



Clefs pour l'alimentation

Besoins alimentaires des abeilles

Etienne BRUNEAU

L'alimentation de l'abeille domestique provient principalement du pollen, du nectar des fleurs et du miellat produit par certains insectes. Dans certains cas rares, les abeilles peuvent collecter d'autres éléments pulvérulents ou des sirops sucrés présents dans l'environnement. Les apiculteurs peuvent également apporter des compléments nutritionnels sous forme de sirops de sucre ou de pâtes protéinées. Pour se développer harmonieusement, une colonie d'abeilles doit trouver dans son alimentation des protéines (acides aminés...), des glucides (sucres), des graisses (acides gras, stérols), des vitamines, des minéraux et de l'eau. Ces nutriments doivent être présents dans certaines proportions, tant en quantité qu'en qualité, pour répondre aux besoins nutritionnels spécifiques liés par exemple à la ponte, à la reproduction chez le mâle, à la production de gelée royale, à l'hivernage, aux consommations d'énergie... Sachant cela, et au vu des modifications environnementales que nous connaissons, existe-t-il un risque de malnutrition des abeilles et quelles en seraient les conséquences ?

LES SUCRES

Dans la nature, les sucres utilisés par l'abeille proviennent du nectar produit par les nectaires floraux ou extra-floraux et du miellat (exsudat de certains insectes comme les pucerons). Si la concentration en sucres peut aller de 4 à 60 %, les abeilles vont privilégier les sources de nectar dont la concentration est de 30 à 50 %. Elles délaisseront les nectars en-dessous de 15 %.

Le pain d'abeille, forme sous laquelle les abeilles consomment habituellement le pollen, contient de 30 à 35 % de sucres. Dans les pelotes de pollen espagnol, la teneur est en moyenne de 32,9 % de sucres réducteurs et de 6,12 % de saccharose (Serra Bonvehi, J. *et al.*, 1997).

Les sucres représentent une part importante de l'alimentation des abeilles et sont principalement utilisés pour leurs dépenses énergétiques, fonction de leur activité (thermorégulation, nettoyage des cellules, alimentation du couvain, récolte et emmagasinage du nectar et du pollen). Ils peuvent également être stockés dans les corps gras des abeilles après transformation. Si les sucres habituellement présents dans les miels (glucose, fructose, saccharose, tréhalose, maltose, mélézitose...) sont assimilés par les abeilles, il n'en va pas de même pour d'autres sucres présents dans certains miellats (raffinose...), pour lesquels elles ne disposent pas des enzymes nécessaires. Comme nous le montrent des essais réalisés sur des abeilles en cagette nourries avec ces sucres, ceux-ci peuvent réduire la durée de vie des abeilles.

En matière de dépenses énergétiques, la thermogénèse est l'activité la plus coûteuse pour l'abeille. La thermorégulation dépend de la température extérieure : lorsque celle-ci est basse, les abeilles produisent de la chaleur afin de maintenir une température adéquate au sein de la ruche. Le couvain devra être maintenu à une température proche de 34°C ; en période hivernale, la température minimale de la colonie sera de 13°C au centre de la grappe et de 8°C en périphérie (Winston, 1987).

Dans les pays tempérés, une colonie consomme de 19 à 25 kg de l'automne à la fin de l'hiver (température de -4°C à +7°C) (Farrar 1952, 1960; Dyce and Morse, 1960; Johanson and Johanson, 1969).

Le butinage occasionne aussi une grande consommation d'énergie. Les butineuses qui récoltent le nectar à proximité de la colonie n'utilisent généralement pas ce nectar ou seulement en faible quantité car il n'est pas assez concentré en glucides. Elles le rapportent à la ruche et le distribuent à des abeilles « magasinnières » qui vont le déposer dans les cellules. Une partie de ce nectar peut être consommé immédiatement par les ouvrières présentes dans la ruche, ou ultérieurement sous forme de nectar ou de miel.

Il est établi qu'une colonie d'abeilles consomme en général 60 à 80 kg de miel par an (Moritz et Southwick,

1992; Rosov, 1944; Seeley, 1985; cités par Doucet Personeni *et al.*, 2003).





LES PROTÉINES ET LES ACIDES AMINÉS

Durant la première partie de leur vie (du 1^{er} au 15^e - 18^e jour), les ouvrières adultes consomment des protéines provenant



du pollen récolté par les butineuses et stockées sous forme de pain d'abeille. On peut considérer celui-ci comme étant un ensilage de pollen en alvéole dans lequel des *Pseudomonas*, 3 espèces de *Saccharomyces* et une espèce de *Lactobacillus* jouent un rôle important. La valeur biologique du pollen ensilé est supérieure à celle du pollen frais (Pain *et al.*, 1966).

Au printemps en conditions d'élevage, la plus grande quantité de pollen est consommée entre le 3^e et le 6^e jour de la vie des abeilles et cette consommation s'étend jusqu'au 9^e jour pour les abeilles d'été (Zherebkin, 1965). Cet apport en protéines est indispensable pour compléter leur croissance et leur développement. Pain et Maugenet (1966) ont évalué que près de 60 mg/abeille étaient ainsi consommés durant les dix premiers jours.

Les abeilles doivent trouver dans leur alimentation des acides aminés spécifiques. Dix sont essentiels pour l'abeille (thréonine, valine, méthionine, isoleucine, leucine, phénylalanine, histidine, lysine, arginine et tryptophane) (De Groot, 1953). Ainsi, par exemple, de jeunes abeilles maintenues en cage avec une alimentation exclusive de pollen de pissenlit (carencé en tryptophane, phénylalanine et arginine) n'ont pas réussi à élever de couvain. Un complément de L-arginine a cependant permis d'arriver à un élevage complet (Herbert *et al.*, 1970). La proline (souvent dominante), la glycine et la sérine ne sont pas indispensables pour la croissance, mais ces acides aminés exercent cependant un effet stimulant dans

le cas où on serait en-dessous du niveau optimal de croissance (De Groot, 1953).

