



LE DEVELOPPEMENT DES COLONIES CHEZ L'ABEILLE MELLIFERE

Auteurs

Anton Imdorf, Kaspar Ruoff, Peter Fluri.

Personne de contact: Peter Gallmann

Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP

CH-3003 Berne, peter.gallmann@alp.admin.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral
de l'économie DFE
**Station de recherche
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP**



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral
de l'économie DFE
Station de recherche
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP

ALP fait partie de l'unité ALP-Haras

Impressum

Traduit de l'allemand par Evenyle Fasnacht et Michel Dubois (ALP)

ISSN	1661-0814 / 05.03.2010
Editeur	Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP Schwarzenburgstrasse 161, CH-3003 Berne Tél. +41 (0)31 323 84 18, Fax +41 (0)31 323 82 27 info@alp.admin.ch, www.agroscope.ch
Photos	Crédit photographique page 64
Mise en page	Léonard Graziano, ALP
Copyright	© 2010 ALP Reproduction autorisée sous condition d'indication de la source et de l'envoi d'une épreuve à l'éditeur.

Tables des matières

1	Introduction	4	6.6. Influence de la grille à reines	43
2	Modèle de régulation physiologique	5	6.7. Formation de jeunes colonies	43
2.1	Longévité	5	6.7.1 Nucléi	43
2.1.1	Régulation de la durée de vie	5	6.7.2 Essaims artificiels	45
2.1.2	Modèle de régulation pour les abeilles d'été et d'hiver	6	6.7.3 Pertes de rendement dues à l'essaimage	46
2.1.3	Génétique, environnement et durée de vie	7	6.8. Prévention des maladies	48
2.1.4	Alimentation et durée de vie	7	6.8.1 Lutte contre Varroa	49
2.1.5	Soins au couvain et durée de vie	8	6.8.2 Sélection de reines pour un bon comportement de nettoyage	49
2.1.6	Butinage et durée de vie	9	7 Résumé	51
2.1.7	Facteurs climatiques et durée de vie	9	8 Evaluation de la force de la colonie	52
2.1.8	Activité de ponte, cannibalisme et durée de vie	10	8.1. Développement de la méthode	52
2.2	Organisation sociale de la colonie	11	8.2. Méthode d'évaluation de Liebefeld	53
3	Génétique	12	8.2.1 Evaluation du nombre d'abeilles	53
3.1	Prédispositions génétiques	12	8.2.2 Evaluation de la surface du couvain	54
3.2	Evolution du couvain	12	8.2.3 Déroulement de l'évaluation	54
3.3	Caractéristiques spécifiques à la race	13	8.2.4 Exactitude de la méthode d'évaluation de Liebefeld	55
4	Environnement	16	8.2.5 Pas uniquement un outil pour les scientifiques!	55
4.1	Influence de l'emplacement	16	8.2.6 Exercices d'évaluation	55
4.2	Influence du climat	17	8.2.7 Aperçu annuel concernant le développement des colonies	55
4.3	Influence des récoltes de nectar et de miellat	17	8.3 Indicateurs de la dynamique des populations	56
4.4	Force de la colonie et utilisation de la miellée	18	8.3.1 Croissance et déclin	56
4.5	Miel de mélézitose	18	8.3.2 Activité de soin des ouvrières	56
4.6	Consommation de nourriture en hiver	19	8.3.3 Espérance de vie	57
4.7	Pertes de colonies dues à l'agriculture et pratiques apicoles	19	8.3.4 Potentiel d'une colonie d'abeilles	57
4.7.1	Intoxications dues à des produits phytosanitaires	19	8.3.5 Feuille annuelle	57
4.7.2	Fauchage de parcelles en fleurs	20	9 Sources	61
4.7.3	Lutte contre Varroa	20	9.1. Littérature	61
4.8	Champs électriques et électromagnétiques	20	9.2. Crédit photographique	66
5	Maladies	22		
5.1	Agents pathogènes et développement des colonies	22		
5.2	Acariens des trachées	23		
5.3	Varroa	25		
5.4	Virus	26		
5.5	Bactéries chez les abeilles	27		
5.6	Infections multiples	28		
5.7	Maladies bactériennes du couvain	29		
6	Mesures apicoles	30		
6.1.	Mise en hivernage et sortie d'hivernage	30		
6.1.1	Développement des colonies à la fin de l'été	30		
6.1.2	Sortie d'hivernage	31		
6.2.	Apport en glucides	32		
6.2.1	Nourrissement	32		
6.2.2	Nourrissement stimulant	34		
6.3.	Apport en protéines	38		
6.3.1	Apport de pollen et élevage du couvain	38		
6.3.2	Nourrissement printanier au pollen	39		
6.3.3	Nourrissement au pollen entre les miellées	39		
6.4	Dimension des cadres	40		
6.4.1	Dimension des cadres et de la ruche	40		
6.4.2	Grands ou petits cadres	40		
6.5.	Construction naturelle	41		

1. Introduction

L'apiculture n'est pas importante uniquement pour la pollinisation des plantes sauvages et des plantes cultivées, mais aussi pour la production de produits apicoles tels que le miel, le pollen, la cire et la propolis. Pour fournir toutes ces prestations, cela nécessite des colonies saines et performantes.

De nombreux facteurs influencent le développement d'une colonie d'abeilles (fig. 1). Le rythme de développement est en principe déterminé génétiquement par l'augmentation de la population au printemps et sa diminution subséquente jusqu'à la mise en hivernage. Les influences environnementales telles que le climat et l'emplacement ont également un impact important sur le développement de la colonie. Les mécanismes d'ordre physiologique ont un impact lors du passage des abeilles d'été

à celles d'hiver ou pour la répartition des tâches. Des agents pathogènes peuvent réduire la durée de vie des abeilles. Cependant, grâce à la prolongation de la durée de vie, les abeilles sont également en mesure de compenser des pertes de population importantes.

Afin de pouvoir exercer une conduite apicole efficace avec des colonies saines et performantes, des connaissances fondamentales relatives au développement des colonies sont nécessaires. La présente brochure offre des informations approfondies dans ce domaine et présente, avec la «méthode de Liebefeld», une méthode appropriée pour évaluer la force des colonies (voir chapitre 8). Cette brochure représente une base permettant de remettre en question et d'optimiser sa propre conduite apicole.

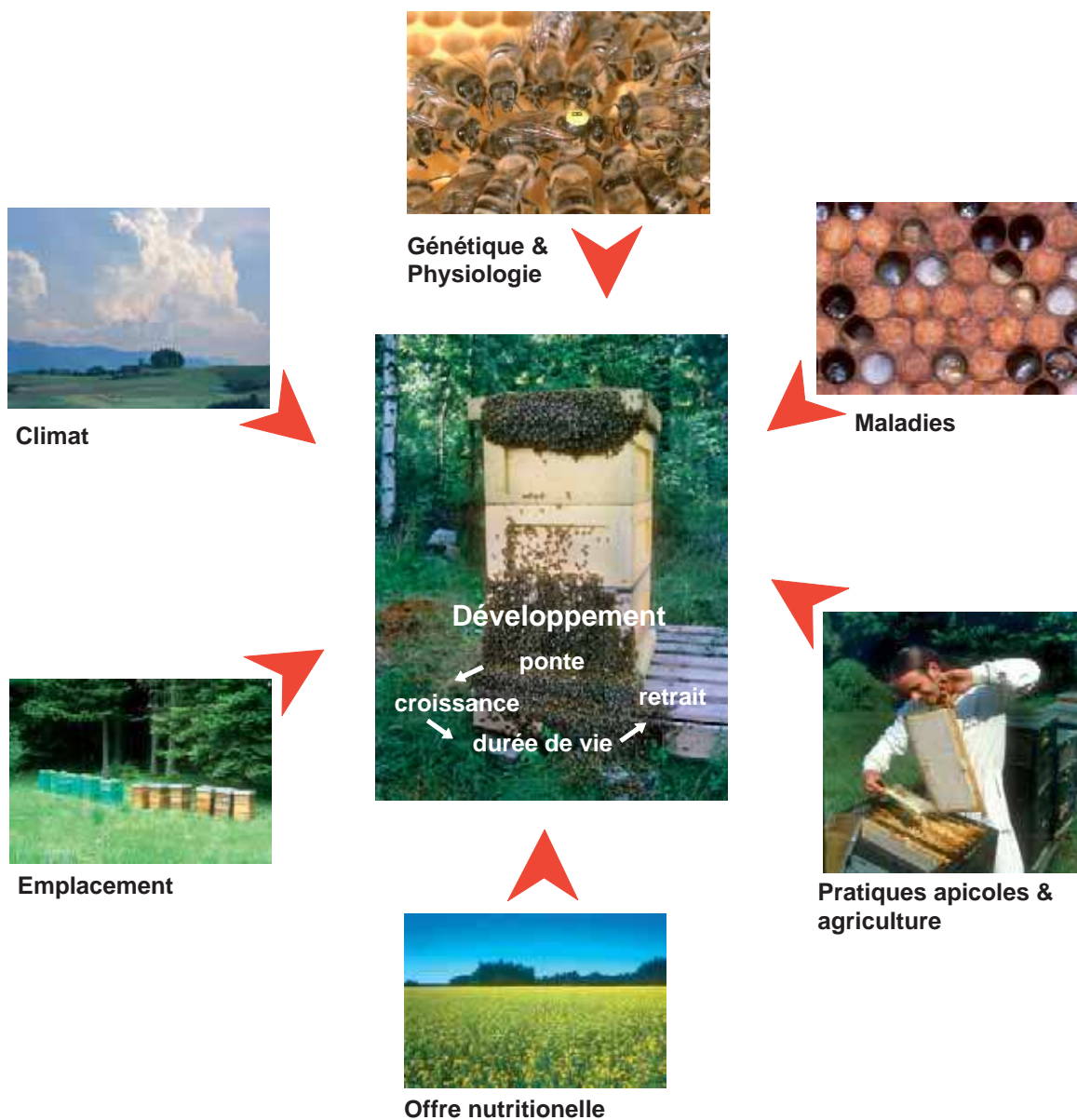


Fig. 1: Facteurs influençant le développement de la colonie

2. Modèle de régulation physiologique

2.1 Longévité

La durée de vie des abeilles est déterminante pour le développement de la colonie. Ceci se laisse bien illustrer au travers de l'exemple d'essai suivant. Les deux colonies modèles 4 et 8 (voir chapitre 8) ont élevé en 1984 autant de couvain l'une que l'autre avec 160 000 abeilles. La colonie 4 (fig. 2) présentait une durée de vie moyenne des ouvrières de 20 jours pour la période comprise entre avril et fin septembre 1984 et la colonie 8 une durée de 29 jours. Au début de l'été, la force maximale de la colonie 4 était d'un peu plus de 30 000 abeilles d'été. Si, au lieu de 20 jours, la durée de vie moyenne s'était élevée à 30 jours, comme c'était le cas pour la colonie 8, la force maximale de la colonie aurait atteint environ 45 000 abeilles en été. Alors que la colonie 4 a enregistré un potentiel de performance de 3,2 millions de jours-abeille, celui de la colonie 8 s'est élevé à 4,6 millions (voir chapitre 8). Cet exemple montre clairement que la durée de vie est cruciale pour un développement de colonies performantes et en bonne santé.

En ce qui concerne l'hivernage également, la durée de vie constitue un critère déterminant. Si la durée de vie est raccourcie par exemple par des maladies (voir chapitre 5) ou une mauvaise nourriture^{62, 63}, les colonies sont fortement affaiblies ou dépérissent au cours de l'hiver.

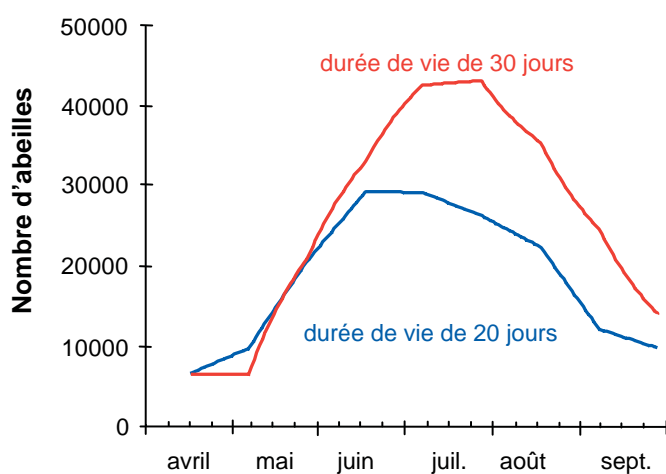


Fig. 2: Développement de la colonie et durée de vie

Le développement de la colonie 4 mesuré en 1984 correspond à une durée de vie moyenne de 20 jours (ligne bleue; les abeilles ont été balayées dans une caisse puis pesées tôt le matin avant le début du vol). En supposant que la durée de vie moyenne atteigne 30 jours, le développement de la colonie (ligne rouge) serait d'un niveau nettement plus élevé.

