains acides gras sur les agents responsables de la loque européenne et américaine (Somerville, 2005).

MINÉRAUX

Le bon fonctionnement de l'organisme de l'abeille nécessite un apport en minéraux. Ceux-ci sont impliqués dans de nombreuses réactions vitales. Les principaux sont donnés par Somerville (2005) : calcium, chlore, cobalte, cuivre, phosphore, fer, magnésium, manganèse, nickel, potassium, sodium, iode et zinc.

Il faut toutefois noter que les sels minéraux, en quantités importantes, augmentent la quantité d'eau retenue dans les fèces de l'abeille, donc leur volume, et nécessite plus de vols de propreté pour leur évacuation. Il faut donc veiller à ne pas faire hiverner avec des aliments trop riches en minéraux, comme les miellats (nous avons également dit que certains sucres des miellats sont par ailleurs toxiques).

EAU

L'eau est indispensable pour maintenir les minéraux en dissolution, pour de nombreuses réactions chimiques vitales pour l'organisme de l'abeille.

Elle sert aussi à augmenter l'humidité relative au niveau du couvain (70 %) pour permettre son développement. Le couvain est en effet sensible à la déshydratation (dessèchement corporel) et peut disparaître entièrement de la ruche s'il y a pénurie d'eau. L'eau sert également à réguler la température corporelle de la colonie (par la ventilation). Il faut cependant préciser que le métabolisme de l'abeille ne permet pas l'élimination de l'eau. L'abeille ne peut donc pas consommer régulièrement du nectar, très humide.

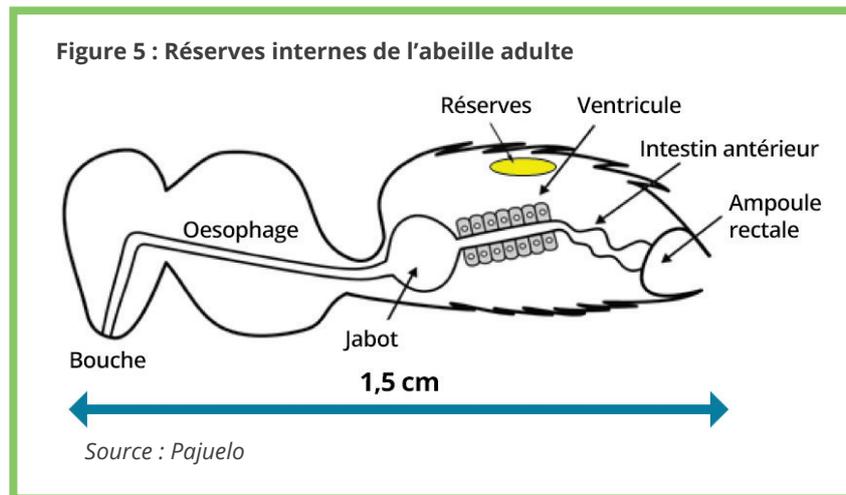
La quantité d'eau consommée par une colonie dépend beaucoup de l'élevage et de la température. D'après son expérience personnelle en Espagne, Antonio Pajuelo considère une consommation de 1 litre d'eau par colonie par semaine en période d'élevage (en ou hors période de miellée). De plus, elles ont une préférence pour les eaux riches en sels minéraux, ce qui explique pourquoi elles peuvent être attirées par les effluents d'élevage.

En hiver, les abeilles consomment l'eau résultant de la condensation de l'humidité ambiante de la ruche, par la différence de température entre le cœur de la grappe (chaud) et la périphérie de la colonie (froide).



© bettapoggi - Fotolia

Les réserves individuelles et collectives



Toutes les réserves corporelles d'une abeille se situent dans son dos, sous le 5^{ème} tergite (segment abdominal). Quand on observe une abeille, cela correspond au 3^{ème} segment visible. Une sorte de « bosse » est présente sous la cuticule (voir figure 6), formée d'un tissu spécial de stockage constitué de trophocytes : cellules qui accumulent les corps gras et d'autres nutriments (Paes de Oliveira 2003).

Ces réserves sont les réserves individuelles de l'abeille. Elles sont mobilisées quand l'abeille est enfermée dans la ruche sans pouvoir sortir (en hiver), ou pour survivre à une période d'absence de réserves dans la ruche et sans apport extérieur. Ces réserves sont complétées par les réserves « collectives » dans les cadres de la ruche. Quand elle le peut, l'abeille recharge ses réserves individuelles à partir des réserves de la ruche.

Ce phénomène d'accumulation est particulièrement visible chez les abeilles d'hiver, qui contiennent beaucoup de réserves adipeuses dans leurs trophocytes, qui vont faire grossir l'abdomen jusqu'à dépasser la longueur des ailes (voir figure 7). Ce phénomène existe également en saison, dans les périodes de floraisons intenses : voir des abeilles grasses dans les ruches est signe de bonnes floraisons. Au contraire, en période de disette les abeilles vont consommer leur réserves corporelles.

Les réserves collectives de la colonie se trouvent donc sur les cadres :

- Le miel sur la partie supérieure des cadres de couvain et dans les cadres de rive et de hausse.
- Le pollen forme un arc autour du couvain et dans les cadres adjacents.

Attention, les réserves de la colonie continuent d'évoluer à l'intérieur de la ruche et sont périssables !

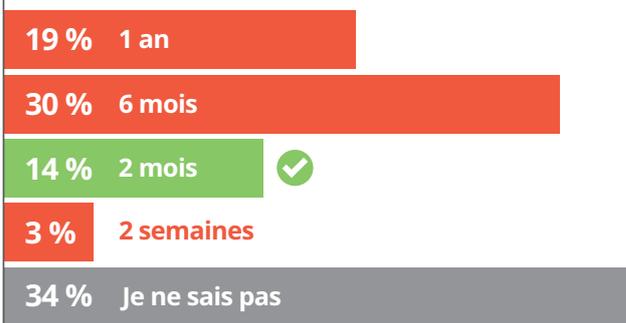
Figure 6 : Réserves internes de l'abeille adulte



Figure 7 : abeille d'été et abeille d'hiver



Dans la ruche, à partir de combien de temps le pain d'abeille commence-t-il à se dégrader ?