Le pourcentage de protéines contenues dans le pollen est également très important. Pour pouvoir assimiler 10 g de protéines, une colonie doit consommer 48 g de pollen contenant 30 % de protéines. Si ce pourcentage baisse de 10 % (pour arriver à 20 %), la quantité de pollen consommé passera à 72 g pour maintenir un niveau d'assimilation correct (Kleinschmidt et Kondos, 1976). Kleinschmidt *et al.* annoncent d'ailleurs 20 % comme étant le taux de protéines minimum du pollen pour maintenir l'élevage et le développement d'une colonie. En période de miellée avec un élevage moyen, cette teneur en protéines doit être d'au moins 25 % et en période de miellée intense avec une augmentation de l'élevage (Kleinschmidt, 1986), elle doit dépasser les 30 % pour maintenir le taux de protéines dans le corps des abeilles. Cette teneur concerne les pelotes de pollen. Il faut prendre en considération que lors de la formation de la pelote de pollen, l'abeille rajoute une quantité importante de sucres qui représente au moins la moitié du poids et peut aller bien au-delà (Roulston *et al.*, 2000).

Le pollen intervient dans le développement des glandes hypopharyngiennes des jeunes abeilles et de leurs corps adipeux (Maurizio, 1954). Si les nourrices ne trouvent pas les protéines nécessaires à leur alimentation, leurs glandes hypopharyngiennes ne se développeront pas complètement et leur production de gelée royale (substance contenant de 65 à 67 % d'eau et riche en protéines, lipides, sucres réducteurs, vitamines B et C et minéraux) ne permettra pas un développement normal du couvain et/ou une alimentation correcte de la reine. La ponte de cette dernière s'en trouvera réduite. L'apport protéique des sécrétions des glandes hypopharyngiennes représente environ 95 % de la quantité totale des protéines nécessaire 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. Ils constatent des différences importantes dans l'assimilation des protéines de différents pollens par les glandes hypopharyngiennes et les ovaires.

Il faut préciser que les larves sont nourries avec une gelée ou une bouillie 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^e et 5^e jour de leur vie. En fonction des auteurs, la consommation d'aliments par la larve va de 42 à 125 mg de pollen (Haydak, 1968; Doull, 1974).

Souvent, les nourrices assurent par trophallaxie l'alimentation des ouvrières plus âgées comme les butineuses (Crailsheim *et al.*, 1996). Ces échanges participeraient à la régulation de la récolte de pollen, la quantité d'alimentation reçue par les butineuses étant un indicateur de la quantité totale de pollen apportée à la ruche (Camazine *et al.*, 1998).

En cas de carence pollinique, les larves seront sous-alimentées et mal operculées (Blaschon *et al.*, 1999), les nourrices peuvent réduire le nombre de larves à nourrir (abandon des jeunes larves au profit des plus âgées) (Schmick et Crailsheim, 2002) et cela jusqu'à un arrêt total de l'élevage (Blaschon et Crailsheim, 2001).

Une bonne teneur en protéines des larves de mâles va favoriser une maturité sexuelle rapide et la production d'un plus grand nombre de spermatozoïdes (Nguyen, 1999). De plus, la maturité sexuelle des mâles repose sur une importante consommation de pollen lors des premiers jours du stade adulte (Szolderits et Crailsheim, 1998). 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.

En un an, une forte colonie, ayant élevé plus de 200.000 abeilles, a consommé au moins 25 kg de pollen. Cette quantité de pollen ne reprend que la part prise par les larves. Si l'on tient également compte du pollen consommé par les jeunes abeilles (pour la production de cire...), on peut doubler ces besoins en pollen. Une consommation de 50 kg de pollen semble raisonnable et peut varier en fonction du type d'apiculture pratiquée (prolongation des périodes d'élevage, transhumance...). (Somerville, 2001).