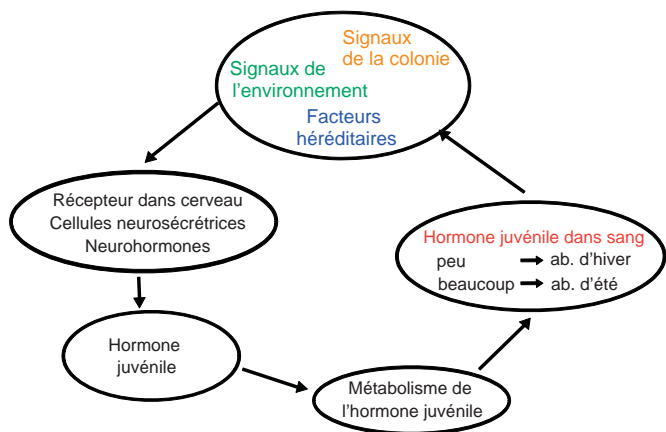
2.1.1 Régulation de la durée de vie

Bien que l'on ne puisse pas distinguer morphologiquement les ouvrières d'une colonie, il existe deux formes différentes du point de vue physiologique: les abeilles d'été qui ont une durée de vie courte et les abeilles d'hiver qui bénéficient d'une durée de vie longue. L'aptitude des abeilles à adapter leur durée de vie se révèle cruciale pour la survie de la colonie.

Les chercheurs apicoles et les apiculteurs s'étonnent depuis toujours du phénomène extraordinaire relatif à la durée de vie flexible des ouvrières. Cependant, si l'on compare les résultats des études des différents chercheurs dans le domaine, les valeurs enregistrées varient fortement. Les indications concernant la durée de vie moyenne oscillent entre 15 et 48 jours en été et 170 et 243 jours pour les abeilles d'hiver. Il en résulte que les abeilles d'hiver vivent 5 à 10 fois plus longtemps que les abeilles d'été. Ci-après, on va essayer d'expliquer quelles sont les causes et les mécanismes de régulation qui engendrent ces différences. A cette occasion, on ne tiendra pas compte des influences directes et indirectes de maladies sur la durée de vie.

2.1.2 Modèle de régulation pour les abeilles d'été et d'hiver

C'est l'hormone juvénile qui est responsable du développement et de la reproduction chez les insectes. Elle influence entre autres des éléments relatifs à la répartition sociale des tâches et à la durée de vie ^{40; 129}. Grâce à de nombreuses nouvelles connaissances, on a élaboré un modèle de régulation pour « créer » des abeilles à courte et à longue vie (fig. 3)^{16; 35; 124-126}. Selon Merz ¹¹², certaines abeilles d'hiver éclosent déjà en août mais la majeure partie naît en septembre (fig. 4).



Corps adipeux d'une abeille d'hiver (à gauche) et d'une abeille d'été (à droite)

Fig. 3: Modèle de régulation entre abeilles d'été et d'hiver

Des signaux spécifiques de l'environnement ainsi que de la colonie sont perçus par le système nerveux central de l'abeille. Des réactions déterminées génétiquement amènent certaines cellules du cerveau à produire des neurohormones. Celles-ci activent le corps allate (*Corpora allata*) qui produit l'hormone juvénile sécrétée dans le sang.

La teneur en hormone juvénile dans le sang dépend de l'intensité de la sécrétion dans le cerveau et de sa dégradation dans le sang. Cette teneur détermine si une ouvrière adopte l'état physiologique et le comportement d'une abeille d'été ou d'hiver.

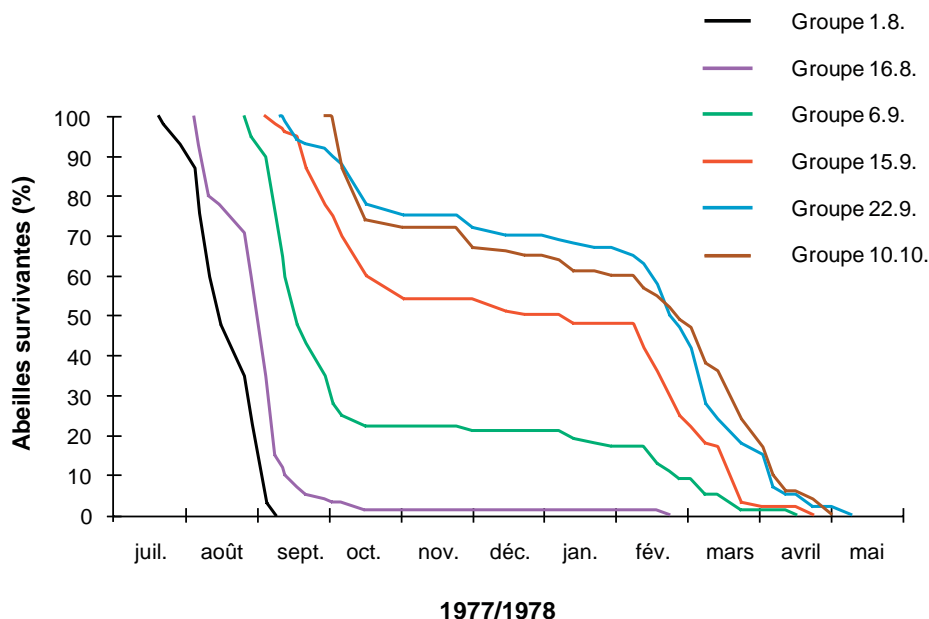


Fig. 4: Naissance des abeilles d'hiver en fin d'été et en automne

Afin de documenter l'éclosion des abeilles d'hiver en Suisse en fin d'été, 6 groupes de 100 abeilles fraîchement écloses ont été marqués et replacés dans la colonie à différents moments. A des intervalles réguliers, on a vérifié combien de ces abeilles étaient encore en vie. Peu d'abeilles marquées en août ont survécu à l'hiver, comparé à celles marquées en septembre (Merz et al., 1979).

2.1.3 Génétique, environnement et durée de vie

Dans le modèle de régulation relatif à la durée de vie, ce sont d'une part des facteurs génétiques et d'autre part des facteurs environnementaux qui jouent un rôle. Ils sont reliés entre eux au travers de multiples relations de cause à effet. En outre, on ne dispose que de peu de connaissances concrètes. Les apiculteurs et en particulier les éleveurs souhaiteraient disposer d'informations plus détaillées au sujet de l'influence du patrimoine génétique et des facteurs environnementaux sur la durée de vie des abeilles. Dans un article de synthèse concernant ce problème de vieillissement physiologique et sa régulation, Maurizio¹¹⁰ met avant tout en évidence le nourrissage et les soins apportés au couvain en tant que principaux points de consigne. Ces derniers sont aussi étroitement liés aux changements de saison et aux modifications climatiques.

La relation importante entre le patrimoine génétique et l'environnement a également été confirmée par des études plus récentes. Rinderer et Sylvester¹²³ ainsi que Milne¹¹³ ont déduit, sur la base de comparaisons de la durée de vie d'abeilles d'origine différente, effectuées en laboratoire dans des conditions standardisées, que la variabilité de la durée de vie était partiellement déterminée génétiquement. Kepena⁸² et Brückner⁹ ont mis en évidence un raccourcissement de la durée de vie d'abeilles issues d'élevages fortement apparentés et ont interprété cet effet comme étant une dégénérescence consanguine avec pour conséquence des déficiences physiologiques. El-Deeb³⁰ a comparé la durée de vie d'abeilles de trois races différentes (italienne, caucasienne et carniolienne). Pendant la période de végétation, il a relevé des différences spécifiques à la race. Ce sont les abeilles de la race Ligustica qui avaient les durées de vie les plus courtes et celles de la race Carnica les plus longues. Wille¹⁶⁴ observe également que, pour des colonies volant librement, une durée de vie spécialement courte semble être une particularité des colonies Ligustica du nord de l'Italie. Lodesani¹⁰⁴ a examiné la variabilité de la durée de vie moyenne de colonies volant librement. Il n'a pas relevé de fluctuations significatives auprès d'abeilles de la race Ligustica sur le même rucher pendant la principale période de développement des colonies. Il a interprété ceci comme étant un signe d'une détermination génétique marquée de la durée de vie et a recommandé de l'utiliser comme caractéristique de sélection pour l'élevage. Kulincevic et Rothenbuhler⁸⁵ ont sélectionné, à partir de 43 colonies de la race italienne, une lignée à longue vie et une à courte vie. Après deux générations déjà, la durée de vie se différenciait de manière significative lors des tests en laboratoire. Toutefois, on ne sait pas si les différences observées en laboratoire sont également présentes chez les colonies de production volant librement.

Sur la base de telles études, les apidologues ont calculé les différences de durée de vie dues au patrimoine génétique et à l'environnement (tabl. 1). Les résultats montrent que la part de variabilité de la durée de vie résultant de l'impact environnemental est nettement plus importante que celle due au patrimoine génétique.

2.1.4 Alimentation et durée de vie

Au cours des premiers jours qui suivent l'émergence, les jeunes abeilles consomment du pollen en abondance. En même temps, la teneur en azote dans le corps de l'abeille passe de 2 à 3mg par abeille⁶⁷. Les jeunes abeilles ont besoin des protéines du pollen pour la constitution des organes internes tels que la glande nourricière, les corps adipeux^{83; 108; 132} et la musculature de vol. La durée de vie de l'abeille dépend de cette consommation de pollen. Si les jeunes abeilles ne peuvent consommer ce pollen, leur durée de vie se réduit^{107; 108}. Des essais réalisés avec des abeilles en cage ont montré que le nourrissage au pollen permet de doubler pratiquement la durée de vie moyenne (fig. 5). Cela peut s'expliquer par le degré de développement du corps adipeux, qui dépend de la consommation de pollen des jeunes abeilles¹¹⁰. C'est la raison pour laquelle un manque de pollen au printemps, qui engendre une diminution de l'élevage de couvain, peut avoir un impact négatif sur la durée de vie des abeilles qui éclosent. Cependant, de telles situations se produisent très rarement.

En ce qui concerne les abeilles plus âgées, la consommation de pollen ne semble avoir qu'un faible impact sur la durée de vie. Wille et al.¹⁶² ont relevé en même temps l'apport de pollen et le développement des colonies de production dans des conditions suisses. L'évaluation statistique n'a pas mis en évidence de dépendance certaine entre l'espérance de vie moyenne et la quantité de pollen moyenne disponible par abeille (fig. 6). Ce résultat montre que, sous nos latitudes, les colonies volant librement disposent normalement de suffisamment de pollen afin d'assurer l'apport en protéines nécessaire aux jeunes abeilles.

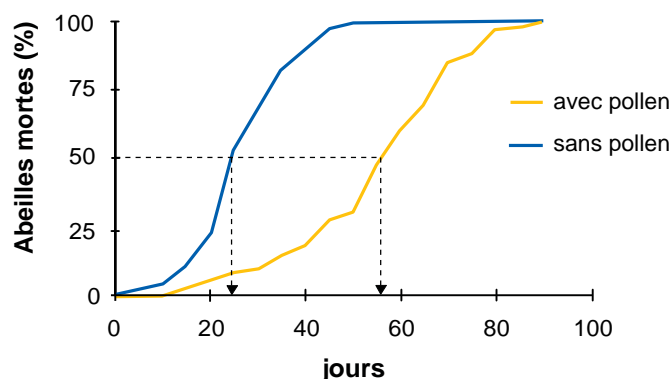


Fig. 5: Apport de pollen et durée de vie

Au cours de leurs premiers jours de vie, les jeunes abeilles ont besoin de beaucoup de pollen afin de développer différents organes ainsi que la musculature. Lors d'un essai, on a privé de cet apport de pollen des abeilles d'été fraîchement écloses et placées dans une cagette. L'âge moyen des abeilles de ce groupe-test était ainsi de 25 jours et de 55 jours pour celles du groupe avec apport de pollen (Imdorf et al. 1996)

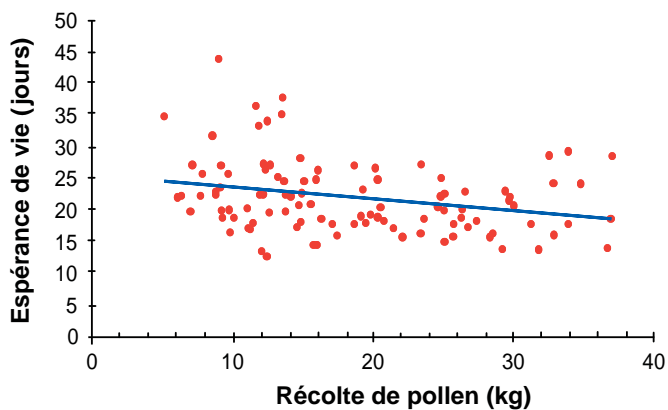


Fig. 6: Espérance de vie et récolte de pollen
 Entre 1980 et 1984, on a enregistré, auprès de 102 colonies de production de différents ruchers, la récolte de pollen ainsi que le développement de la population. Aucune corrélation significative n'a été observée entre les deux types de mesure (Wille et al., 1985).