© Pajuelo

Il faut tenir compte du fait que le pollen, même s'il est fermenté pour augmenter sa conservation, possède une « date limite de consommation optimale » dans la ruche. Somerville (2005) et Vasquez (2009) indiquent qu'il commence à se détériorer significativement après deux mois. Il va progressivement perdre des composants (et donc ses propriétés), jusqu'à atteindre une forte détérioration à partir de laquelle les abeilles le sortent de la ruche. Ce phénomène est très visible à la sortie de l'hiver. Le développement de l'élevage au printemps, étape clé dans le redémarrage des colonies, se réalise donc conjointement avec l'arrivée du pollen frais.

Néanmoins, s'il n'y a pas d'apport de nouveau pollen, les abeilles continuent de consommer le vieux pain d'abeilles.

Qu'en est-il du miel ?

Les réserves en miel se conservent plus longtemps que le pollen. La conservation du miel en ruche va dépendre de la température de la zone de stockage (White, 1964).

Nous pouvons considérer que, pour l'abeille, la « date limite de consommation optimale » du miel est de 4 ans.

En effet, au-delà de cette période, les HMF produits présentent un risque de toxicité pour l'abeille. Les HMF résultent de la déshydratation des sucres, en particulier le fructose. **A température ambiante, la vitesse de formation des HMF est d'environ 1 mg/kg de miel par mois.** Les températures élevées accélèrent la formation des HMF, ainsi que les miels plus acides ou récoltés depuis longtemps.

De plus, avec le temps, il y a une perte des propriétés nutritionnelles du miel qui correspond à la détérioration de composés organiques, flavonoïdes, arômes...

Il n'y a pas de risque de fermentation si l'humidité du miel est correcte (inférieure à 18,5 %), ce qui est majoritairement le cas. Des exceptions existent sous nos climats, par exemple dans des miellées d'automne en jours courts et humides : les abeilles peuvent operculer du miel à environ 20,5 % d'humidité.

De plus, pour qu'il y ait fermentation, la température doit être supérieure à 20 °C, ce qui limite le phénomène.

Focus : la malnutrition

Les effets de la malnutrition des abeilles sont connus. Il y a une interaction entre les abeilles et la colonie, et les problèmes individuels se répercutent sur la population d'adultes et l'élevage, qui se verront qualitativement et quantitativement réduits. Le cannibalisme sur les larves est possible et aura un effet sur la génération adulte suivante et sur la capacité de la colonie à constituer des réserves (Brodschneider, 2010).

Cannibalisme dans une colonie souffrant de malnutrition :



200 µm

C'est la taille maximale des particules qu'une abeille peut consommer.
200 µm = 0,2 mm

31 % des apiculteurs ont trouvé la bonne réponse.

Les abeilles avalent directement leur nourriture. Elles ont un mode de préhension de type suceur. Les mandibules jouent le rôle de pinces et servent seulement à détacher et amalgamer la nourriture. Il est donc très important que les particules soient petites (maximum 0,2 mm de diamètre).

Les apiculteurs qui fabriquent leurs aliments doivent donc veiller à ce que les particules soient correctement désagrégées ou dissoutes dans l'eau sans faire de grumeaux ou de trop grandes particules.

De plus, si du miel cristallise dans les réserves de la ruche, il ne sera pas consommable par l'abeille (sauf exception s'il y a une forte condensation d'eau dans la ruche qui puisse dissoudre les cristaux : très forte humidité ambiante et population élevée d'abeilles).

La malnutrition des abeilles se traduit par des signes visibles :

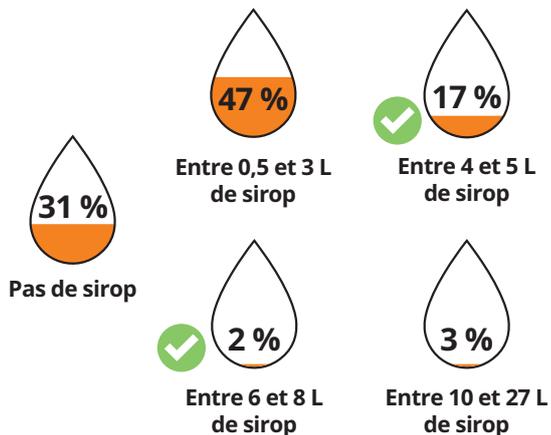
- 70 % Arrêt de ponte de la reine
- 61 % Diminution de la survie du couvain
- 57 % Cannibalisme (les abeilles consomment les larves)
- 48 % Mortalité d'ouvrières
- 39 % Arrêt d'élevage de mâles
- 32 % Abeilles de petite taille, à l'abdomen nettement plus court que les ailes
- 29 % Mortalité de mâles
- 5 % Diminution de l'apparition de maladies du couvain
- 4 % Je ne sais pas
- 1 % Augmentation de la quantité de gelée royale dans les cellules de couvain ouvert

VOS PRATIQUES

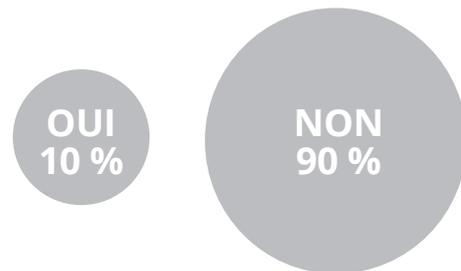
Début de saison

[Entre sortie de l'hiver et première miellée]

Quelle quantité moyenne de sirop de nourrissage donnez-vous par ruche en DEBUT de saison ? (en litres par ruche)



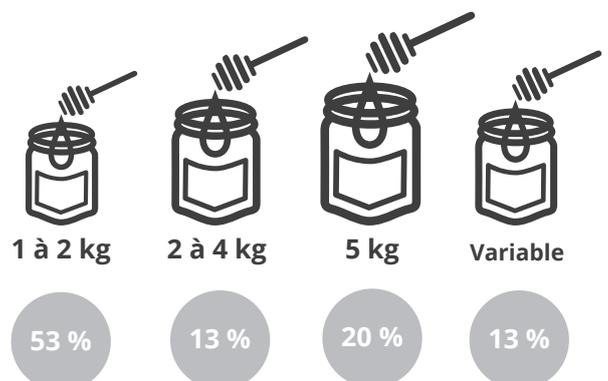
Nourrissez-vous avec du miel en DEBUT de saison (autre que celui du corps de ruche) ?