SARRASIN



PISSENLIT



PORCELLE ENRACINÉE



LAVANDE



ASPHODÈLE



PRUNIER



TRÈFLE BLANC



AJONC D'EUROPE

TENEUR EN PROTÉINES BRUTES DE DIFFÉRENTS POLLENS			
	% protéines		% lipides
	pelote	plante	
Pièdre qualité			
Hêtre - <i>Fagus sylvatica</i>		17,4d	
Sarrasin - <i>Fagopyrum esculentum</i>	11a		
Pissenlit - <i>Taraxacum officinale</i>		19,2d	
Tournesol - <i>Helianthus annuus</i>	13a-15b	30,6d	11,9c
Chêne pédonculé - <i>Quercus robur</i>		30,6d	
Chêne rouge - <i>Quercus rubra</i>		40,6d	
Pin - <i>Pinus banksiana</i>	14b		
Myrtillier - <i>Vaccinium</i>	14a	43d	
Maïs - <i>Zea mays</i>	15a	23,9d	
Porcelle enracinée - <i>Hypochoeris radicata</i>	16a*		lip.a
Cirse vulgaire - <i>Cirsium vulgare</i>	17a*		
Citronnier - <i>Citrus sp</i>	19a		
Lavande - <i>Lavendula sp</i>	20a*		
Qualité moyenne			
Centaurée du solstice - <i>Centaurea solstitialis</i>	21a	25,3d	
Marronnier - <i>Aesculus hippocastanum</i>	26,	7d	
Noisetier - <i>Corylus avellana</i>	30,	2d	
Saule marsault - <i>Salix caprea</i>	22a-36,	8d	
Herbe au chantre - <i>Sisymbrium officinale</i>	22a		lip.a
Asphodèle - <i>Asphodelus fistulosus</i>	23a		
Rapistre d'Orient (chou bâtard) - <i>Rapistrum rugosum</i>	23a	lip.a	
Navet - <i>Brassica napus</i>	24a	31,9d	lip.a
Vesce - <i>Vicia sp</i>	24a	42,8d	
Féverole - <i>Vicia faba</i>	24a		
Mélilot officinal - <i>Melilotus officinale</i>		24b	
Qualité supérieure			
Amandier - <i>Prunus dulcis</i>	25a		
Prunier - <i>Prunus communis</i>	43,	6d	
Pommier - <i>Malus domestica</i>	25b		
Colza - <i>Brassica campestris</i>	26b		20,3c
Trèfle blanc - <i>Trifolium repens</i>	26a	35,4d	
Poirier - <i>Pyrus communis</i>	26a		
Ajonc d'Europe - <i>Ulex europaeus</i>	28a		
Qualité excellente			
Phacélie - <i>Phacelia tanacetifolia</i>	30b		
Lupin - <i>Lupinus angustifolius</i>	34a		
Vipérine commune - <i>Echium vulgare</i>	35a		

Sources : • Somerville, 2001 = a (pelotes de pollen). Somerville donne certaines informations complémentaires :

* = ne répond pas entièrement aux besoins en acides aminés essentiels - lip. = riche en lipides • Pernal et Currie, 2000 = b • Singh S. et al., 1999 = c • Roulston et al., 2000 (pollens prélevés sur les plantes) = d

Remarque : les plantes pour lesquelles nous ne disposons que des données relatives aux pollens prélevés sur la plante sont reprises dans la liste à une position estimée indicative.



LES LIPIDES

Canavozo *et al.* (2001) expliquent le rôle des glucides et dressent un bilan des besoins nutritionnels en lipides chez les insectes. La plupart des lipides présents dans l'hémolymphe sont associés à une lipoprotéine simple appelée lipophorine. Elle joue un rôle de transporteur entre l'intestin et les corps gras de celui-ci et les muscles des ailes pour leur synthèse. La majorité des lipides sont stockés dans les corps gras sous forme de triacylglycérol. Rappelons que la majorité des corps gras sont également le site de synthèse des protéines de l'hémolymphe. C'est aussi l'organe principalement impliqué dans le métabolisme et le site principal de stockage du glycogène (polymère du glucose).

Tous les insectes ont besoin de stéroïdes dans leur alimentation. Le cholestérol est le stérol dominant. C'est un constituant des membranes cellulaires (le 24-méthylène cholestérol que l'on retrouve dans le pollen est le stérol dominant dans les tissus de l'ouvrière et de la reine) et un précurseur d'hormones. En plus des stéroïdes, de nombreux insectes requièrent des acides gras poly-insaturés. L'absence d'acide linoléique provoque un arrêt de la métamorphose. Par ailleurs, des acides gras comme l'acide linoléique, présents dans certains pollens, diminuent la sensibilité du couvain aux loques américaine et européenne (Feldlaufer *et al.*, 1993). Des messagers hormonaux dérivés de l'acide linoléique pourraient avoir, entre autres, un rôle sur l'immunité de certains insectes. Certains lipides peuvent jouer un rôle comme lubrificateur de l'alimentation (Elton et Herbert, 1992).

Dans des conditions normales, les besoins en lipides sont remplis par la consommation de pollen. La teneur en lipides des pollens varie le plus souvent entre 4 et 6 % (extrêmes : 1 à 20 %) du poids sec.

LES AUTRES ÉLÉMENTS

Il est assez difficile de séparer les différents effets liés aux nombreux constituants du pollen et de connaître la part respective des uns et des autres dans la valeur biologique de l'alimentation car les connaissances en la matière sont moins avancées que pour les autres espèces animales domestiques.

Les vitamines

Le rôle des vitamines dans la croissance et le développement des abeilles reste méconnu. Généralement, le pollen contient les sept vitamines du groupe B (thiamine, riboflavine, pyridoxine, acide pantothénique, niacine, acide folique et biotine) qui sont vitales pour la majorité des insectes (Dadd, 1973). Plusieurs auteurs s'accordent à dire que ces vitamines sont indispensables pour permettre un élevage complet du couvain (Elton et Herbert, 1992). À l'exception de la vitamine D, les vitamines liposolubles A, E et K ont des effets bénéfiques sur la physiologie des insectes (Canavozo *et al.*, 2001).

Les minéraux

Les besoins alimentaires en minéraux n'ont pas encore pu être définis expérimentalement. Cependant, ces éléments (potassium, calcium, magnésium, fer, zinc, sodium, manganèse, cuivre...) présents dans le pollen en quantités relativement faibles (2,5 à 6,5 % du poids sec) sont indispensables pour des mécanismes vitaux liés au fonctionnement des systèmes enzymatiques (Elton et Herbert, 1992).

L'eau

Au niveau de la colonie, l'eau intervient dans une série de mécanismes vitaux. L'élevage du couvain en requiert de grandes quantités. La nourriture larvaire en contient 66 %. L'eau est prélevée soit par des butineuses à eau soit lors d'un apport de nectar trop humide. L'eau intervient également pour permettre à l'abeille de récolter des nectars trop visqueux, pour maintenir une humidité suffisante au niveau du couvain ou pour le refroidir si nécessaire par évaporation (Elton et Herbert, 1992). Il faut cependant préciser que le métabolisme hydrique de l'abeille (individu) n'est pas prévu pour éliminer de l'eau. Elle ne peut donc pas consommer régulièrement du nectar à 30 % de sucres.