Essai de nourrissage en incubateur

13 %	(Kulincevic et Rothenbuhler 1982)
32 %	(Rinderer et al., 1983)
20 %	(Milne, 1985)

Tabl. 1: Héritabilité de la caractéristique «durée de vie» chez l'abeille.

Le pourcentage indiqué correspond à la part de la variabilité totale dépendant du patrimoine génétique. Le reste de la variabilité provient de l'environnement.

2.1.5 Soins au couvain et durée de vie

Le fait qu'une colonie dépourvue de couvain ne dépérisse pas en l'espace de quelques semaines, mais qu'elle survive plusieurs mois est connu de la plupart des apiculteurs, qui en font fait l'expérience. Les abeilles dans des colonies dépourvues de couvain (essaïm ou colonie avec reine engagée) vivent nettement plus longtemps et présentent des caractéristiques physiologiques typiques de l'abeille à longue vie en hiver^{40; 109}. Fluri et Imdorf³⁹ ont testé les effets sur le développement de la colonie (fig. 7 et 8) d'un arrêt de ponte entre le 13 août et le 18 septembre. Les colonies avec un arrêt de ponte ont élevé 6 000 abeilles de moins que le groupe témoin et mettaient en moyenne 1'800 abeilles de moins en hivernage par colonie. Pour ce qui est de la sortie d'hivernage, la force moyenne de la colonie était cependant comparable pour les deux groupes de colonies. Cela laisse supposer que, lors d'un arrêt de ponte vers la fin de l'été / en automne, une grande partie des abeilles se transforment de manière précoce en abeilles d'hiver à longue durée de vie. Ces observations ont débouché sur l'hypothèse que ce sont surtout les soins au couvain qui ont un effet de raccourcissement sur la durée de vie. Wille et ses collaborateurs¹⁶² ont montré qu'un élevage intensif de couvain était synonyme d'une diminution de la durée de vie des abeilles.

Il est ressorti la même chose de l'étude de Westerhoff et Büchler¹⁴⁵. Le soin au couvain plus intensif peut expliquer deux tiers de la diminution de la durée de vie. La diminution de la durée de vie des abeilles qui doivent s'occuper de plus d'une cellule de couvain ouverte par abeille est particulièrement marquée (fig. 9).

La situation est différente en ce qui concerne les essaïms artificiels ou naturels. Aussi longtemps qu'aucun couvain n'écloît, l'impact des soins sur la durée de vie des abeilles est insignifiant^{29; 59}. On ne connaît pas le mécanisme de régulation servant à surmonter cette situation critique lors du développement de la colonie.

Il est intéressant de relever que, lorsque le couvain operculé est retiré de la colonie avant l'éclosion des jeunes abeilles, les abeilles d'été ont une durée de vie exceptionnellement longue en dépit des soins intensifs qu'elles dispensent au couvain non operculé^{79; 83; 114}. Ceci indique que la durée de vie n'est pas influencée uniquement par les soins au couvain. La structure d'essai décrite ici est plutôt artificielle. Des situations similaires ne peuvent se produire dans des conditions naturelles que lors d'une infection importante et de longue durée par une maladie du couvain.

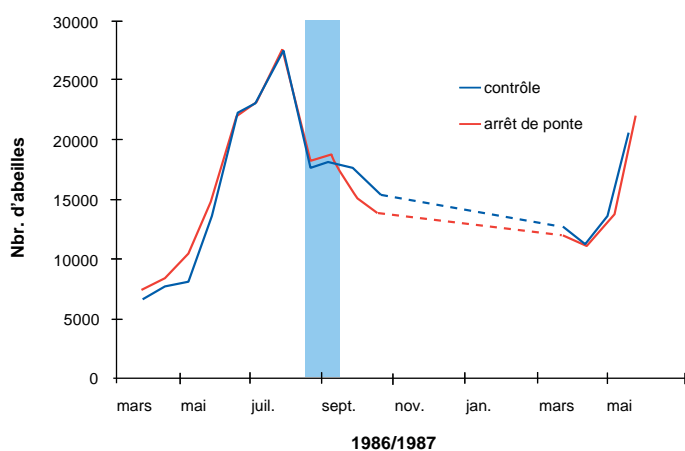
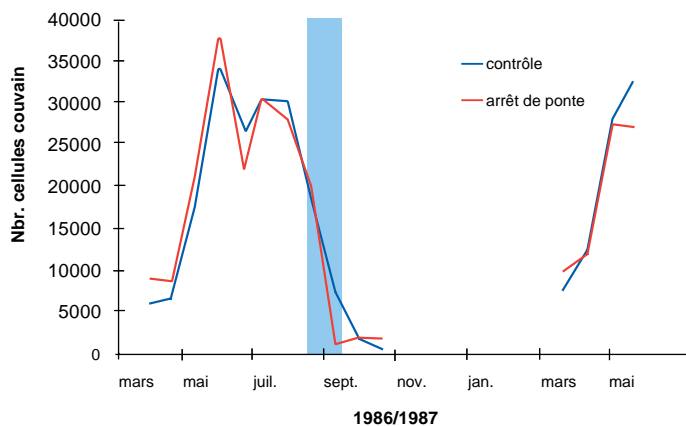
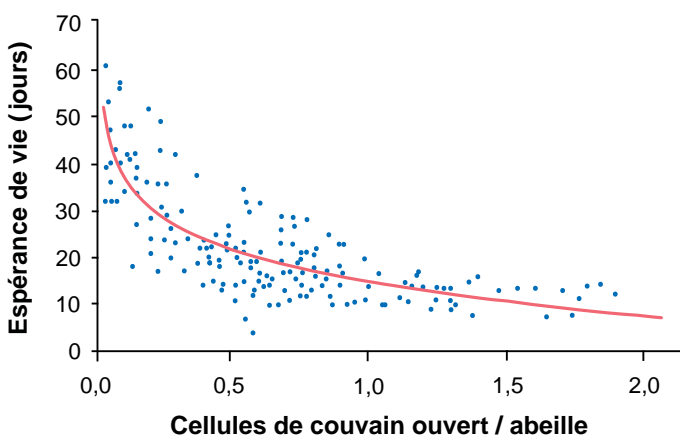


Fig. 7 et 8: Interruption de l'élevage du couvain en automne et développement de la colonie

Lors d'un essai, on a enfermé les reines de huit colonies pendant 35 jours, du 13 août au 18 septembre 1986. Pendant cette période, elles n'ont pas pondu d'œufs. Au cours du même essai, on a observé huit colonies de contrôle dont les reines pouvaient pondre librement. En automne, les colonies avec arrêt de ponte ont élevé en moyenne 6'000 abeilles de moins par colonie. Malgré cela, les deux groupes présentaient la même force à la fin de l'hiver (Fluri et Imdorf, 1989).



2.1.6 Butinage et durée de vie

De nombreuses études ont été consacrées au possible impact du butinage et de l'activité de vol des abeilles sur la durée de vie³⁴. Cependant, on n'a pas pu obtenir une image claire concernant la régulation. On a constaté en général que les abeilles avec une activité plus lente vivaient plutôt plus longtemps dans la colonie que leurs consœurs avec un rythme plus élevé. On ne connaît pas les causes de cette différence.

2.1.7 Facteurs climatiques et durée de vie

Lors d'essais réalisés à Saint-Pétersbourg (60° de latitude nord), une réduction artificielle de la longueur du jour en été a engendré une diminution du couvain dans les colonies volant librement et un rapprochement des caractéristiques physiologiques des ouvrières de l'état typique des abeilles d'hiver²³. Une répétition de ces essais à Liebefeld-Berne (47° de latitude nord) n'a pas débouché sur de tels effets³⁶. La durée de vie des abeilles est demeurée courte et la quantité de couvain n'a pas changé. Seul le corps adipeux est devenu similaire à celui des abeilles d'hiver. On peut en conclure que le rythme jour-nuit sous différentes latitudes peut influencer différemment le développement d'abeilles d'été et d'hiver.

Selon Wille et Gerig^{53;146}, la température ambiante n'a aucun rapport avec l'activité de ponte et le développement des colonies. Au contraire, le microclimat de la ruche lors de la naissance des abeilles d'été et d'hiver semble jouer un rôle. En présence de conditions climatiques typiques pour le nid à couvain (1,5% CO₂ et 35° C), les jeunes ouvrières ont développé un état physiologique correspondant à celui des abeilles d'été à courte durée de vie. Lorsque que la température était moins élevée et atteignait 27° C et la concentration de CO₂ était comparable (1,5%), les caractéristiques physiologiques ont changé. Elles sont devenues similaires à celles des abeilles d'hiver¹⁶. Cela indique une influence indirecte du climat du nid du couvain sur la durée de vie.

Pour conclure, on peut retenir que les facteurs climatiques peuvent certes engendrer certaines caractéristiques d'abeilles mises en hivernage, mais que leur effet n'a pas de retombées selon le principe du tout ou rien. Au contraire, on observe des transitions progressives. En outre, de nombreux facteurs internes ou externes à la colonie participent à la régulation du type d'abeilles à naître.

Fig. 9: Corrélation entre soins au couvain (cellule de couvain ouvert/abeille) et espérance de vie

Valeurs de toutes les mesures effectuées entre le 27 février et le 1er juillet (n = 179). Il existe une corrélation clairement négative entre les soins au couvain et l'espérance de vie. Cela signifie que plus la quantité de couvain à élever est importante, plus l'espérance de vie des ouvrières diminue (Westerhoff et Büchler, 1994)

2.1.8 Activité de ponte, cannibalisme et durée de vie

Différentes études^{53;91;146} ont montré que l'activité de ponte subit de grandes fluctuations (fig. 10). De telles fluctuations résultent en partie du manque de cellules de couvain libres et nettoyées. Le climat, l'offre en pollen, la saison et l'âge des reines sont d'autres facteurs.

Il n'y pas que la reine qui est responsable de la quantité de couvain produite. Au cours de certaines périodes et de situations critiques au niveau alimentaire, ce sont les ouvrières qui sont déterminantes pour réguler l'élevage du couvain. Lors d'une étude réalisée avec des colonies volant librement, Woyke¹⁶⁶ a cherché à quantifier l'évacuation et l'ingestion du couvain par les ouvrières pendant toute une saison apicole. Au printemps, 20 à 25% du couvain a été évacué, 10 à 20% en été et 45 à 50% en automne. Woyke a constaté que c'était surtout du très jeune couvain qui était retiré.

Lorsque le pollen se fait rare, comme cela peut se produire au printemps en raison du climat, la reine continue de pondre. En revanche, les ouvrières sont en mesure d'apprécier la situation et enlèvent œufs et jeunes larves si elles n'ont plus suffisamment de nourriture pour élever le couvain⁷⁴. Schmickl et Crailsheim¹³⁰ ont eux aussi observé que les ouvrières, après une période de mauvais temps de cinq jours, enlevaient une partie des larves âgées de moins de trois jours.