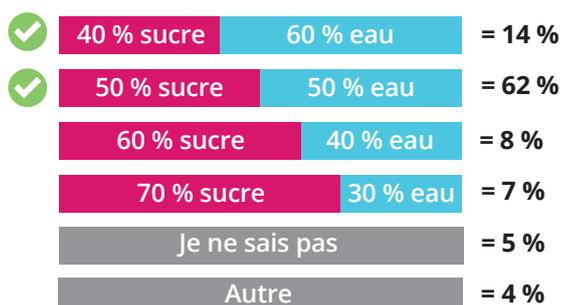
D'après Antonio Pajuelo, dans la majorité des cas, 4 litres de nourrissage en début de saison (1,5 litres / semaine) représentent le minimum nécessaire pour « aider » les colonies avant la première miellée de printemps. Environ 20 % des apiculteurs utilisent ces doses-là. Un nourrissage de plus de 8 litres ne peut se justifier que lorsqu'il y a production d'essaims/paquets d'abeilles/reines. Avec des quantités de sirop élevées (plus de 10 litres), le risque de résidus dans le miel est élevé ! (Guler, 2014)

Ce nourrissage de stimulation est donc adéquat en début de saison, mais peut l'être plus tard si une miellée est précédée d'une longue période (plus d'un mois) sans floraison.

Parmi les 10 % d'apiculteurs qui nourrissent avec du miel, les quantités s'élèvent à :



Si vous nourrissez en DEBUT de saison, quel type de sirop de nourrissage utilisez-vous majoritairement ?

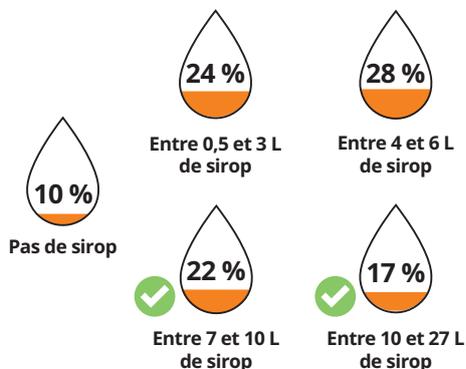


Le nourrissage au miel est théoriquement idéal, cependant cette technique présente plusieurs inconvénients : le miel peut être le vecteur d'agents pathogènes, et notamment contenir des spores de loque américaine. Par ailleurs, sur le plan pratique, il peut favoriser le pillage à certaines périodes de l'année. Enfin, un tel nourrissage représente un coût non négligeable.

Fin de saison

[Entre la fin des miellées et l'hivernage]

Quelle quantité moyenne de sirop de nourrissage donnez-vous par ruche en FIN de saison ? (en litres par ruche)



Comme il avait été indiqué dans la synthèse Parole d'apiculteur sur l'hivernage, il est important de bien évaluer les réserves de vos ruches avant l'hiver, en comptant les cadres de corps de ruche contenant des réserves. Cette estimation doit être réalisée pendant la visite d'hivernage, qui a généralement lieu sous nos climats entre le 15 et le 30 septembre.

Figure 7: Estimation de la quantité maximale de miel possible par cadre selon le type de ruche

Type de ruche (corps)	Surface par face (dm ³)	Quantité de miel sur les 2 faces (kg)
Référence	1	0,4
Dadant	11	4,4
Langstroth	8	3,2

Source : Gonella 2014

Ces données représentent un maximum théorique.

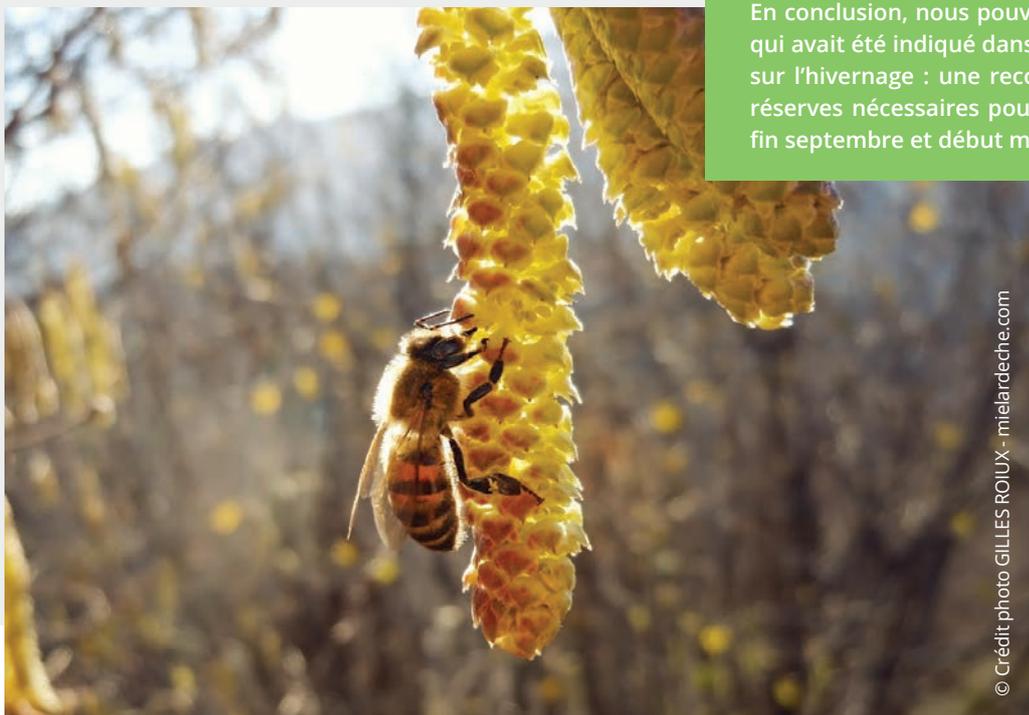
Attention à réduire cette estimation si les cadres ne sont pas pleins à 100 % !

Pouvreau (1981), reprenant les données de Beldame (1942), indique un besoin de 7 kg de miel par ruche entre début octobre et fin février : 2 kg/mois en octobre et février, et environ 1 kg/mois de novembre à janvier.

Cependant, il existe des différences entre les auteurs qui s'expliquent par la variabilité des conditions d'hivernage. On peut citer entre autres : la flore disponible (en automne et sortie d'hiver), la météorologie, le nombre d'abeilles dans les ruches (et la race d'abeilles éventuellement).

Le changement climatique actuel a pour conséquence une tendance de réchauffement des périodes automnales et hivernales, ce qui limite la période hors couvain (et implique donc plus de soins au couvain), et augmente l'activité des abeilles (grappe d'abeilles moins longtemps formée). Ces phénomènes augmentent l'activité des abeilles et la consommation d'énergie et de nourriture. Il faut donc en tenir compte et ajuster à la hausse le nourrissage hivernal (par rapport aux références citées plus haut).