Autres

Melliou et Chinou (2005) ont récemment mis en évidence dans la gelée royale de nombreuses molécules qu'on ne peut classer ni dans les sucres, ni dans les protéines, lipides, vitamines ou éléments minéraux. Elles auraient pourtant un rôle tant au niveau de l'individu (augmentation de l'appétence, facteur indispensable à un stade de développement de l'individu, précurseur d'hormones de croissance...) qu'au niveau social (phéromones inhibitrices ou modificatrices...).

Son rôle serait donc plus complexe que celui d'un simple aliment !

Dans la seconde partie de cet article, nous aborderons la stratégie mise en place par les abeilles pour trouver dans la nature les aliments qui leur permettront de satisfaire les besoins de la colonie à un moment donné.

Ce texte est basé en grande partie sur le texte remis à l'Académie d'Agriculture de France à l'occasion d'un débat « agriculture et apiculture » qui s'est tenu le 14 juin 2006 à Paris.



LUPIN



VIPÉRINE



Clefs pour l'alimentation de l'abeille (2)

Stratégie d'approvisionnement

Etienne BRUNEAU

Marc-Edouard COLIN

Laboratoire de pathovigilance et de développement apicole

Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier

colinme@ensam.inra.fr

Nous avons vu dans la première partie de cet article quels étaient les besoins alimentaires des colonies d'abeilles.

Pour couvrir au mieux ces besoins au moindre coût énergétique, elles ont développé une stratégie de butinage.

Ici, la stratégie de survie n'est pas individuelle et limitée à quelques jours, mais consiste bien en une stratégie de colonie dont l'objectif est de pouvoir vivre plusieurs années et donc de pouvoir passer les saisons plus défavorables (sécheresse, hiver...).

Actuellement, cette stratégie mise en place par les abeilles est-elle encore suffisante dans notre environnement pour assurer leur pérennité ?

La disponibilité des ressources évolue dans le temps. Au printemps, on constate que l'offre des fleurs est très importante en quantité et en qualité par rapport au petit nombre d'insectes butineurs disponibles. Au fil de la saison, l'abondance et la qualité des nectars et des pollens a tendance à décroître. Par contre, le nombre d'insectes augmente très fortement (Gould et Gould, 1993).

Les distances de butinage seront différentes en fonction de la richesse de l'environnement du rucher : plus l'environnement sera riche, plus elles seront courtes. Elles vont également se réduire lorsque les conditions climatiques ne sont pas favorables au vol (basse température, manque d'ensoleillement, vent, pluie, orage...). Dans un environnement où les ressources sont abondantes, la distance de butinage « efficace » est d'environ 2 km en moyenne, 90 % des butinages se faisant à moins de 5 km de la ruche (Visscher et Seeley, 1982). Mais lorsque les ressources sont moins abondantes, 50 % des butineuses peuvent aller à plus de 6 km et 10 % à plus de 9 km (Beekman et Ratnieks, 2000). On peut ainsi raisonnablement estimer que les abeilles ont accès à une surface de 50 km² pour s'approvisionner. En pleine saison, une colonie peut compter chaque jour sur le travail de quelque 10.000 butineuses.

Toutefois, le nombre de voyages quotidiens par butineuse dépasse rarement 20.

APPORTS EN NECTARS ET MIELLATS

Sur base de la littérature, Janssens (2006) dresse une liste des nombreux facteurs influençant la quantité et la qualité de butinage d'un rucher. Ainsi, le rendement d'une colonie dépend des ressources qui l'entourent : présence d'eau, abondance et diversité de fleurs mellifères, distances entre celles-ci et la ruche.

La sécrétion nectarifère, la concentration en sucres, la morphologie, l'accessibilité et la disposition des fleurs jouent également un rôle. La production de nectar d'une espèce dépend elle-même de la pé-

riode de floraison, de l'heure du jour, des conditions climatiques et édaphiques (ensemble des facteurs environnementaux liés à la nature du sol et du sous-sol...), de l'âge et de la maturité de la plante, de la position des fleurs sur celle-ci. Par ailleurs, la température, l'ensoleillement et le vent doivent permettre le vol et le butinage des abeilles. Les risques de prédation, de parasitisme et de pollution sont également à prendre en compte. Enfin, la collecte de nectar et la production de miel dépendent d'un grand nombre de paramètres internes à la colonie, liés ou non à la conduite de la ruche par l'apiculteur. On peut citer l'état sanitaire, le patrimoine génétique de la reine et de sa descendance, la communication et les interactions sociales et phéromonales entre ouvrières, les besoins et la structure de la colonie, mais aussi les comportements individuels comme la mémorisation de la localisation des ressources, le choix des fleurs, la sensibilité au risque (Janssens et al, 2006). Certains apiculteurs signalent également que les récoltes de miel peuvent être optimales tant que les colonies n'ont pas atteint leur sommet de développement (Forveille, 2006).

En Belgique (Wallonie), on ne compte que 60 à 90 jours d'apports de nectar (période de 1999 à 2003). Plus de la moitié de la récolte se fait en moins de 20 jours. En cas de miellée intense, les apports peuvent dépasser 7 kg par jour pour certaines colonies. Lors de telles miellées, on observe généralement un blocage de ponte lié à l'absence de cellules disponibles pour la ponte de la reine. Cela peut influencer par la suite la dynamique de la colonie.

Sauf erreur de gestion de l'apiculteur (retrait de tout le miel présent en fin de miellée sans laisser de réserves dans le corps), il est très rare d'être confronté à un phénomène de famine en saison. Le manque d'aliment sucré se fait le plus souvent sentir à la sortie de l'hiver avant l'arrivée des premiers apports importants de nectar.