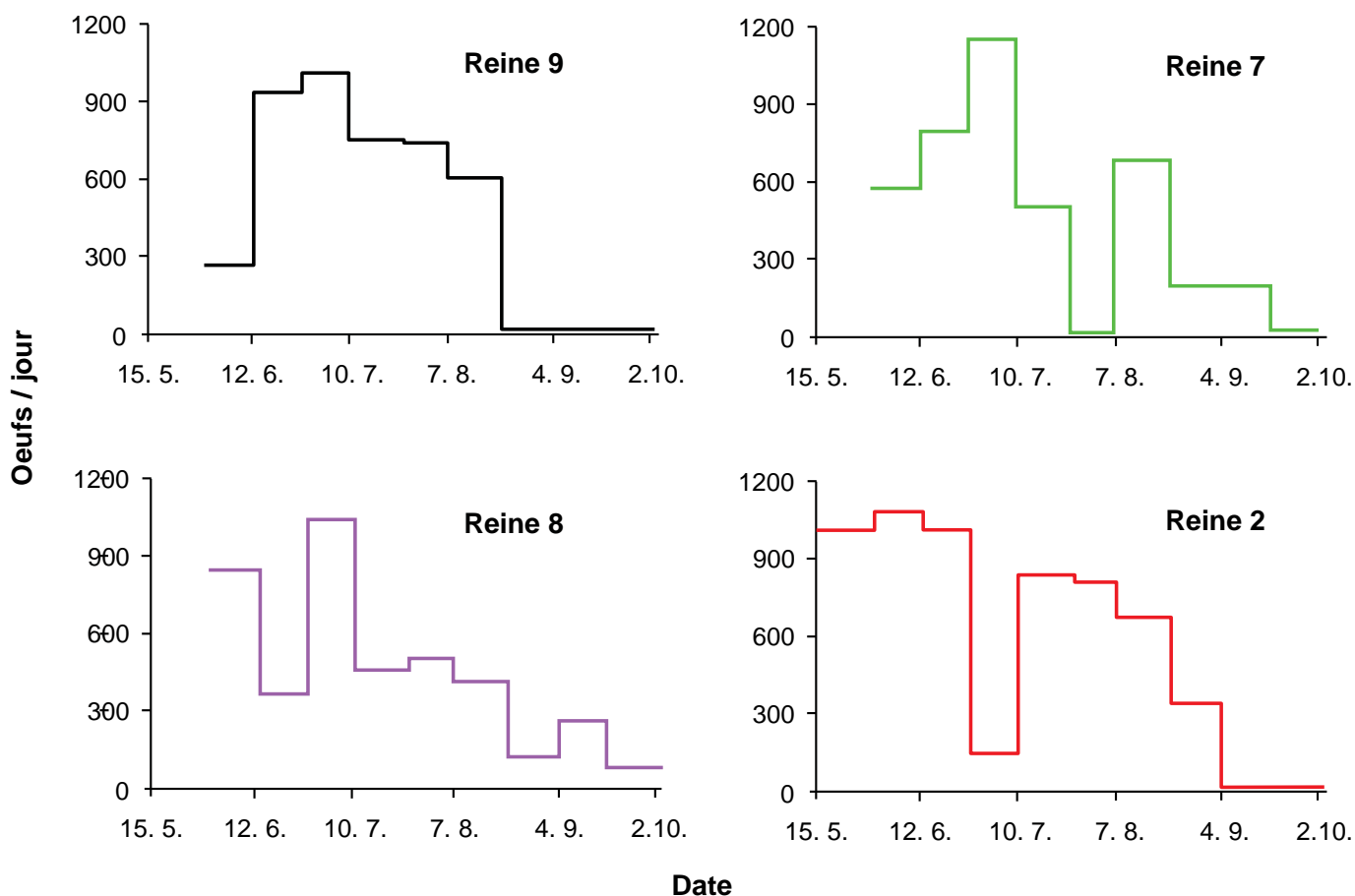


Fig. 10: Rythme de ponte des reines

Cette étude a été réalisée en 1974 avec quatre colonies sur le rucher de Liebefeld. Pendant la haute saison, la ponte des différentes reines a eu lieu à des moments totalement différents. Au cours de la période allant de fin août à début septembre, l'activité de ponte de l'ensemble des reines a diminué. La plupart du temps, les reines commencent à pondre en janvier déjà. On ne connaît pas les raisons qui poussent les reines à pondre moins en automne (Gerig et Wille, 1975).

2.2 Organisation sociale de la colonie

Selon la saison, la colonie d'abeilles est constituée de quelques milliers, voire quelques dizaines de milliers d'abeilles et de larves. Dans cet «amas» d'individus, on ne relève aucun chaos, mais plutôt une société bien ordonnée et qui fonctionne harmonieusement.

C'est la raison pour laquelle on qualifie les abeilles d'insectes sociaux. L'organisation sociale règle la répartition des tâches. Chez l'abeille mellifère, elle se base sur les deux principes suivants:

Castes

Le sexe féminin est présent sous deux formes (dimorphisme) appelées castes dans le jargon scientifique:

la reine représente la caste fertile qui se consacre à la reproduction;

les ouvrières représentent la caste stérile et accomplissent les autres tâches nécessaires au bien-être de la communauté;

Les bourdons ne forment pas une caste, mais représentent le sexe masculin.

Phases de fonctionnement temporaires

On entend par là la modification du comportement et des propriétés physiologiques au cours de la vie d'une ouvrière (polyéthisme). On distingue différentes phases temporelles de comportements.

Par exemple, ces «professions» temporaires se reflètent dans le développement des glandes nourricières: elles se trouvent dans un état bien développé aussi longtemps que l'ouvrière élève du couvain ou est à disposition en tant que „réserviste” pour l'élevage du couvain. Ensuite, la taille des glandes diminue clairement et la fonction de l'individu change, passant de la production de gelée nourricière à la formation d'enzymes pour la mellification. Ceci est typique pour la butineuse.

C'est l'hormone juvénile qui est déterminante pour la gestion des phases fonctionnelles. Selon sa teneur dans le sang, l'abeille est une abeille d'été ou d'hiver, une nourrice ou une butineuse (tabl. 2; fig. 11 et 12).

Grâce à ce système de gestion, la colonie est en mesure de survivre à des phases critiques de développement de la colonie, par exemple l'essaimage ou la supercédure. Cette gestion flexible est également très importante du point de vue de la dynamique des populations en cas de maladies ou de formation de jeunes colonies, lorsque la structure de la colonie se retrouve sens dessus dessous.

Concentration d'hormone juvénile dans le sang		
	Faible à moyenne	Elevée
Glandes nourricières	Développement	Atrophie
Teneur en protéines sanguines	Augmentation	Diminution
Comportement	Abeille occupée aux travaux intérieurs	Butineuse
Durée de vie	Pas de diminution	Diminution

Tabl. 2: Quelques corrélations entre la concentration de l'hormone juvénile dans l'hémolymphe (sang) et les caractéristiques physiologiques de même que comportementales des ouvrières.

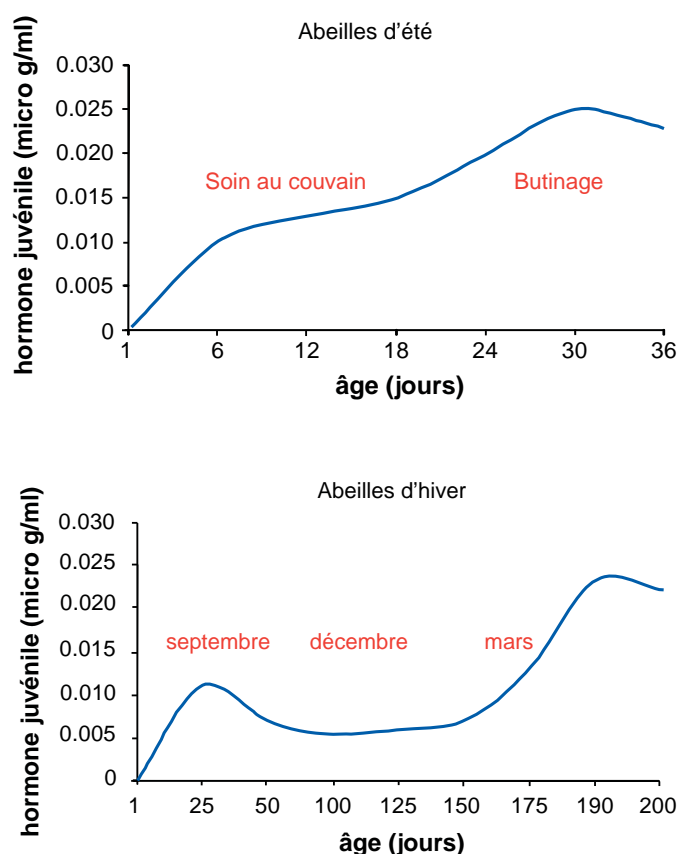


Fig. 11 et 12: Concentration d'hormone juvénile dans l'hémolymphe Evolution de la concentration d'hormone juvénile des abeilles d'été et d'hiver, indications en milliardième de gramme (μg) par millilitre de sang (Fluri, 1986).

3. Génétique

Sommaire sur le modèle de régulation physiologique

La durée de vie des abeilles est influencée par de nombreux facteurs dont l'importance diffère selon la situation. Les abeilles qui viennent d'éclore ont besoin de suffisamment de pollen au cours des premiers jours afin qu'elles puissent vivre aussi longtemps que leur patrimoine génétique le permet. Plus tard, la durée de vie est raccourcie par l'accroissement des soins au couvain. Ceci peut freiner le développement des colonies au printemps, lorsque la durée de vie est en plus influencée négativement par des germes pathogènes. A la fin de l'été et en automne, au travers de la régulation hormonale, et sous l'action d'effets encore inconnus, naissent les abeilles d'hiver à longue vie.

Sans la présence trop forte de parasites dans la colonie, les abeilles d'été avec une espérance de vie moyenne de l'ordre de 25 à 30 jours engendrent automatiquement des colonies fortes et saines et une population d'hivernage optimale.



Œufs évacués dans les déchets de la ruche

3.1 Prédispositions génétiques

Les prédispositions génétiques qui influencent directement le développement de la colonie ne sont pas des grandeurs fixes. Elles sont modifiées en permanence par des processus de sélection. Par le passé, cela a engendré les différentes races d'abeilles et les «écotypes». Ainsi par exemple, en Tunisie, on trouve *Apis mellifera intermissa*, qui s'est bien adaptée aux conditions climatiques locales. Pendant la période sèche estivale, au cours de laquelle plus rien ne fleurit, la production de couvain et la force de la colonie régressent fortement⁵⁷. La race *Apis mellifera carnica* importée il y a plusieurs années n'a quant à elle pas pu s'adapter à son nouvel environnement et a continué à élever du couvain pendant la période de sécheresse, ce qui a engendré de gros problèmes au niveau du développement de la colonie et même des pertes de colonies¹¹⁶. Il existe toutefois aussi des races telles que la race *Ligustica*, qui s'adaptent bien à des différences climatiques relativement élevées et qui, pour cette raison, peuvent aussi bien être élevées en Sicile qu'en Finlande. C'est pourquoi on peut supposer que, pour l'abeille, certains modèles de comportement, qui ont un impact sur le développement de la colonie, sont déterminés génétiquement, mais ne sont activés qu'une fois qu'ils sont stimulés par l'environnement.

3.2 Evolution du couvain

Wille^{157; 159; 164} a montré, au travers de l'analyse de 540 colonies d'Europe centrale, que 85% des colonies atteignaient le 90% de leur production annuelle de couvain dans un intervalle de temps assez bref de 10 à 15 jours au cours de la période comprise entre le 27 juillet et le 12 août, indépendamment de la taille de la colonie. Cela laisse supposer qu'il existe une horloge interne déterminée fortement par la génétique. Le chapitre 6 montre dans quelle mesure l'apiculteur peut influencer cette cadence rigoureuse par des mesures apicoles, telles que le nourrissage stimulant en août.

3.3 Caractéristiques spécifiques à la race

Les frères Ruttner ¹²⁸ ont comparé le développement à la fin de l'été et en automne d'une lignée pure de la race Carnica (reines sœurs, accouplement au rucher dans une région de lignées pures Carnica) avec une lignée Buckfast (reines sœurs, accouplement en station de fécondation). Dix colonies de chaque groupe de colonies sœurs ont été placées à Lunz am See (A) et à Oberursel (D). On a examiné l'évolution du couvain des deux groupes de colonies. Curieusement, ce ne sont pas les colonies de la même origine qui ont présenté un comportement similaire, mais celles placées au même endroit (fig. 13). Cela prouve que l'impact de l'environnement est plus fort que celui résultant des prédispositions génétiques. Davantage d'informations concernant cette étude se trouvent dans le chapitre 4.

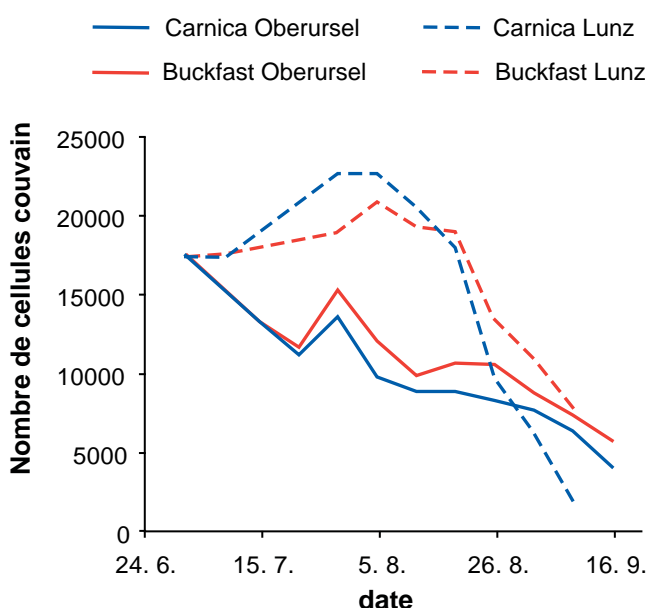


Fig. 13: Lignées d'élevage et développement de la colonie
 Comparaison de l'évolution moyenne du couvain en été de dix colonies de la race Carnica Troiseck et d'hybrides Buckfast sur deux sites différents, à savoir Lunz am See (Autriche) et Oberursel (Allemagne). L'environnement a eu un impact nettement plus important sur l'évolution de la production de couvain que les différentes origines génétiques (Ruttner et Ruttner, 1976).