En conclusion, nous pouvons généraliser et confirmer ce qui avait été indiqué dans la synthèse Parole d'apiculteur sur l'hivernage : une recommandation de 15 à 25 kg de réserves nécessaires pour l'hiver et le printemps : entre fin septembre et début mai.

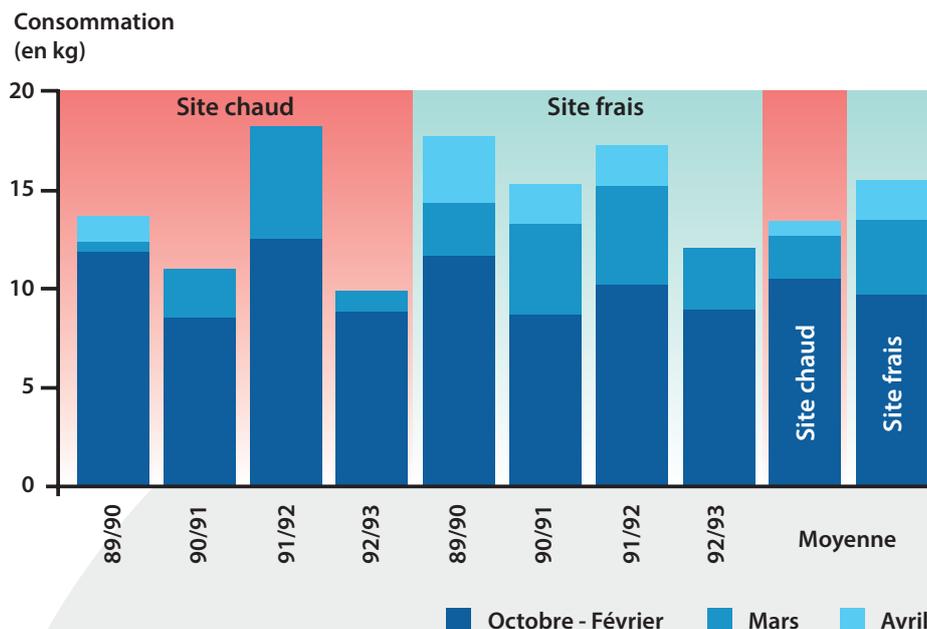


© Crédit photo GILLES ROUJ - mielardèche.com

Envie d'en savoir plus sur la consommation des réserves selon le climat ?



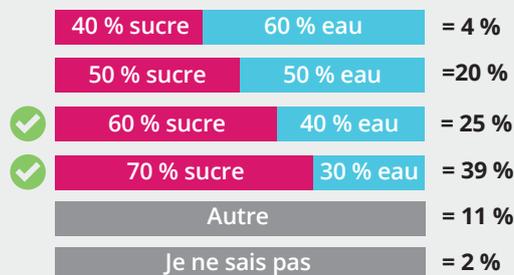
Figure 8 : Consommation moyenne des réserves en hiver et sortie d'hiver sur 2 sites au sud de l'Allemagne (d'après Liebig, 1994)



15 ruches en 89/90, 10 ruches les autres années

Source : Gonella, 2014

Quel type de sirop de nourrissage utilisez-vous majoritairement en FIN de saison ?



Il est important ici de distinguer les périodes froides de celles qui le sont moins, et des objectifs en termes de population des colonies.

Si un apiculteur souhaite augmenter sa population d'abeilles avant l'hiver, il peut profiter d'une période de douceur avant le froid automnal et hivernal en apportant un sirop léger (50/50) qui aura pour effet de stimuler la ponte de la reine, et d'obtenir des colonies plus peuplées un mois plus tard.

Si la population est satisfaisante dans la ruche, ou si le nourrissage est réalisé tardivement, ou si la météo est incertaine, mieux vaut nourrir avec un sirop lourd (60/40 ou 70/30).

De manière générale, il convient mieux d'apporter majoritairement du sirop lourd (60/40 ou 70/30) en fin de saison, qui nécessitera moins de travail et d'énergie pour sa déshydratation et son stockage.

Et le candi dans tout ça ?

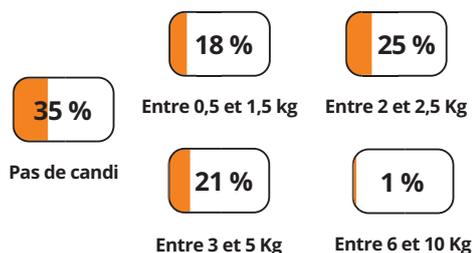
Les pratiques des apiculteurs sont assez diverses par rapport au candi. **Globalement une majorité en utilise** (dont 46 % entre 2 et 5 kg).

Le candi est l'aliment le plus adapté en cas de disette hivernale car il est placé directement à proximité de la grappe d'abeilles. Le candi présente aussi la caractéristique d'abaisser l'humidité de condensation qui se forme à l'intérieur de la ruche. Cette humidité provoque une dissolution du candi, qui va permettre sa consommation par les abeilles (pour rappel, leur appareil buccal est de type suceur). **Nous pouvons considérer une consommation moyenne d'environ 1 kg de candi par mois.**

Cette baisse de l'humidité est particulièrement intéressante en zones humides (zones pluvieuses, de brouillard, vents marins, orientation au Nord...) afin d'**améliorer les conditions d'hivernage**. L'excès d'humidité en hiver peut en effet favoriser le développement de moisissures. De plus, le candi est très rarement stocké dans les cadres. **Il évite tout risque d'adultération de la première récolte de miel** (en cas de surdosage de sirop et s'il en reste au printemps dans les corps de ruche).

Il est possible de se passer du candi, mais il faut faire attention à ce risque d'adultération du miel en début de saison (risque faible en général, mais plus élevé dans le cas des miellées précoces, romarin par exemple).