CHOIX ET APPORTS EN POLLENS

Les apports en pollen seront directement liés au nombre de larves dans la ruche et aux quantités de pollen en stock. Si, pour l'abeille isolée, la qualité alimentaire du pollen ne semble pas influencer sa consommation (Pernal, Currie, 2000), on note au niveau de la colonie une augmentation de la consommation lorsque la concentration en protéines du pollen diminue de 10 % (Kleinschmidt, Kondos, 1978).

Les pollens à haute teneur en matières grasses (surtout acides gras insaturés) seront récoltés prioritairement, même par rapport à des pollens à plus haute teneur en protéines ou en acides aminés (Singh et al, 1999; Bonvehi et al, 1997). La choix des pollens se fait sur base de l'odeur et de la couleur (Schmidt, 1982). L'odeur du pollen d'une plante pourrait d'ailleurs intervenir dans les mécanismes de reconnaissance des fleurs par les butineuses (Cook et al, 2005). On peut éga-

lement émettre l'hypothèse que, comme les bourdons, les abeilles vont rechercher des pollens leur permettant de répondre à des besoins spécifiques à certaines périodes de l'année. Ainsi, Rasmont (2005) démontre que le pollen d'arbousier est utilisé par le bourdon à un certain stade de la préparation de son hivernage. L'abeille, au contraire, le délaisse. L'explication pourrait être liée à l'absence de cholestérol dans ce pollen : les abeilles, incapables de synthétiser le cholestérol, recherchent en priorité des pollens qui en contiennent, alors que le bourdon n'a pas cette contrainte puisqu'il le synthétise. Le cholestérol est un constituant de l'hémolymphe qui permet aux insectes de résister à de basses températures hivernales.

Dans un environnement naturel de type forêt de feuillus, Visscher et Seeley (1982) ont pu déterminer les sites de butinage d'une colonie et leur évolution dans le temps : une colonie exploite quelque

10 sources différentes par jour, dont certaines n'ont que très peu d'importance. Elle les exploite en moyenne pendant une semaine. L'importance relative des différentes sources de pollen évolue rapidement. En saison, le butinage le plus fréquent est observé dans un rayon de 600 à 800 mètres, mais la distance moyenne est supérieure à 2 km. 95 % du butinage s'effectue dans un rayon de 6 km.

Keller, Fluri et Imdorf (2006) ont analysé les principales sources de pollen en Europe et en Afrique du Nord. Ils ont ainsi mis en évidence que la majorité du pollen récolté provient généralement de quelques espèces de plantes seulement. 60 % de la quantité totale de pollen récolté provient des 5 sources de pollen les plus communes. La figure 1 reprend les groupes de plantes qui apparaissent parmi les 5 sources de pollen les plus importantes (liste influencée par la sur-représentation des sites d'étude situés sur le Plateau suisse).