Fehrenbach ³² a effectué des recherches pendant quatre ans sur le développement des colonies dans deux groupes de colonies de race Buckfast et Carnica à l'aide de la méthode de Liebefeld. Il a résumé les résultats de la manière suivante:

- Les colonies de la race Carnica consomment moins de nourriture en hiver.
- Le développement au printemps est à peu près identique pour la race Carnica et la race Buckfast.
- La race Buckfast présente un instinct d'essaimage moins marqué et plus facile à contrôler.
- Les colonies de la race Buckfast ont élevé davantage de couvain en été que celles de la race Carnica.

- Cela a engendré un nombre un peu plus élevé d'abeilles en plein été.
- Les différences au niveau du rendement en miel sont minimales et ne sont pas significatives.

Il existe encore d'autres études au sujet du développement des colonies Buckfast et Carnica. Dans l'ensemble, les résultats sont très contradictoires, ce qui indique qu'il n'y a



Apis mellifera ligustica



Apis mellifera carnica



Apis mellifera mellifera

pas de grandes différences entre les deux races. Büchler¹⁵ a comparé le développement de colonies avec des reines Nigra de Pologne et d'une réserve naturelle de Norvège à celui de colonies dotées de reines de la race Carnica de différentes origines. A cette occasion, il a constaté qu'en général les deux races se développent de façon similaire. Il a cependant souligné l'importance des écotypes bien adaptés notamment par rapport à des comportements spécifiques tels que par exemple la récolte de pollen.

Wille et Gerig (résultats non publiés) ont examiné le développement de colonies ainsi que le rendement en miel de 54 colonies dotées de reines sœurs d'une lignée Nigra et Carnica entre août 1979 et mai 1981 sur six sites différents. A

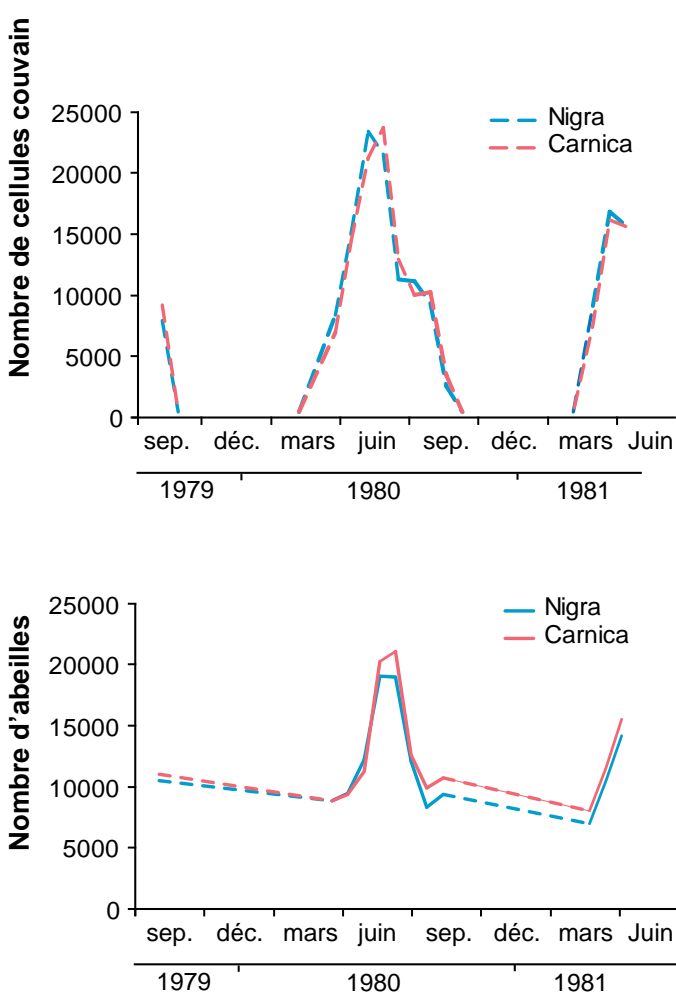


Fig. 14 et 15: Comparaison des races et développement de la colonie
 Comparaison du développement moyen de la population de colonies avec à chaque fois 54 reines-sœurs de deux lignées d'élevage des races Nigra et Carnica sur 6 sites différents, de la fin de l'été 1979 et jusqu'au printemps 1981. Le couvain élevé et la force de la colonie ont été relevés à des intervalles de trois semaines. Aucune différence notable n'a pu être constatée par rapport au développement de la population du couvain ou de la population d'abeilles entre les deux races ou plus exactement entre les deux lignées.

l'aide des deux caractéristiques morphologiques analysées (longueur de la langue et index cubital), on a pu clairement attribuer les colonies aux deux races. Ici également, on a obtenu une image similaire à celle des autres études. Durant l'ensemble de la période de l'essai, le développement moyen des colonies des deux souches d'élevage examinées n'a présenté que des différences infimes (fig. 14 et 15). Cependant, on a observé de très nettes différences au niveau du développement des colonies entre les différents sites, indépendamment de la race (fig. 16). Le rendement en miel des colonies de la race Carnica a été globalement légèrement meilleur. Cependant, les différences entre les deux lignées sur chaque rucher ne se sont pas significatives (fig. 17).

Aumeier et Böcking (résultats non publiés) ont effectué des recherches en Allemagne concernant l'impact de l'élevage sur le développement de la colonie en comparant une lignée non sélectionnée à sept lignées d'élevage provenant d'instituts apicoles allemands. Les colonies des différents groupes (près de 10 par origine) étaient réparties sur trois sites présentant des conditions climatiques et de miellée très semblables. Les évaluations de population ont été effectuées entre avril et fin juillet à intervalles réguliers.

Les résultats (fig. 18) ont montré qu'il n'y avait pas de différences significatives entre le développement moyen des lignées sélectionnées et celui de la lignée non sélectionnée. En ce qui concerne la production de miel aussi, on n'a pas relevé de différence. On peut en conclure que, pour les lignées sélectionnées examinées, la sélection n'a pas porté sur un développement de colonie fort ou qu'il est difficile d'influencer le développement de la colonie au travers de la sélection. Etant donné qu'un développement de colonie fort est important d'un point de vue apicole (rendement en miel, hivernage, santé de la colonie), il faudrait examiner dans quelle mesure un développement de colonie optimal peut être amélioré par la sélection, par exemple par le biais d'une augmentation de la durée de vie moyenne.

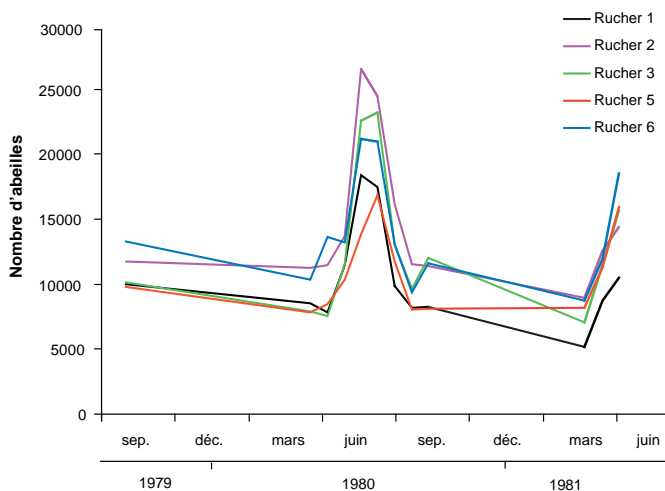


Fig. 16: Impact de l'emplacement sur le développement de la colonie
 Comparaison du développement moyen de la population d'abeilles entre 5 emplacements différents, indépendamment de la race (l'emplacement 4 n'a pas été représenté dans ce graphique vu le manque de données à disposition). Les différences significatives au niveau du développement de la colonie entre les ruchers testés ont été engendrées par des facteurs environnementaux qui n'ont pas été définis de manière plus détaillée.

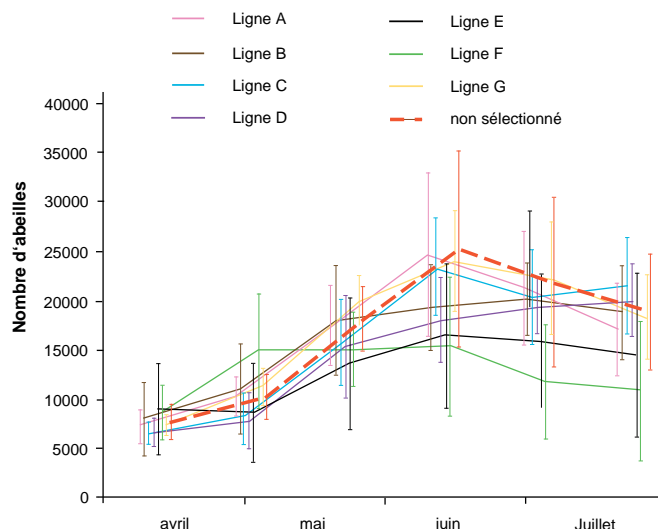


Fig. 18: Elevage et développement de la colonie
 On a examiné le développement de la colonie de sept lignées d'élevage présélectionnées provenant d'instituts de recherches apicoles allemands ainsi qu'une lignée non sélectionnée. Les colonies étaient réparties sur trois sites disposant de conditions climatiques et de miellée très semblables. On n'a pas observé de différence significative ni par rapport au développement de la colonie ni par rapport au rendement en miel (Aumeier et Böcking, résultats non publiés).

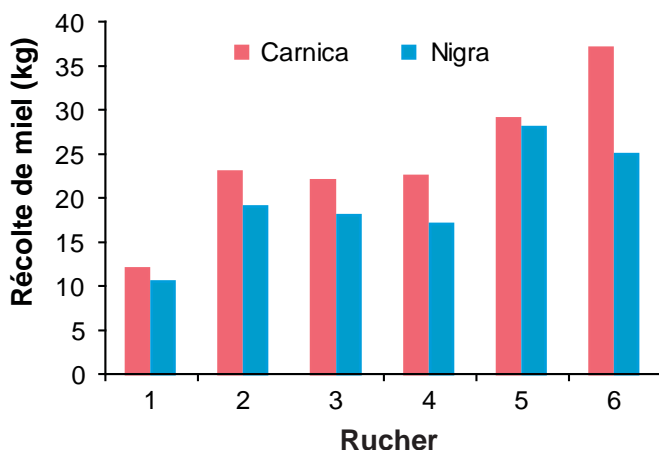


Fig. 17: Comparaison de races et rendement en miel
 Comparaison de la production moyenne de miel de colonies comptant chacune 54 reines-sœurs de deux lignées d'élevage des races Nigra et Carnica sur 6 ruchers différents à partir de la fin de l'été 1979 et jusqu'au printemps 1981. Les différences de rendements en miel entre les ruchers sont significatives, mais pas les différences entre les races sur les différents ruchers. Cependant, en ce qui concerne la lignée Carnica, on a observé une tendance orientée vers une production de miel plus importante.

Sommaire sur la génétique

Ces exemples montrent clairement que l'environnement a un impact dominant sur les chiffres absolus relatifs au développement des colonies, bien que celui-ci suive des normes de développement relativement rigides. Cela signifie qu'un emplacement optimal a un impact beaucoup plus fort sur le développement des colonies que des mesures d'élevage.

Cependant, cela ne signifie pas que l'élevage est superflu. Il peut se révéler déterminant pour la conservation des races. D'autres paramètres tels que la « douceur » des abeilles, leur comportement en matière d'hygiène¹³⁶, la tolérance au Varroa¹⁴, le rendement en miel²¹ ainsi que la longévité⁸⁵ peuvent être influencés avec plus ou moins de succès par l'élevage. Tout le monde sait que l'on peut influencer le rendement en miel au travers de la conduite du rucher, par exemple par le biais de la transhumance, beaucoup plus efficacement qu'au travers des prédispositions génétiques.

Il est peu judicieux d'émettre des affirmations concernant le développement des colonies des différentes races européennes, étant donné que, lors des essais réalisés seul un nombre limité de lignées d'une race a été comparé. Pour obtenir des comparaisons de races pertinentes, il faudrait effectuer des analyses très étendues au sujet du développement des colonies lors desquelles on comparerait au moins 5 lignées pendant plusieurs années et cela sur différents sites. Cependant, cela n'est quasiment pas réalisable au niveau pratique.

4. Environnement

Le développement d'une colonie d'abeilles est influencé de manière déterminante par l'environnement. Des facteurs tels que le climat ou les conditions de miellée, mais aussi les pratiques agricoles jouent un rôle important. De nombreux travaux de recherche montrent que l'environnement a un impact sur le développement des colonies d'abeilles. Cependant, aujourd'hui, on ne dispose pas de suffisamment de connaissances concernant les mécanismes impliqués.