Quelle quantité de candi sucré donnez-vous en moyenne par colonie en FIN de saison ? (en kilos par ruche)



Aliments complémentaires

Antonio Pajuelo considère un aliment complémentaire comme une assurance que l'alimentation des abeilles contiendra les composants apportés. Il existe un certain nombre de références sur les effets d'aliments complémentaires sur l'abeille domestique. **On peut citer notamment des travaux concernant les algues (Roussel, 2015), la propolis (Antunez, 2008), les extraits végétaux (romarin, grenade, cannelle, pamplemousse...).**

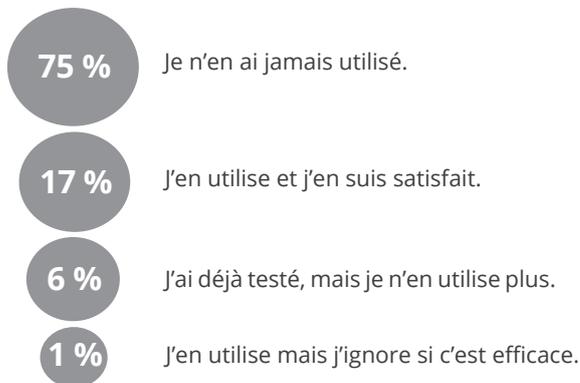
On peut faire un parallèle avec les contrats d'assurance que nous pouvons souscrire à titre personnel. Ils nous apportent un soutien en cas de problème.

Antonio Pajuelo témoigne de la situation en Espagne, où **les aliments complémentaires sont fréquemment utilisés pour sécuriser la nutrition des colonies** en période de sécheresse ou quand il y a une **insécurité en termes de quantité ou qualité des apports de pollen**, leurs floraisons étant globalement plus courtes qu'en France.

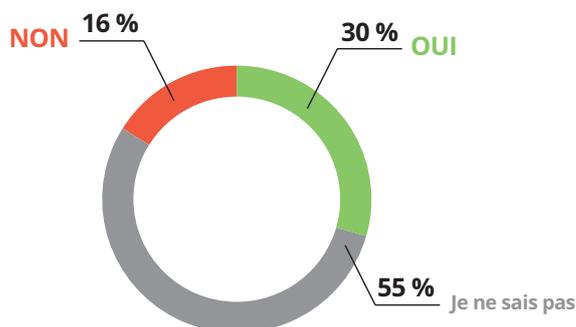
Dans un climat majoritairement océanique comme celui de la France, les aliments complémentaires sont recommandables en situation de flore et/ou de météorologie défavorable en fonction de la qualité et quantité des réserves disponibles.

Ces aliments complémentaires sont mélangés au sirop ou aux pâtes protéinées.

Utilisez-vous ou avez-vous déjà utilisé des aliments complémentaires ?



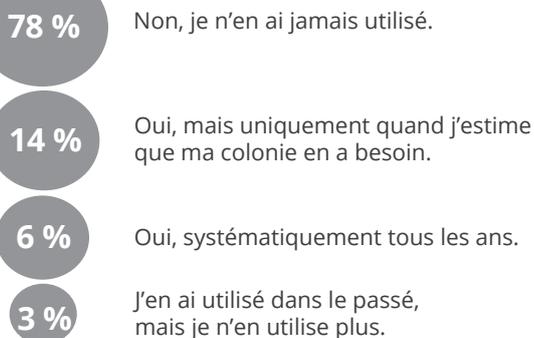
Croyez-vous que l'apport de produits complémentaires au nourrissage tels les aliments complémentaires soit nécessaire ou utile pour améliorer la santé des colonies ?



Nourrissement protéiné

Avant toute chose, il est important de noter que la variabilité de valeur nutritionnelle est forte pour les pollens, selon les espèces végétales. On considère que l'alimentation pollinique est meilleure quand les colonies possèdent des réserves d'au moins 4 ou 5 couleurs différentes.

Utilisez-vous des substituts de pollen (nourrissement protéiné) ?



De la même façon que pour les aliments complémentaires, les substituts de pollen sont souvent utilisés en Espagne, bien plus qu'en France semble-t-il. Les apiculteurs espagnols utilisent en effet des pâtes protéinées en période de sécheresse ou quand les apports de pollen sont insuffisants qualitativement et quantitativement.

En pratique, on considère qu'il y a une insuffisance quantitative si les ruches ont moins d'un cadre de pollen en période d'élevage. Ce pollen est réparti sur la partie supérieure des cadres de couvain et sur les cadres en rive du couvain. Antonio Pajuelo considère un problème qualitatif quand il y a moins de 4 à 5 couleurs de pollen dans la ruche.

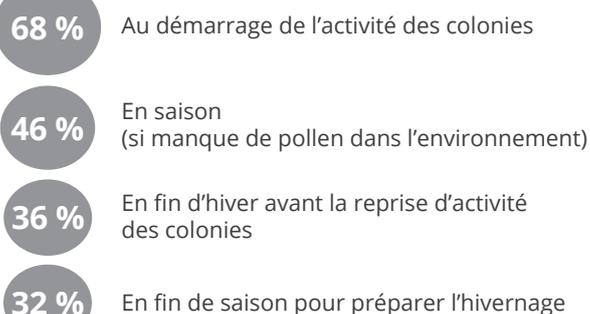
L'appétence des pâtes protéinées est un point important pour leur utilisation. Notre abeille noire consomme sans problème des pâtes contenant environ 5 % de protéines. Au-delà de ce taux, l'appétence va baisser. De plus, il faut veiller à ne pas apporter trop de protéines dans l'alimentation de la colonie, la digestibilité s'en trouverait réduite.

Une question a été récemment soulevée quant à l'augmentation du risque nosérose par le nourrissement protéiné. Fleming (2015) a en effet publié une étude dans laquelle il a inoculé en laboratoire des spores de *Nosema* à des abeilles en cagettes. Les groupes ayant reçu une alimentation protéinée ont développé plus de spores de *Nosema* que les groupes alimentés seulement avec du sucre.

Selon Antonio Pajuelo, cette étude est critiquable car elle concerne des jeunes abeilles qui n'ont pas bénéficié d'un « ensemencement » correct de leur flore intestinale (absence de trophallaxie, voir détail dans les « réponses à vos questions » - Page 18), et car **les abeilles nourries avec des protéines vivent plus longtemps**, ce qui augmente le risque d'un nombre plus élevé de spores de *Nosema*. De plus, d'après son expérience et Zheng (2014), la pathogénicité de la nosérose tient également à l'apparition d'un facteur de stress (froid, faim, intoxication). Ainsi, il continue de penser que les diètes protéinées présentent un intérêt dans de nombreuses situations.



Quand utilisez-vous des substituts de pollen ?