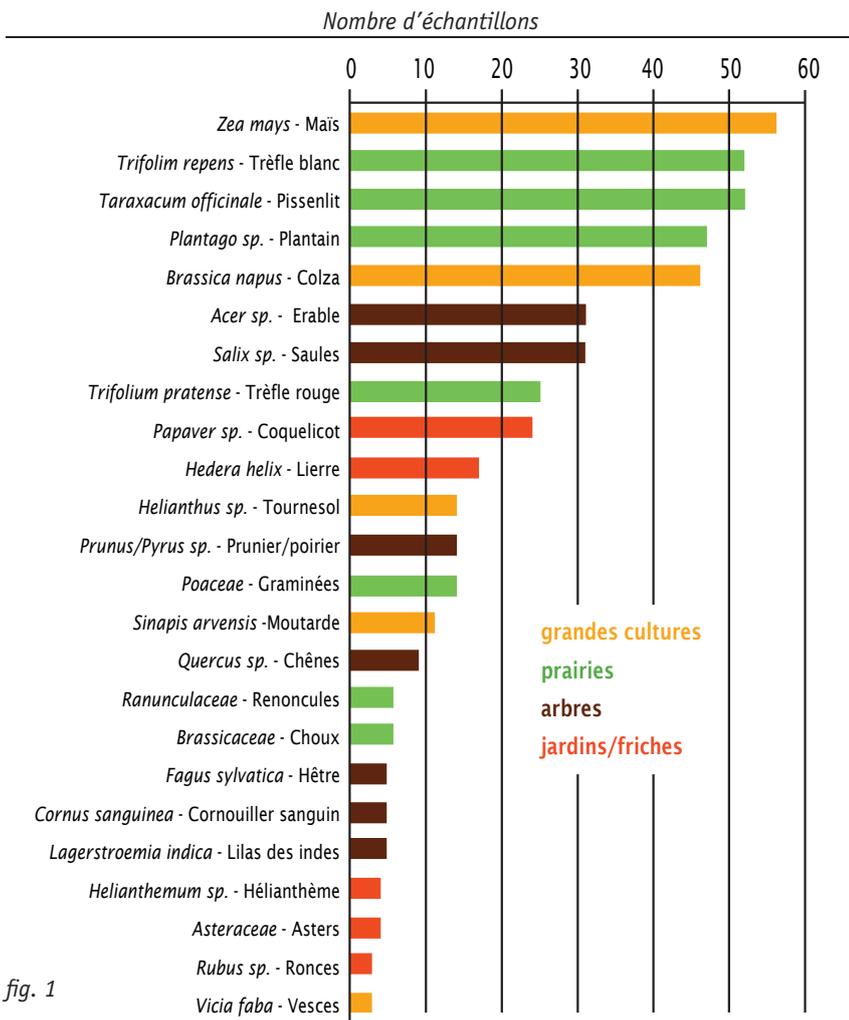


fig. 1

FIGURE 1

En Belgique, en zone de grandes cultures, l'origine botanique (de l'espèce à la famille en fonction de la possibilité d'identification pollinique) des pollens récoltés sous le plancher grillagé des ruches d'un rucher situé dans un village a été identifiée pendant toute une saison (mars à octobre). Les résultats obtenus illustrent la diversité des apports polliniques des abeilles et leur évolution au cours de la saison. En moyenne, 6 sources polliniques différentes ont été identifiées pour chaque ruche, sachant qu'une source peut correspondre à plusieurs sites et/ou à plusieurs espèces. Dans ce rucher, la diversité des sources a augmenté de mars (10) à septembre (18) pour redescendre en octobre (15).

Le tableau de la page 20 indique les familles ou espèces récoltées par plus de la moitié des colonies du rucher (1 = 100 %).



	Balsaminacées	Saules	Frutier	Grosellier	Crucifères	Pissenlit	Tilleuls	Graminées	Fèves	Ronces	Phacélie	Trèfles	Ombellifères	Lenopodiacées	Rosacées	Lierre	Dentothéracées
mars	0,7	1,0	0,7														
avril		1,0	1,0	0,7	1,0	1,0	0,7										
mai		0,7	1,0		1,0	0,7		0,7									
juin					1,0	0,6		0,6	0,8	0,6	0,8						
juillet					0,8	0,5		0,6			1,0	1,0	0,8	0,5			
août					0,7	0,6					1,0	1,1			0,6		
septembre					0,9						1,0	0,6				0,8	
octobre					0,6						0,7					0,9	0,6

Liste des familles ou espèces de pollens récoltés par plus de 50 % des colonies (de 1 = 100 % à 0,5 = 50 %) dans un rucher situé en zone rurale en bordure de zone agricole.

CARENES POLLINIQUES ?

Lors d'une étude réalisée dans 12 ruchers wallons, des prélèvements de pollen ont été réalisés dans des cellules contenant des pollens de couleurs différentes localisés sur des cadres provenant chacun d'une colonie morte durant ou après l'hiver suite à une cause non identifiée. Ils ont révélé la présence de 2 à 11 origines botaniques différentes (moyenne de 6,5) par cadre. Les pollens les plus fréquemment retrouvés sont les trèfles (100 % des cadres), les graminées et les crucifères (80 %), le lierre et le maïs (50 %), le châtaignier et la phacélie (40 %).

Au vu de ces données, le phénomène de carence alimentaire lié à l'absence d'un acide aminé essentiel semble théorique vu la diversité des approvisionnements même en zone de grandes cultures. Kleinschmidt et Kondos (1977) ont montré que le profil en acides aminés de mélanges réalisés au départ des pollens du nord-est de l'Australie n'était pas significativement différent. Pourtant, le profil de chaque pollen pris séparément présentait de larges variations. Une comparaison des profils en acides aminés entre les échantillons de pelotes de pollen espagnol montre également que le rapport entre ces acides aminés est similaire. Cependant, la teneur totale en acides aminés présente des variations significatives (Serra Bonvehi et al, 1997).

Selon Somerville (2001), la quantité et la qualité des pollens disponibles pour une colonie constituent le facteur le plus limitant sur le développement du couvain. Après une miellée, les colonies disposant d'abeilles avec une haute teneur en protéines dans leur corps vont rester en condition correcte et retrouver rapidement leur dynamisme si les butineuses ont accès à une source pollinique de moyenne qualité. Par contre, les colonies dont les

jeunes abeilles ont une très faible teneur en protéines, par exemple à la suite d'une floraison peu pollinifère ou présentant du pollen de basse qualité (tournesol), vont décliner rapidement si elles sont placées sur une autre miellée avec un apport en pollen insuffisant. Par la suite, il leur faudra plusieurs mois pour retrouver une forte population. Ce délai de récupération s'explique par le délai entre l'entrée de pollen dans la ruche et son utilisation sous la forme de pain d'abeilles - dont la valeur biologique est supérieure à celle du pollen frais (Pain et al 1966) - aliment des nourrices. Il faut compter une dizaine de jours entre la pelote et le pain d'abeilles assimilable. La nourrice doit alors l'assimiler et le transformer en plusieurs sécrétions glandulaires qui seront données à la jeune larve. Elle mettra quinze jours avant d'être adulte et trois semaines pour devenir butineuse. Tout cela implique que les effets d'une bonne rentrée de pollen ne se feront sentir qu'au bout d'un mois et demi, s'il y a un bon équilibre entre les classes dans la colonie.

En zones de grandes cultures, Decourtye (2006) distingue différentes situations qui, selon les éléments du paysage et les assolements, peuvent conduire à une pénurie alimentaire :

- en arrière-saison (septembre-octobre), où les floraisons nécessaires à l'établissement des réserves alimentaires hivernales sont rares (lierre, vipérine, verge d'or...);
- en avril-mai, dans les régions où les surfaces en colza et les espèces ligneuses intéressantes (aubépine, nerprun...) sont peu représentées;
- en juin, lorsque la flore des bords de champs (sauge, bourrache, bleuet...), des bois et des haies (acacia, ronce, tilleul, chèvrefeuille, genêt...) est sous-représentée;
- et surtout après la floraison du tourne-

sol, où souvent aucune floraison importante ne prend le relais.