4.1 Influence de l'emplacement

En 1976, lors d'un essai réalisée à l'aide de reines sœurs de la race Carnica et Buckfast, on a formé des nucléi de taille égale ¹²⁸. Ensuite, on a placé des nucléi des deux races à deux emplacements différents. Certains ont été amenés à Oberursel (D), qui se situe à 200 mètres au-dessus du niveau de la mer, jouit d'un climat doux et sec et est entouré d'un paysage de cultures mixtes et de forêts de feuillus. Les autres ont été placés à Lunz am See (A), une région qui bénéficie d'un climat frais et humide, située à 650 m au-dessus du niveau de la mer. Alors qu'on a enregistré une récolte record à Oberursel malgré la sécheresse, à Lunz, en raison des nombreux jours de pluie, la miellée de fleurs n'a pu être que partiellement utilisée.

Les résultats des mesures du couvain (fig. 13) montrent clairement que ce ne sont pas les colonies de la même race qui présentent une évolution du couvain similaire, mais celles qui se trouvent sur le même site. On a ainsi une courbe caractéristique pour les sites de Lunz et Oberursel, mais pas pour les races Carnica et Buckfast. Il devient ainsi clair que l'impact de l'environnement sur le développement des colonies est plus grand que les prédispositions génétiques. L'étude montre également que ce ne sont pas des caractéristiques spéciales en soi qui sont transmises héréditairement, mais bien plus l'aptitude à réagir d'une manière particulière face à des conditions environnementales spécifiques.

Ainsi, la production de couvain jusqu'en septembre à Lunz était nettement plus élevée que celui d'Oberursel. A partir de fin août, les colonies Buckfast ont produit un peu plus de couvain que les colonies Carnica. Curieusement, ce ne sont pas les colonies Buckfast qui ont produit le plus de couvain sur les deux sites, mais les colonies Carnica de Lunz.

Les colonies qui passent l'hiver dans des endroits chauds ou à basse altitude se développent nettement mieux au printemps que celles situées dans des endroits froids ou en altitude ¹⁰¹. On n'observe cependant pas chaque année les mêmes résultats pour le même emplacement et les conditions météorologiques (voir chapitre 4.2) influencent elles aussi de manière déterminante le développement des colonies d'abeilles.

Etant donné que le nectar et le pollen sont disponibles beaucoup plus tard dans les zones en altitude, la consommation de provision est plus grande que dans les zones de

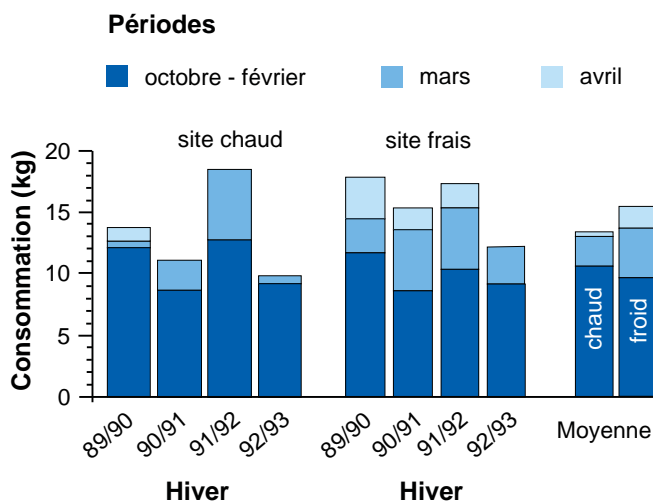


Fig. 19: Consommation de nourriture et hivernage

Consommation moyenne de nourriture pendant l'hivernage et au début du développement printanier sur un emplacement «chaud» et «frais» dans le sud de l'Allemagne (Liebig, 1994a). Au cours de la première année, les mesures concernant la consommation ont été faites auprès de 15 colonies et de dix les trois années suivantes. En moyenne, en avril, sur le frais, les abeilles ont consommé nettement plus de nourriture que sur le site «chaud».

basse altitude (fig. 19). Dans les zones en altitude, le développement de la végétation peut être en retard de plusieurs semaines par rapport à celui des vallées. Bien que les colonies d'abeilles situées en altitude se développent moins vite, elles rattrapent rapidement leur retard dès que la miellée commence. Afin d'obtenir de meilleurs rendements en miel, il peut être payant de déplacer des colonies fortes, qui ont passé l'hiver en altitude, vers des zones de miellée précoce. Toutefois, les colonies déplacées ne seront peut-être pas en mesure d'utiliser une miellée précoce de façon optimale. Dans ce cas, le rapport effort / rendement ne sera pas payant ⁸⁷. Pour un développement optimal des colonies, le mieux est de les faire passer l'hiver directement dans des zones climatiques favorables.

Outre les essais réalisés à Oberursel et Lunz, d'autres études ⁷⁵ montrent que l'emplacement a une influence importante sur le développement des colonies d'abeilles. Malheureusement, jusqu'à aujourd'hui, on n'a pas encore examiné quels sont les facteurs déterminants pour ces grandes différences. C'est pourquoi on recommande d'abord à l'apiculteur une approche empirique pour le choix de l'emplacement. Avant d'entreprendre des constructions coûteuses comme par exemple un rucher pavillon, il est conseillé de tester de nouveaux emplacements pendant plusieurs années avec quelques ruches individuelles. L'apiculture de transhumance est également appropriée pour utiliser l'offre en pollen et en nectar de différents emplacements.



Rhododendrons en fleurs dans les Préalpes

4.2 Influence du climat

Au printemps, l'approvisionnement en pollen naturel est à peine suffisant. En outre, les longues périodes de mauvais temps ou de basses températures empêchent les abeilles de récolter du pollen ou du nectar. Dans de rares cas, il peut arriver en Suisse que, pendant les mois de mars et d'avril, des colonies d'abeilles aient moins de protéines sous forme de pollen qu'elles en n'ont besoin pour l'élevage des larves. En raison du manque de protéines et de sels minéraux, l'élevage du couvain est réduit. Ce manque peut être partiellement compensé au travers des propres réserves de protéines des abeilles ¹⁵⁶.

En 1991 et 1992, lors d'une étude effectuée sur le Plateau suisse, on a procédé dès mi-mars à une évaluation de la population d'abeilles et de la surface du couvain de 20 et 21 colonies. Au printemps 1991, le développement des colonies a été beaucoup plus rapide qu'au printemps 1992 bien que le nombre de jours de vol fût à peu près comparable. Cependant, en 1992, les abeilles n'ont pas pu récolter du pollen entre la première et la seconde période d'évaluation de la population. Lors de la seconde mesure, la plupart des colonies ne possédaient pratiquement plus de réserves de pollen. C'est pourquoi la quantité de couvain a été réduite presque de moitié par rapport à la première mesure. Au printemps 1992, 30 900 abeilles de moins par colonie ont été élevées par rapport à 1991. Nous ne pouvons que spéculer quant à savoir si cela constitue la raison principale du lent développement printanier de 1992.

Lors d'une étude au cours de laquelle on a provoqué des conditions de pénurie artificielle de pollen à l'aide d'une tente expérimentale de vol pour une partie des colonies, on a obtenu un résultat similaire. Les colonies qui souffraient d'un manque de pollen ont réduit la quantité de leur couvain. Toutefois, leurs larves et abeilles ne présentaient pas de signes de carence par rapport aux colonies de contrôle approvisionnées normalement en pollen. Par conséquent, on peut dire que les colonies d'abeilles réduisent plutôt la quantité de couvain au lieu d'essayer d'élever un nombre plus élevé de larves par le biais d'un sous-approvisionnement en nourriture ⁷⁴.

L'exemple suivant montre que, malgré un bon approvisionnement en pollen, il peut se produire un développement de colonie ralenti:

au printemps 1982 et 1983, sur le rucher de Galmiz, on a examiné le développement de colonies et le rendement en pollen. Avec 22 jours de récolte de pollen et une récolte moyenne de 4,4 kg par colonie, le printemps de 1982 a été meilleur pour les abeilles du point de vue climatique que le printemps de 1983. Cette année-là, les abeilles ont récolté en moyenne seulement 3 kg de pollen en 14,5 jours de récolte. Malgré cela, le développement des colonies a été nettement meilleur en 1983 qu'en 1982. Cependant, l'essaimage n'a pas été favorisé par le développement plus rapide des colonies. En 1983, seuls 4 colonies sur 32 ont tiré des cellules royales. Par contre, après le lent développement des colonies en 1982, 11 colonies sur 20 ont tiré des cellules royales. Ces observations n'ont pas encore trouvé d'interprétations.

4.3 Influence des récoltes de nectar et de miellat

En 1986, Aegerter a déplacé des colonies ayant hiverné sur le même rucher du plateau suisse vers différentes conditions de miellée et cela juste après une miellée précoce¹. Un groupe de colonies (Schangnau) a été déplacé fin mai sur le pissenlit en fleurs dans les Préalpes. L'autre groupe (Aebersoldwald) est resté sur place après la miellée précoce, a dû endurer une absence de miellée et n'a été déplacé que début juillet vers la miellée de forêt.

Le groupe de colonies de Schangnau transféré en montagne a vécu un «second printemps» et a continué d'élever du couvain jusqu'à fin juin. Cela s'est également reflété dans la population d'abeilles adultes avec le décalage correspondant à la période de développement du couvain, avec un fort accroissement jusqu'à début juillet (fig. 20). Le groupe de colonies d'Aebersoldwald resté sur le Plateau suisse a fortement réduit la production de couvain en raison de l'absence de miellée et cela malgré un nourrissage liquide entre les miellées. Ce n'est qu'une fois que les colonies ont été déplacées vers la miellée de forêt qu'elles ont à nouveau augmenté l'élevage de couvain. Ainsi, cela montre que la diminution de production de couvain ne se répercute pas directement sur la population.

Comparé au développement de la population de Schangnau, celui de la population d'Aebersoldwald s'est révélé nettement plus lent. Les colonies déplacées vers la miellée de montagne avaient déjà atteint leur pic de population début juillet alors que pour le groupe d'Aebersoldwald la population maximale a été repoussée à la période sans miellée en raison de la diminution du couvain. Ce n'est qu'après que le couvain a augmenté à nouveau, augmentation vraisemblablement due à la miellée de forêt. Ainsi, le groupe d'Aebersoldwald a atteint sa population maximale trois semaines plus tard que le groupe de Schangnau (fig. 20). On peut en conclure que le développement de la colonie est influencé également par les conditions de miellée.

Curieusement, les deux groupes de colonies ont élevé une quantité égale de couvain. En outre, ils ont présenté une durée de vie moyenne identique et comptabilisent le même nombre de jours-abeille. Cela indiquerait que le développement de la colonie est déterminé génétiquement et que l'environnement (climat, offre en nectar et en pollen) engendre uniquement des écarts temporels. Cependant, cette seule étude ne permet pas de tirer de règles valables de manière générale.

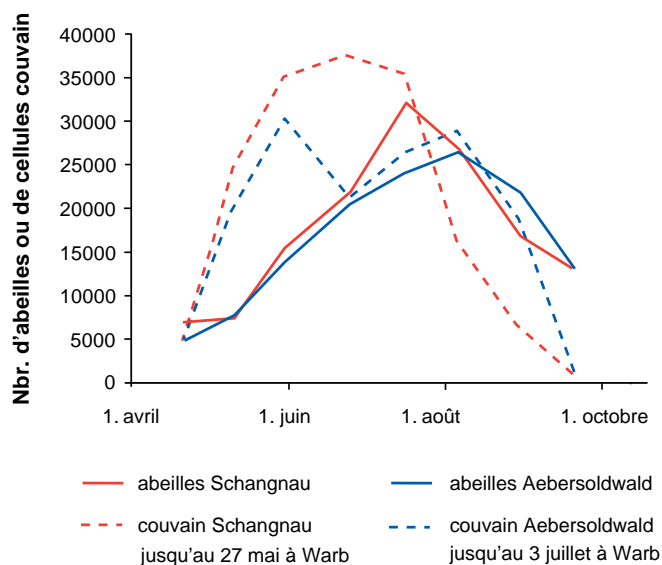


Fig. 20: Offre de miellée et développement de colonie différents
Bien que les deux groupes de colonies Schangnau et Aebersoldwald ($n=4$) aient élevé une quantité similaire de couvain (près de 170 000 abeilles en moyenne) et que les deux disposent d'une espérance de vie moyenne semblable de 19 jours, la courbe d'évolution du couvain et des abeilles a été très différente. Elle a été fortement influencée par les différentes offres de miellée sur les différents sites. Le rendement en miel du groupe de Schangnau a été de 2,6 kg par colonie et de 17,9 kg pour le groupe d'Aebersoldwald (Aegerter, 1988).