Il est important de supplémenter les colonies si l'exploitation apicole est orientée vers la productivité, ou pour les raisons climatiques et floristiques que j'ai déjà énoncées (manque de pollen ou mauvaise qualité ou diversité de pollen). En effet, si les colonies ne sont pas préparées avant les miellées, le flux de nectar servira à produire des abeilles, et la récolte sera très limitée (voire nulle).

Il est important de nourrir avec des suppléments protéinés :

- Avant la première floraison pour prévenir les risques météorologiques qui peuvent nuire au développement de la population des colonies.
- Avant une floraison importante, s'il y a un manque de pollen et nectar qui pourrait causer une baisse de population.
- Avant l'entrée en hiver, pour favoriser un renouvellement de population avec l'émergence d'abeilles bien pourvues en réserves, qui résisteront bien à l'hiver et seront suffisamment vigoureuses pour bien redémarrer au printemps suivant.

Croyez-vous que l'apport de protéines soit nécessaire ou utile pour améliorer la santé des colonies ?

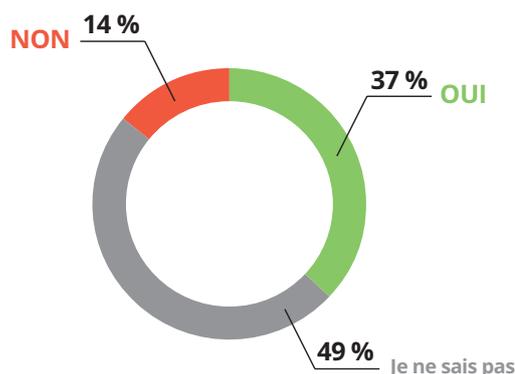
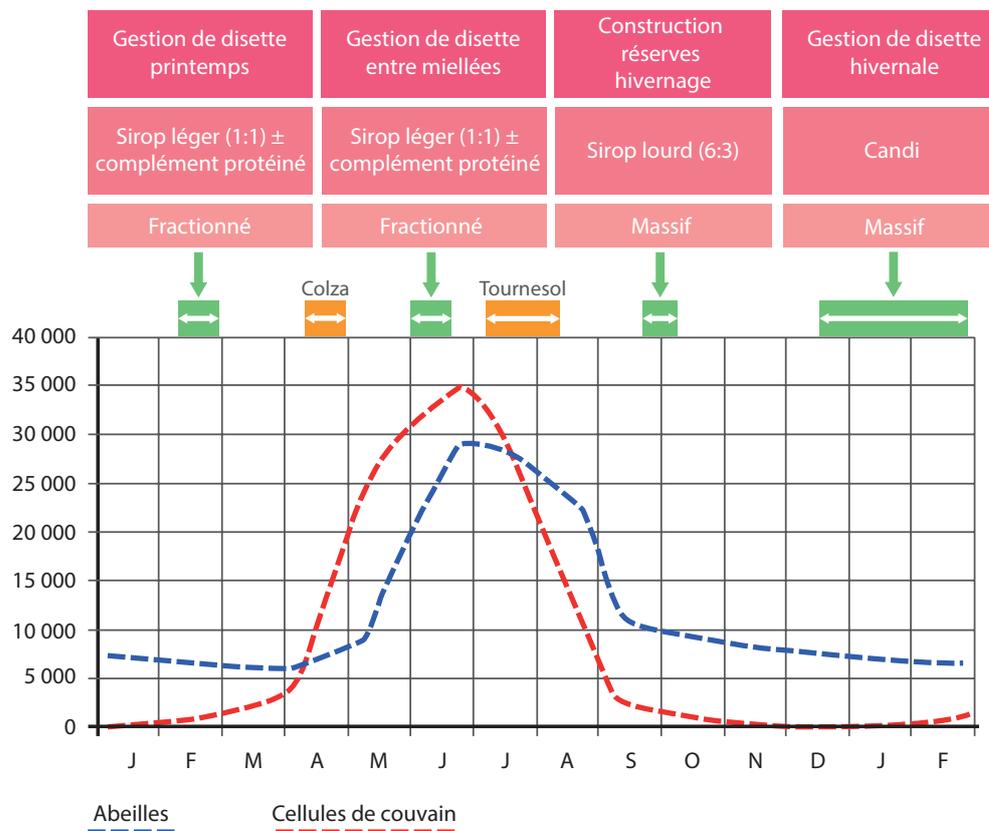


Figure 9 :

Exemple type de gestion pratique du nourrissage au cours de la saison apicole.

Exemple d'une région de grandes cultures oléagineuses (Ouest et Sud-Ouest de la France).

(Les données utilisées pour illustrer l'évolution des effectifs d'abeilles et de cellules du couvain sont inspirées d'une étude réalisée par Imdorf et al, 2010)



NB : ces données sont générales et doivent être modulées en fonction des conditions météorologiques et des objectifs de chaque exploitation.

Source : Gonella, 2014

Selon vous, la qualité du nourrissage :

46 %

Est prioritaire pour assurer la santé des colonies

30 %

Est très importante, mais pas prioritaire pour la santé des colonies

15 %

N'apporte pas une réelle différence sur la santé des colonies si les abeilles sont bien suivies et traitées contre varroa

9 %

Je ne sais pas, je ne suis pas suffisamment informé sur l'importance du nourrissage

VOUS AVEZ LA PAROLE

Réponses à vos questions

Comment évaluer l'effet réel du nourrissage ou des produits utilisés ?

En faisant un essai préalable. Dans un rucher, il faut choisir au moins 20 ruches saines les plus homogènes possibles. Notez leur force par rapport au nombre de cadres d'abeilles, cadres de couvain, cadres de miel et de pollen. Réalisez le nourrissage sur la moitié des ruches en alternant, une ruche avec aliment et une ruche sans. Un mois plus tard, recommencez les mesures sur les colonies. Dans le cas du test de la plupart des aliments complémentaires, il est recommandé d'observer les colonies à plus long terme.

Si vous souhaitez tester plusieurs produits, il est important de toujours constituer des groupes de plus de 10 ruches.

Quelle est l'importance des lipides pour l'immunité de l'abeille ?

Le système immunitaire des abeilles repose sur la production de peptides (chaînes de moins de 50 acides aminés) antimicrobiens. Les apports d'acides aminés et de protéines sont donc déterminants pour l'immunité.

Les lipides sont plus importants dans le maintien de la température corporelle de l'abeille, et nous pensons aussi qu'ils sont présents dans des lipoprotéines et hormones.

Si je fabrique du sirop avec de l'eau courante (avec du calcaire), y a-t-il un risque de diarrhée pour les abeilles ?