En France, dans une zone agricole avec 10 % de tournesol et 5 % de maïs, Odoux, Lamy et Aupinel (2004) ont montré que le tournesol et le maïs représentaient en moyenne, sur leur durée de floraison de 5 semaines chacun, respectivement 33 % (de 6 à 78 % par semaine) et 39 % (de 6 à 88 % par semaine) des apports en poids de pollen des ruches. Dans de telles situations, les pollens d'accompagnement prennent toute leur importance.

POUR LA PRATIQUE

Cette rapide analyse permet de mettre en évidence les enjeux d'une alimentation de qualité pour l'abeille. Cette dernière a développé une stratégie de butinage qui lui assure un approvisionnement assez diversifié pour les éléments qui semblent essentiels à son développement (principalement présents dans les pollens). Cette diversification des ressources en pollen est essentielle car elle lui permet d'éviter certaines carences alimentaires et peut également, dans certaines limites, atténuer l'effet de toxiques éventuellement présents dans certains pollens (soit directement pollués à la suite de pulvérisations, soit issus de plantes ayant absorbé des insecticides systémiques présents dans le sol).

L'apiculteur joue également un rôle direct en choisissant des emplacements bien diversifiés et riches en pollens de qualité. À ce niveau, les circuits de transhumance doivent être bien étudiés pour éviter de provoquer une série de déficits en pollen dans les ruches ou l'apport de pollens dont la qualité biologique n'est pas garantie.

En cas de besoin, des interventions actives (apports en protéines) sont toujours possibles. Dès 1953, De Groot (1953) avait déjà observé qu'en présence d'un



complément alimentaire en pollen, la longévité des abeilles augmentait substantiellement. L'idéal est de travailler avec du pollen en cadre qui peut être assimilé rapidement par les abeilles. Le pollen congelé a également fait ses preuves dans l'élevage des bourdons. De mauvaises techniques de séchage peuvent être une des causes de la faible valeur alimentaire de certains pollens (perte de vitamines...). Même si on trouve sur le marché de nombreux compléments alimentaires pour abeilles, à ce jour, rien ne semble pouvoir remplacer un apport diversifié en pollens de qualité.

Indirectement, l'apiculteur devrait également soutenir activement toutes les initiatives en faveur de la biodiversité dont l'objectif est la survie des espèces animales et végétales et le maintien des écosystèmes. La mise en place de jachères intéressantes pour les pollinisateurs, de programmes de fauches tardives (prairies et bords de route)... alliés à l'absence de tout pesticide dans ces zones « refuges » devrait apporter un plus pour les colonies situées dans leur environnement proche. Il faut également éviter de développer des systèmes agro-économiques qui ne respectent pas ces conditions de base car cela risque d'exclure totalement l'apiculture de ces zones.

Aujourd'hui, les apiculteurs sont de plus en plus conscients de l'enjeu de l'alimentation de leurs abeilles. Dans ce contexte, l'information reste cependant souvent difficile à trouver : valeur alimentaire des différents pollens récoltés par leurs abeilles, importance des différents éléments présents dans les pollens et absence de pesticides. Espérons qu'ils aient pu trouver dans ces deux articles un début de réponse à leurs questions.

Etienne Bruneau
Marc Edouard Colin

Remerciements : Nous tenons à remercier Axel Decourtye et Jean-Marie Barbançon pour leurs apports et remarques constructives.