Apiculteurs transhumants au Tessin

4.4 Force de la colonie et utilisation de la miellée

En 1937, Farrar³¹ a déjà pu montrer que des colonies fortes produisent davantage de miel que des colonies faibles. Il a mesuré la force de 131 colonies par pesage. A cette occasion, il a trouvé des colonies exceptionnellement fortes comptant plus de 60 000 abeilles. Lorsqu'il a comparé la force de la colonie avec le rendement en miel issu d'une miellée abondante, il a pu montrer qu'il existait un lien étroit entre les deux paramètres (fig. 21). Par conséquent, les colonies fortes produisent davantage de miel que les colonies faibles. Toutefois, cela n'est valable que si les conditions de miellées sont bonnes. Les résultats obtenus par Farrar ont été confirmés par des études réalisées par Liebig⁸⁸.

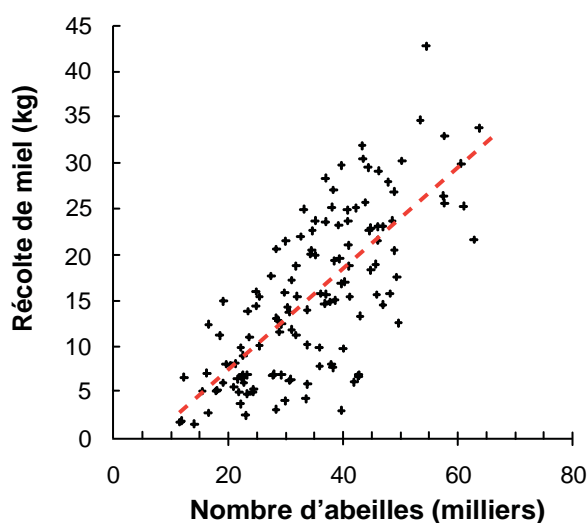


Fig. 21: Force de la colonie et utilisation de la miellée
Durant la miellée, Farrar (1937) a relevé en Amérique du Nord la population d'abeilles de 131 colonies en pesant les abeilles de chaque colonie et en calculant le nombre d'abeilles au moyen du poids. Ensuite, il a déterminé le poids de la récolte de miel. La corrélation entre le nombre d'abeilles et le rendement en miel a été très significatif ($p < 0.001$; $r^2 = 0.54$).

4.5 Miel de mélézitose

L'hivernage avec du miel de miellat se révèle négatif pour les colonies surtout aux endroits avec une longue inactivité hivernale et de rares possibilités de vols de propreté. Il faut se montrer spécialement vigilant lors de miellées tardives et de celles dont la teneur en mélézitose est élevée (épicéa, mélèze). Lors d'un essai, on a constaté que dans les colonies avec nourriture cristallisée (miel-béton), on observait en hiver déjà un taux élevé de mortalité^{62; 63}. Après les premiers vols de propreté en janvier et en février, certaines colonies présentaient des symptômes de dysenterie et les faces frontales des ruches étaient fortement souillées de déjections. Les colonies qui, lors de l'entrée en hivernage, comptaient en moyenne 12 200 abeilles, ont perdu en moyenne 7 865 abeilles, ce qui est environ trois fois supérieur aux pertes hivernales normales. Malgré les efforts entrepris afin de réunir les colonies très affaiblies,

plus de la moitié des colonies sont mortes. Les survivantes ne se sont développées que péniblement jusqu'à fin avril. On peut s'attendre à un meilleur hivernage si la teneur en mélézitose des provisions hivernales s'élève à moins de 10% et si la conductivité électrique est de moins de 1 mS cm⁻¹. Il est possible d'éviter des pertes de colonies dues au miel-béton en retirant les rayons contenant de la nourriture cristallisée, en les remplaçant par des rayons vides et en distribuant aux colonies au moins 10 litres d'eau sucrée avant la mise en hivernage.



Provisions hivernales cristallisées

4.6 Consommation de nourriture en hiver

Entre fin septembre et début mai, les colonies d'abeilles consomment 8 à 13 kg de provisions hivernales. En général, les colonies plus fortes utilisent davantage de provisions hivernales que les colonies plus faibles⁸⁹. Cependant, les abeilles d'une colonie plus petite consomment proportionnellement davantage de provision hivernale que celles d'une colonie plus forte (fig. 22). Cela est dû au rapport moins favorable entre la surface de la grappe d'hivernage et le nombre d'abeilles des petites colonies. Afin de maintenir la température de la grappe d'hivernage constante, les abeilles des colonies plus petites doivent produire proportionnellement plus de chaleur⁴³. C'est la raison pour laquelle elles consomment davantage de provisions hivernales. Il est plus rentable, surtout à cause de la consommation de provision hivernale, de mettre en hivernage des colonies fortes⁴³.

La consommation de nourriture est plus élevée aux emplacements plus frais qu'aux emplacements plus chauds. Ces différences restent minimes entre septembre et fin février et c'est à partir de mars que le climat de l'emplacement commence à produire son effet. Sur les emplacements bénéficiant d'un climat favorable avec miellée précoce, les colonies recourent à peine aux provisions hivernales, alors qu'en altitude les colonies doivent encore vivre sur leurs provisions. La consommation en mars et en avril est fortement influencée par les conditions météorologiques, les conditions de miellée et la quantité de couvain. Sur les emplacements plus froids, les colonies consomment souvent plus de 15 kg de provisions hivernales. La consommation printanière (de mars à avril) peut dépasser la consommation hivernale (fig. 19)⁸⁹.

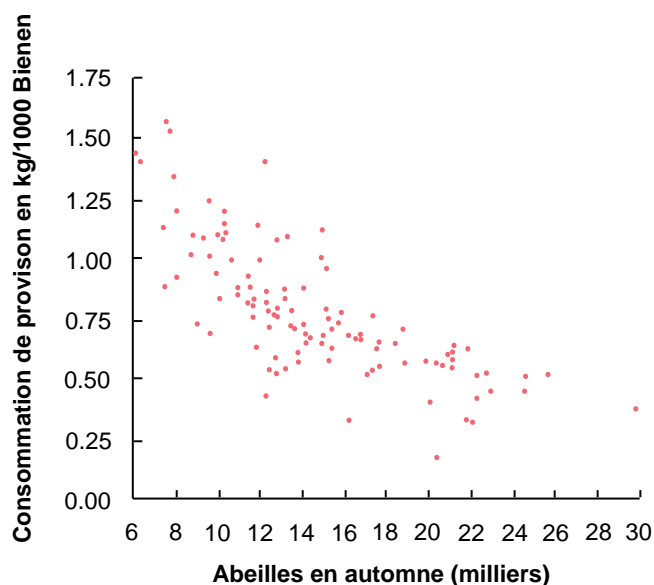
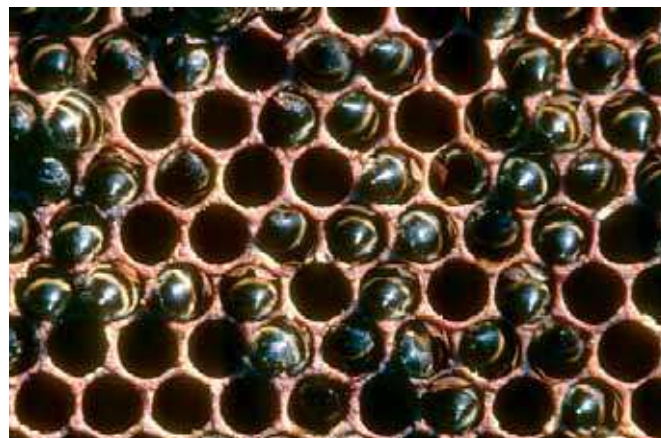


Fig. 22: Consommation de nourriture et force de la colonie
En raison du rapport défavorable entre la surface de la grappe d'hivernage et le nombre d'abeilles, les colonies moins fortes utilisent proportionnellement davantage de provisions hivernales que les colonies fortes (Free et Racey, 1968).

4.7 Pertes de colonies dues à l'agriculture et pratiques apicoles

4.7.1 Intoxications dues à des produits phytosanitaires

Les pertes de colonies provoquées par une utilisation inappropriée de produits phytosanitaires se manifestent par une mortalité de centaines, voire de milliers d'abeilles dans les cas extrêmes gisant sur le sol de la ruche ou devant le trou d'envol. Ainsi, par exemple, l'utilisation du régulateur de croissance Fenoxycarb a provoqué, en l'espace de deux semaines, la mort de près de 1 600 abeilles et pupes¹²². Lors de cas d'intoxication particulièrement graves, les pertes peuvent être encore plus élevées. La mortalité normale de butineuses, qui peut concerner facilement plus de 1'000 abeilles par jour, est à peine perceptible, car les abeilles meurent surtout au cours du butinage. Les cas d'intoxication sont prouvés par la détection de résidus de pesticides dans les abeilles mortes.



Abeilles mortes de faim

Dans la plupart des cas d'intoxication, ce sont avant tout les butineuses qui sont touchées. Si seule une partie des butineuses meurt, les colonies peuvent compenser cette perte sans problème pendant la saison. Par contre, si toute une tranche d'âge est décimée, il faut alors recruter de nouvelles butineuses issues d'autres tranches d'âge, ce qui peut avoir des répercussions sur l'organisation sociale. Certains pesticides peuvent avoir un effet défavorable sur le comportement des abeilles, sans directement les tuer. Le pollen chargé de résidus toxiques peut également provoquer des dégâts au couvain et freiner le développement de la colonie sur une longue période. En Suisse, grâce à la surveillance rigoureuse exercée depuis les années 80 par les autorités lors de l'homologation des pesticides, le nombre de cas d'intoxication d'abeilles a fortement diminué. Malgré cette surveillance, comme l'a montré l'exemple de la Clothianidine, substance utilisée pour le traitement des semences, au printemps 2008 dans le sud de l'Allemagne, d'importantes pertes d'abeilles peuvent se produire lors d'erreurs de préparation et d'utilisation^{24; 118}. Cependant, les maladies d'abeilles telles que la septicémie, les viroses ou les rickettsioses peuvent tout aussi bien être la cause d'un développement ralenti et sont souvent difficiles à différencier des intoxications.



Mortalité d'abeilles

4.7.2 Fauchage de parcelles en fleurs

Comme le montrent des études réalisées par Fluri et ses collaborateurs³⁷, des pertes d'abeilles peuvent aussi se produire si des plantes intensément visitées par les abeilles sont fauchées. Lors du fauchage de plantes basses telles que le trèfle blanc ou le pissenlit, on a relevé des pertes de 24 000 abeilles par hectare. Plus de la moitié des butineuses ont été blessées. L'utilisation d'une faucheuse-conditionneuse, qui plie et écrase la plante coupée, a joué un rôle déterminant dans le nombre d'abeilles blessées. Sans l'utilisation d'une conditionneuse, les pertes d'abeilles se sont réduites à 2 000 par hectare. Lors de conditions normales, l'impact du fauchage sur le développement de la colonie est certes négligeable, mais dans certaines situations, si par exemple la floraison est intense ou si de gran-

des surfaces sont fauchées dans les environs du rucher, d'importantes pertes de butineuses peuvent se produire. Ces pertes peuvent, tout comme les intoxications, avoir un impact négatif sur le développement de la colonie en raison de la modification de la structure d'âges.

4.7.3 Lutte contre Varroa

Lors de l'utilisation d'acide formique et de thymol pour lutter contre les varroas, un surdosage peut provoquer la mort de nombreuses abeilles et détruire le couvain^{13; 115}. Une utilisation correcte permet d'éviter la plupart de ces pertes. Il n'y a qu'avec l'acide formique où, même lors d'une application correcte, on peut enregistrer la perte de quelques abeilles qui éclosent et l'évacuation de larves. De telles pertes n'ont cependant pas d'impact sur la population lors de l'entrée et de la sortie d'hivernage des colonies d'abeilles (voir fig. 7 et 8).

Des résidus importants de Coumaphos dans la cire, comme cela arrive surtout après une utilisation à plusieurs reprises de CheckMite®, peuvent entraver l'élevage de reines saines et engendrer ainsi des problèmes au niveau du développement de la colonie^{120; 121}.

4.8 Champs électriques et électromagnétiques

Les abeilles mellifères sont capables de percevoir les champs magnétiques et électromagnétiques et de les utiliser pour s'orienter. Dans le cadre de plusieurs travaux, différents auteurs ont examiné l'influence de champs magnétiques et électromagnétiques puissants sur le développement de la colonie, mais on n'a pas réussi jusqu'à aujourd'hui à prouver cette influence. Cependant, différents travaux décrivent en partie de grands écarts par rapport au comportement normal sous l'influence de champs électriques à haute tension, à partir de 7 kV/m. Ainsi, par exemple, on a observé une grande agitation, une augmentation de la température à court terme, une agressivité accrue voire même contre des abeilles de la propre colonie et la reine ainsi qu'une forte propolisation de la ruche et du trou d'envol¹⁴⁰⁻¹⁴². Toutefois, des intensités de champs électriques telles que celles précitées ne sont pas atteintes par les lignes à haute tension habituelles. Une augmentation de l'agressivité des abeilles ne peut cependant être exclue à proximité immédiate de ces champs. Le champ électrique en particulier semble influencer les abeilles. Grâce à une cage de Faraday, on a pu atténuer cet effet. Cela n'est pas possible avec un champ électromagnétique, car la cage de Faraday n'a pas d'effet protecteur contre ces champs⁵⁶. Afin d'éviter les effets négatifs sur les colonies d'abeilles, il est déconseillé de les placer à proximité immédiate de lignes aériennes à haute tension.