Non, il n'y a pas de risque.

Y a-t-il des données scientifiques sur les effets de probiotiques sur l'abeille ?

Oui, il y a des publications sur le sujet depuis la fin des années 70, de M. Guilliam, G. M. Loper, L. N. Standifer... et des plus récentes. En 2005 est paru : "The effects of probiotic supplementation on the content of intestinal microflora and chemical composition of worker honey bees (*Apis mellifera*)" de A. Kaznowski et al.

En conditions naturelles, les abeilles échangent leur nourriture par trophallaxie. Cette trophallaxie (de même que le pain d'abeille) a pour conséquence un échange de la microflore et de la microfaune intestinales (microbiote) des vieilles abeilles vers les jeunes abeilles (qui en sont quasiment dépourvues à l'émergence).

Cette étude a été réalisée sur des abeilles émergentes en cage. L'apport de probiotiques en alimentation a permis l'ensemencement du microbiote intestinal dans les jeunes abeilles en cagettes et a augmenté leur durée de vie.

Dans une colonie saine, avec une bonne flore microbienne, la trophallaxie permet de réaliser un ensemencement de qualité. Mais toutes les colonies ne possèdent pas le même microbiote intestinal, et toutes ne possèdent pas un microbiote de qualité. Ainsi, ajouter des probiotiques à un complément alimentaire à nos abeilles, comme nous le faisons dans l'alimentation humaine ou animale, peut être une manière de sécuriser de bonnes conditions pour les colonies.

Est-ce que le nourrissage artificiel avec des compléments alimentaires peut diminuer l'immunité des abeilles, leur capacité de résistance aux problèmes (faibles températures ou aux carences alimentaires...)?

Non. Il existe même des aliments extrêmement complets, développés pour élever des abeilles et des larves en conditions de laboratoire et sans aucun contact avec l'extérieur ni avec d'autres abeilles. Ces aliments sont homologués par l'INRA (français) depuis 2007, pour réaliser des tests sur les pesticides, les peptides du système immunitaire...

Leur coût très élevé n'est pas rentable et les rend inaccessibles pour les apiculteurs, mais ce n'est pas un problème. En effet, dans nos situations, les abeilles de nos exploitations ne sont pas des animaux enfermés, elles sortent butiner. Ainsi, les produits de nourrissage commerciaux complètent l'alimentation classique des colonies, en conditions de carences alimentaires (qui surviennent naturellement), à cause d'une mauvaise météo ou d'une mauvaise diversité florale... Le choix d'un type d'aliment dépend des objectifs de production et du contexte environnemental (météo, flore) de chaque exploitation.

Connaissez-vous des fournisseurs bio de compléments protéinés efficaces pour démarrer l'élevage au printemps en apiculture biologique ?

Selon le règlement des Comités de l'Agriculture Biologique, les aliments complémentaires à base de protéines ne peuvent pas être utilisés en production biologique.

Dans quelques pays seulement, comme la France, l'utilisation du pollen de l'exploitation est autorisée. En période faste, il est ainsi possible de récolter le pollen de quelques ruches, le congeler et en faire une pâte avec du miel pour l'utiliser en cas de nécessité.

Cette pratique comporte tout de même des risques sanitaires dans la mesure où le pollen et le miel récoltés peuvent contenir des agents pathogènes (spores de loque entre autres). Si vous optez pour cette stratégie de nourrissage, il faut être extrêmement rigoureux quant à l'état sanitaire des colonies dont vous prélevez le pollen et le miel et ne prendre aucun risque.

Comment gérer le nourrissage lorsque les cadres de corps sont pleins de miellat de sapin ?

Antonio Pajuelo conseille de retirer un ou deux cadres de corps et les remplacer avec des cadres bâtis mais vides et procéder à un nourrissage au sirop.

Un grand merci à tous les apiculteurs qui ont participé à l'enquête !

Cette synthèse a été rédigée par Antonio G. Pajuelo et Ludovic de Feraudy (Responsable Technique Véto-pharma). Nous espérons que cette synthèse vous aura apporté des informations utiles et pratiques pour un meilleur nourrissage de vos colonies.

Si vous avez des questions, n'hésitez pas à nous envoyer un mail à parole-apiculteur@vetopharma.com

A bientôt pour la prochaine enquête !