BIBLIOGRAPHIE

- Babendreier D., Kalberer N., Romeis J., Fluri P., Bigler F. Pollen consumption in honey bee larvae : a step forward in the risk assessment of transgenic plants. *Apidologie*, 35 (2004) 293-300.
- Beekman M., Ratnieks F.W. Long-range foraging by the honey-bee, (*Apis mellifera* L.). *Functional Ecology*, 14 (2000) 490-496.
- Blaschon B., Guttenberger H., Hrassnig N., Crailsheim K., Impact of bad weather on the broodnest and pollen stores in a honeybee colony (Hymenoptera : Apidae). *Entomol. Gen.*, 24 (1999) 9-60.
- Blaschon B., Crailsheim K., The impact of bad weather phases upon the brood care behaviour of nurse bees (*Apis mellifera*). *Apidologie* 32 (2001) 496-498.
- Camazine S., Crailsheim K., Hrassnig N., Robinson G.E., Leonhard B., Kropiunig G. Protein trophallaxis and the regulation of pollen foraging by honey bees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*, 29 (1998) 113-126.
- Canavoso L., Jouni Z., Karnas J., Pennington J., Welles M. Fat metabolism in insects. *Annu. Rev. Nutr.* 21 (2001) 23-46.
- Crailsheim K., Hrassnig N., Stabentheiner A. Diurnal behavioural differences in forager and nurse honey bees (*Apis mellifera carnica* Pollm.). *Apidologie*, 27 (1996) 235-244.
- Cook S., Sandoz J.C., Martin A., Murray D., Popy G., Williams I. Could learning of pollen odours by honey bees (*Apis mellifera*) play a role in their foraging behaviour ? *Physiological Entomology* 30 (2005) 164-174.
- Dadd R.H., Insect nutrition : current developments and metabolic implications. *Ann. Rev. Entomol.* 18 (1973) 381-420.
- Decourtye A., Jachères à couvert floral diversifié en zone de grandes cultures : évaluation des intérêts apicoles et paysagers - Rapport final, Acta : Réseau thématique Jachères florales (2006) 68p.
- De Groot A.P., Protein and aminoacid requirement of the honey bee (*Apis mellifera*), *Physiol. Comp. Oecol.* 3 (1953) 197-285
- Doucet Personeni C., Halm M.P., Touffet F., Rortais A., Arnold G., Imidaclopride utilisé en enrobage de semences (Gaucho®) et troubles des abeilles - Rapport final, CST (2003) 215p.
- Doull K.M., Biological and technical factors affecting profitability in beekeeping, *Aust. Beekeep.* 75 (1974) 163-167.
- Dyce, E.J., Morse, R.A., Wintering honeybees in the New York State, *Cornell University Ext Bulletin* (1960) 1054.
- Elton W., Herbert E.W. Jr., Honey bee nutrition, in *The hive and the honey bee*, Dadant, Hamilton (1992) 197-233.
- Farrar, C.L., Ecological studies on overwintering honey bee colonies in the northern states. *US Dep Agric* (1952) *Circ* 702.
- Farrar, C.L., From need to plenty -through the cold of winter, *American Bee Journal* 100 (1960) 306-308.
- Feldlaufer M.F., Knox D.A., Lusby W.R., Shimanuki H., Antimicrobial activity of fatty acids against *Bacillus* larvae, the causative agent of American foulbrood disease, *Apidologie* 24 (1993) 25-93.
- Forveille V., Les ruchers de Vincent, *Abeilles & Cie*, 111 (2006) 16-19.
- Gould J., Gould C. Les abeilles comportement, communication et capacités sensorielles, Pour la science diffusion Belin (Ed.), Paris (1993) 240 p.
- Haydak, M., Nutrition des larves d'abeilles, *Traité de Biologie de l'abeille*, C. Masson (Ed.), Paris (1968) 302-333.
- Herbert E.W. Jr., Bickley W.E., Shimanuki H., The brood-rearing capability of caged honey bees fed dandelion and mixed pollen diets, *J. Econ. Entomol.* 63 (1970) 215-218.
- Janssens X., Bruneau E., Lebrun P., Prévision des potentialités de production de miel à l'échelle d'un rucher au moyen d'un système d'information géographique, *Apidologie* 37 (2006) 15p.
- Johanson, T.S.K., Johanson, M.P., Wintering, *Bee world* 50 (1969) 89-100.
- Kleinschmidt G.J., Kondos A.C., Harden J., Turner J.W., Colony management for Eucalyptus honey flows, *Aust. Beekeep.* 75 (1974) 261-264.
- Keller I., Fluri P., Imdorf A. Le pollen et le développement des colonies chez l'abeille mellifère - 1^{ère} partie. Site web Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP - Centre de recherche apicole (2006) 13p.
- Kleinschmidt G.J., Kondos A.C., The influence of crude protein levels on colony production, *Aust. Beekeep.* 78 (1976) 36-39.
- Kleinschmidt G.J., Kondos A.C., The effect of a dietary protein on colony performance, *Aust. Beekeep.* 79 (1978) 251-257.
- Kleinschmidt G.J., Nutrition for long life bees, research paper 3.5.7, Queensland Agric. College, Lawes, Queensland. Dep. of Plant Protection and the Queensland Beekeepers Association (1986).
- Maurizio, A., Pollen : its composition, collection, utilization, and identification, *Bee world* 35 (1954) 49-50.
- Melliou E., Chinou I., Chemistry and bioactivity of royal jelly from Greece. *J. Agric. Food Chem*, 53 (2005) 8987-8992.
- Nguyen V.N., 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(1999) 374-375, 419-425.
- Odoux, Lamy et Aupinel, L'abeille récolte-t-elle du pollen de maïs et de tournesol ? *La Santé de l'abeille*, 201 (2004) 187-193.
- Pain J., Maugenet J., Recherches biochimiques et physiologiques sur le pollen emmagasiné par les abeilles, *Annales de l'abeille* 9 (1966) 209-236.
- Pernal S.F. and Currie R.W., Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie* 31 (2000) 387-409
- Rasmont P., Regali A., Ings T., Lognay G., Baudart E., Marlier M., Delacarte E, Viville P., Marot C., Falmagne P., Verhaeghe J., Chittka L., Analysis of pollen and nectar of *Arbutus unedo* as a food source for *Bombus terrestris* (Hymenoptera : Apidae). *J. Econ. Entomol.* 98 (3) (2005) 656-653.
- Rosov, S.A., Food consumption by bees, *Bee world* 25 (1944) 94-95.
- Schmickl T., Crailsheim K., How honeybee (*Apis mellifera* L.) change their broodcare behaviour in response to non-foraging conditions and poor pollen conditions. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 51 (2002) 415-425.
- Schmidt J.O., Pollen foraging preferences of honey bee. *Southwestern Entomol.* 7 (1982) 255-259.
- Seeley, T.D., Honeybee ecology. A study of adaptation in social life, Princeton University Press, Princeton, 1985, 201 pp.
- Serra Bonvehí J., Escola Jorda R., Nutrient composition and microbiological quality of honey bee collected pollen in Spain. *J. Agric. Food Chem*, 45 (1997) 725-732
- Singh S., Saini K., Jain K.L., Quantitative comparison of lipids in some pollens and their phagostimulatory effects in Honey Bees. *Journal of Apicultural Research* 38 (1999) 87-92.
- Szolderits M.J., Crailsheim K., A comparison of pollen consumption and digestion in honeybee (*Apis mellifera carnica*) Drones and Workers. *Journal of insect Physiology* 39 (1993) 877-881.
- Somerville D.C., Nutritional value of bee collected pollens. *Rural Industries Research & development corporation, NSW Agriculture* (2001) 166 p.
- Visscher P.K., Seeley T.D., Foraging strategy of honeybee colonies in a temperate deciduous forest. *Ecology* 63 (1982) 1790-1801.
- Winston M.L., 1987. The biology of the honey bee. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass.
- Zherbkin M., Digestion in bees from weak and strong colonies, *Pchelovodstvo*, 42 (1965) 25-27 in *Apic. Abstra.* 254/66.