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANTUNEZ K., HARRIET J., GENDE L., MAGGI M., EGUARAS M., ZUNINO P. (2008). Efficacy of natural propolis extract in the control of American Foulbrood. *Veterinary Microbiology* 131 (2008) 324–331
- BABENDRIER D., KALBERER N., ROMEIS J., FLURI P., BIGLER F. (2004). Pollen consumption in honey bee larvae : a step forward in the risk assessment of transgenic plants. *Apidologie*, 35 293-300.
- BRODSCHNEIDER R., CRAILSHEIM K. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*. 2010 ; 41 : 278-294.
- BRUNEAU E (2006). Clés pour l'alimentation : besoins alimentaires des abeilles. *Abeilles & Cie*. 2006 ; 113 : 14-17.
- BRUNEAU E, COLIN ME (2006). Clés pour l'alimentation : stratégies d'approvisionnement. *Abeilles & Cie*. 2006 ; 114 : 18-21.
- ČEKSTERYTĖ V., HJM JANSEN E. (2012). Composition and content of fatty acids in beebread of various floral origin, collected in Lithuania and prepared for storage in different ways, *CHEMINÉ TECHNOLOGIJA*. Nr. 2 pp 57-61
- CORDON MARCOS C. (2005). Palinología y alinología y caracteres físico-químicos del polen apícola producido en España. Propuesta de parámetros objetivos de calidad. Thèse doctorale - Dep. Química Analítica, Nutrición y Bromatología. Fac. Farmacia. Univ. Salamanca.
- CRAILSHEIM K. (1998) Trophallactic interactions in the adult honeybee (*Apis mellifera* L.), *Apidologie* 29, 97–112.
- CRAILSHEIM K. (1986) Dependence of protein metabolism on age and season in the honeybee (*Apis mellifera carnica* Pollm), *J. Insect Physiol.* 32, 629–634.
- CREMONEZ T.M., DE JONG D., BITONDI M.M. (1998), Quantification of Hemolymph Proteins as a Fat Method for Tasting Protein Diets for Honey Bees. *J. Econ. Entomol.* 91 (6), 1284-1289
- DE GROOT A.P. (1953), Protein and aminoacid requirement of the honey bee (*Apis mellifera*), *Physiol. Comp. Oecol.* 3 197-285
- DYCE E.J., MORSE, R.A. (1960), Wintering honeybees in the New York State, *Cornell University Ext Bulletin* 1054.
- FARAR, C.L. (1952), Ecological studies on overwintering honey bee colonies in the northern states. *US Dep Agric Circ* 702.
- FLEMING J., SCHMEHL D., ELLIS J. (2015). Characterizing the Impact of Commercial Pollen Substitute Diets on the Level of *Nosema* spp. in Honey Bees (*Apis mellifera* L.). *PLOS ONE* | DOI:10.1371/journal.pone.0132014
- GUILLIAM M. (1997). Identification and Roles of Non-Pathogenic Microflora Associated with Honey Bees. *FEMS Microbiol Lett.* 155:1-10.
- GOMEZ-PAJUELO A., COLLIN M.E. (2008). Resistencia de las abejas a las enfermedades. *Vida Apícola* 147. 27-30
- GONELLA C., RELUN A. (2014). Nourrissement artificiel des colonies d'abeilles mellifères : des connaissances aux recommandations, *bulletin des gtv - n°72 décembre 2013-janvier 2014* 81-87
- GULER A., KOCAOKUTGEN H., GARİPOGLU A. V., ONDER H., EKINCI D., BIVIK S. (2014). Detection of adulterated honey produced by honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies fed with different levels of commercial industrial sugar (C3 and C4 plants) syrups by the carbon isotope ratio analysis. *Food Chemistry* 155 155–160
- IMDORF A., RUOFF K., FLURI P. (2010). Le développement des colonies chez l'abeille mellifère. *ALP forum*. 68: 1-68.
- KAZNOWSKI A, SZYMAS B, JAZDZINSKA E, KAZIMIERCZAK M, PAETZ H, MOKRACKA J (2005). The effects of probiotic supplementation on the content of intestinal microflora and chemical composition of worker honey bees (*Apis mellifera*) *Journal of Apicultural Research* 44(1): 10–14
- LIEBIG G. (1994). Die Zehrung im Winterhalbjahr (1989-1993) - Einfluss von Standort, Witterung und Volksstärke geprüft. *ADIZ*. 28 (1) : 8-10.
- MAURIZIO, A., (1954). Pollen: its composition, collection, utilization, and identification, *Bee world* 35 49-50.
- MENDOZA Y., SANTOS E., INVERNIZZI C. (2013). Nosemosis en forestación de eucaliptus. Algunas pautas a tener en cuenta. *Actualidad Apícola*. 93. 44-45
- NGUYEN V.N., (1999). Effet of protein nutrition and pollen supplementation of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies on characteristics of drones with particular reference to sexual maturity, *Aust. Beekeep.* 101 374-375, 419-425.
- PAES DE OLIVEIRA V.T, DA CRUZ-LANDIM C. (2003). Morphology and function of insect fat body cells: a review. *Biociencias, Porto Algre* 11 (2). 195-205
- PAIN J., MAUGENET J. (1966). Recherches biochimiques et physiologiques sur le pollen emmagasiné par les abeilles, *Annales de l'abeille* 9 209-236.
- PERNAL SF, CURRIE RW. Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*. 2000 ; 31 (3) : 387-409.
- POUVREAU A. (1981), L'Alimentation de l'abeille domestique, *Bulletin Technique Apicole* 8 (1) 1981, 19-27
- ROUSSEL M., VILLAY A., DELBAC F., MICHAUD P., LAROCHE C., RORIZ D., ALAOUİ H.E., DIOGON M. (2015). Antimicrosporidian activity of sulphated polysaccharides from algae and their potential to control honeybee nosemosis. *Carbohydrate Polymers* (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.07.022>
- ROSOV.S.A (1944). Food consumption by bees, *Bee world* 25 (1944) 94-95.
- SOMERVILLE D.C. (2001) Nutritional value of bee collected pollens, a report for the Rural Industries Research and Development, Corporation #01/047, NSW Agriculture Goulburn, NSW Kustry, 166 p.
- SOMMERVILLE D.C. (2005). Fat Bees Shiny Bees - a manual on honey bee nutrition for beekeepers. Goulburn, Australia : Rural Industries Research and Development Corporation Report No. : Project No. DAN-186A, 142 pages.
- SINGH, S; SAINI, K; JAIN, KL (1999). "Quantitative comparison of lipids in some pollens and their phagostimulatory effects in honey bees". *Journal of Apicultural Research*, 38: 87–92.
- STACE P. (1996). Protein content and amino acids profiles of honeybee-collected pollens. *NSW Australia* 2480.
- SZOLDERITS M.J., CRAILSHEIM K. (1993). A comparison of pollen consumption and digestion in honeybee (*Apis mellifera carnica*) Drones and Workers. *Journal of insect Physiology* 39 877-881.
- THERVILLE G., (2015) Bilan de l'enquête Parole d'Apiculteur : Comment vos abeilles passent-elles l'hiver? *Véto-pharma*
- VASQUEZ A., OLOFSSON T.C. (2009). The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. *Journal of Apicultural Research*, 48 (3). 189-195
- WHITE J.W., KUSHMIR I., SUBERS M.H. (1964). Effect of storage & processing temperatures on honey quality. *Food Technology*, 555 (1964), pp. 153–156.
- WINSTON M.L., (1987). The biology of the honey bee. *Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass.*
- ZHENG H.Q., LIN Z.G., HUANG S.K., SOHR A., WU L., CHEN Y.P. (2014). Spore Loads May Not be Used Alone as a Direct Indicator of the Severity of *Nosema ceranae* Infection in Honey Bees *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae). *J Econ Entomol.* 2014 Dec;107(6):2037-44. doi: 10.1603/EC13520.

Parole d'apiculteur est également présent sur internet :

www.parole-apiculteur.fr

Plateforme centrale du programme, le site web Parole d'apiculteur vous informe des nouvelles enquêtes, mais apporte également des réponses à vos questions grâce à nos vétérinaires partenaires, ainsi que des portraits d'apiculteurs du monde entier.



www.facebook.fr/parole.apiculteur

Toute l'actualité du monde apicole, les dernières enquêtes, portraits d'apiculteurs et réponses de nos vétérinaires partenaires. Les news viennent à vous !

parole-apiculteur@vetopharma.com

Pour nous contacter, donner votre avis sur le programme ou nous poser des questions.