Les signaux de la téléphonie mobile sont transmis sous forme d'ondes électromagnétiques. D'après les connaissances actuelles, un impact mesurable de ces signaux radioélectriques sur le développement des colonies est plutôt improbable. On manque toutefois d'études fiables en la matière. Cela vaut également pour l'influence des radiations telluriques et les rivières souterraines sur le développement des colonies.



Faucheuse rotative avec conditionneur

Sommaire sur l'environnement

Il ne faut pas sous-estimer l'impact de l'environnement sur le développement des colonies. On a en effet observé que des colonies au patrimoine génétique similaire, mais placés sur des ruchers différents, se développaient différemment. C'est pourquoi le choix de l'emplacement a la priorité dans l'apiculture d'aujourd'hui. Malheureusement, il n'existe que peu d'études qui ont essayé de déterminer les facteurs d'un emplacement exerçant un effet positif sur le développement des colonies.

Les conditions de miellée et le climat jouent un rôle important, surtout pour le développement au printemps. Lors de cas extrêmes, de longues périodes de mauvais temps peuvent engendrer un manque de pollen qui se manifeste au travers d'une réduction de l'élevage de couvain. Un bon approvisionnement en pollen en automne peut aider à surmonter des périodes de disette au printemps.

De mauvaises provisions hivernales dues à la récolte tardive de miellées de forêt ou de la nourriture contenant beaucoup de mélézitose (miel-ciment) peuvent menacer l'hivernage des colonies. Le remplacement de tels rayons par des rayons vides et le nourrissage subsé-

quent avec au moins 10 litres de sirop de sucre permettent d'y remédier.

Les pertes d'abeilles dues à des intoxications provoquées par des pesticides agricoles ont diminué de façon marquante au cours des dernières décennies et ne provoquent que rarement des pertes d'abeilles majeures. Une utilisation inappropriée de varroacides tels l'acide formique ou le thymol peut engendrer des problèmes. C'est pourquoi il est important de se conformer strictement aux instructions du mode d'emploi.

La situation est différente en ce qui concerne les faucheuses-conditionneuses actuelles. L'utilisation de ces appareils peut engendrer des pertes d'abeilles lorsque les parcelles sont en fleurs. C'est pourquoi il est important que les agriculteurs fauchent tôt le matin ou tard le soir afin de limiter tant que possible la perte d'abeilles.

On ne dispose pas aujourd'hui d'indications solides concernant des effets négatifs sur le développement des colonies dus à des champs électriques ou électromagnétiques ou du rayonnement émis par les antennes de téléphonie mobile.

5. Maladies

Les agents pathogènes peuvent, en tant qu'infections simples ou multiples, réduire fortement la durée de vie d'une larve ou d'une abeille. La colonie s'affaiblit ou peut même être décimée en raison d'un manque d'abeilles. Cependant, la colonie dispose également de mécanismes de régulation telle que par exemple la prolongation de la durée de vie des abeilles permettant de compenser, dans certaines conditions, la dynamique de la population de la ruche.

Aussi bien l'abeille elle-même que la colonie dispose de mécanismes de défense sophistiqués contre les maladies³⁸. On trouve la plupart des agents pathogènes dans les colonies saines sans que cela ne porte préjudice au développement de la colonie. Etant donné qu'ils sont très spécifiques à l'hôte, ils sont dépendants des abeilles. C'est la raison pour laquelle cela n'aurait pas de sens s'ils tuaient leur hôte. Les maladies telles que l'acarien des trachées, le noséma, les maladies du couvain et les virus existent dans les colonies depuis des centaines voire des milliers d'années. On observe souvent seulement un affaiblissement et uniquement dans de rares cas une destruction de l'hôte.



Acariens des trachées dans la trachée

5.1 Agents pathogènes et développement des colonies

Les colonies se développent très souvent d'une manière contraire aux attentes de l'apiculteur et n'atteignent pas la force attendue. Les raisons sont multiples. Ainsi, il est très difficile de juger à partir de quel moment on peut qualifier une colonie d'abeilles de malade. En effet, dans une colonie, on trouve en permanence des abeilles infestées par toutes sortes d'agents pathogènes sans que pour autant l'apiculteur le remarque. La plupart du temps, les symptômes cliniques sont le résultat de l'action commune de différents agents pathogènes. Raison pour laquelle ils sont rarement clairs.

A la fin de l'hiver, la colonie compte 5 000 à 15 000 abeilles. Ces dernières doivent accomplir de multiples tâches telles que le maintien de la température au sein de la ruche, les soins au couvain et les activités de récolte.

La maîtrise du passage de la génération d'abeilles d'hiver à la génération d'abeilles d'été dépend fortement de la durée de vie des abeilles d'hiver. Plus celle-ci est longue, plus la mort des abeilles est retardée et meilleur est le développement des colonies d'abeilles au printemps^{149; 155}.

Si les abeilles d'hiver sont en outre infestées par des agents pathogènes ou des parasites, leur durée de vie se réduit de manière drastique. La force de la colonie diminue. Toutefois, la quantité de couvain demeure la même au début du printemps ou augmente même afin de compenser la perte d'abeilles. Ainsi, la charge de soins au couvain par les abeilles croît. Cela peut engendrer un cercle vicieux. Les colonies sortant de l'hivernage essaient en permanence de compenser la perte d'abeilles jusqu'à ce que la colonie dépérisse ou enregistre un revirement de tendance¹¹. Si un nombre restreint d'abeilles doit élever une grande quantité de couvain, les soins peuvent se révéler insuffisants, ce qui favorise le déclenchement de maladies du couvain.

A la fin du printemps, la situation est totalement différente. Après le passage des abeilles d'hiver aux abeilles d'été, la population d'abeilles croît presque de façon exponentielle. En l'espace de peu de temps, le nombre d'abeilles qui éclosent est plus élevé que le nombre d'abeilles qui périssent. Cependant, vu l'intensité des soins au couvain, la durée de vie des abeilles qui ont éclot est plutôt courte. Ces renouvellements rapides des populations rendent extrêmement difficiles la multiplication des agents pathogènes. C'est pourquoi on connaît seulement quelques agents pathogènes (probablement des bactéries de septicémie ou des virus) capables de menacer l'équilibre d'une colonie à cette période de l'année.

5.2 Acariens des trachées

En 1959 déjà, Bailey et Lee⁵ ont montré que le risque qu'une population perde totalement son équilibre en raison d'une infection due à des acariens des trachées au cours de l'hiver ou du printemps augmente uniquement lorsque plus de 50% des abeilles sont infestées par *Acarapis woodi*³ (tabl. 3). Or, une telle infestation ne se produit que rarement. A cette époque, Bailey a évalué celle-ci pour l'Angleterre et le Pays de Galles à en moyenne 2% des colonies d'abeilles. Ceci a été confirmé par Wille au travers d'une étude portant sur deux ruchers et au cours de laquelle le développement des colonies ainsi que l'infestation des trachées ont été examinés sur des années sans qu'une lutte ne soit engagée^{160; 161}. Cependant, la colonie 33 de la figure 23 présentait au printemps 1984 des acariens des trachées dans l'ensemble des abeilles examinées. Les pertes d'abeilles au cours de l'hiver avaient atteint près de 50%. Malgré cela, la colonie a survécu.

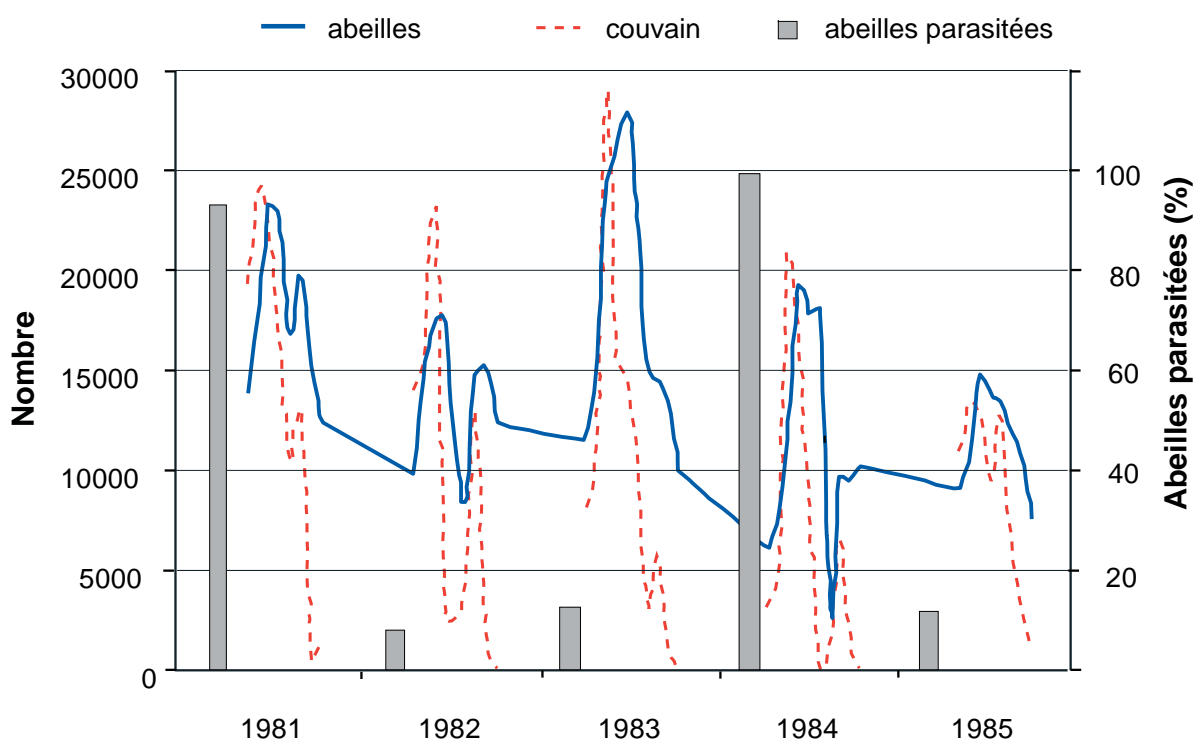


Fig. 23: Infestation par l'acarien des trachées et développement de la colonie

Dans le cadre d'une étude portant sur l'impact d'une infestation par *Acarapis woodi* sur le développement des colonies d'abeilles, on a enregistré entre 1981 et 1985, sur deux ruchers, le développement des colonies et on l'a confronté au taux d'infestation par l'acarien des trachées des abeilles mortes au printemps (Wille et al., 1987; Wille, 1987). Le graphique montre l'exemple représentatif du développement de la colonie 33 et celui de son infestation par l'acarien des trachées. Au printemps 1984, toutes les abeilles mortes avaient été infestées par l'acarien des trachées. En raison de ce taux d'infestation élevé, la population d'abeilles à la sortie de l'hivernage avait diminué de moitié par rapport à celle lors de la mise en hivernage. La colonie n'a pas été décimée, mais s'est rapidement rétablie au printemps grâce aux nouvelles générations d'abeilles. Ensuite, il y a eu des problèmes avec le remplacement de la reine, ce qui a été perçu en été au travers d'un développement de la colonie ralenti.

Abeilles infectées dans l'échantillon (%)	Année							
	1956		1957		1958		1959	
	Nombre de colonies mises en hivernage	Nombre de colonies mortes (%)	Nombre de colonies mises en hivernage	Nombre de colonies mortes (%)	Nombre de colonies mises en hivernage	Nombre de colonies mortes (%)	Nombre de colonies mises en hivernage	Nombre de colonies mortes (%)
0	188	5	170	6	98	18	186	10
1 – 10	46	0	42	14	108	19	29	0
11 – 20	5	0	7	14	12	8	2	50
21 – 30	6	0	8	13	15	33		
31 – 40	3	33	7	0	11	27	1	0
41 – 50			4	75	11	45	1	100
51 – 60	3	33	3	100	5	40		
61 – 70			1	0	5	80		
71 – 80			4	75	6	50	2	100
81 – 90	2	100	4	100	5	100	1	100
91 – 100	1	100	1	100	2	100	1	100

Tab. 3: Infestation par l'acarien des trachées et pertes de colonies

Durant plusieurs années, on a relevé dans plus de 200 colonies d'une région d'Angleterre le pourcentage d'abeilles infestées par *Acarapis woodi* lors de la mise en hivernage. Puis à la sortie d'hivernage, on a déterminé le nombre de colonies décimées. Ce n'est que lors d'un taux d'infestation de plus de 50 % des abeilles lors de la mise en hivernage que les pertes de colonies ont augmenté (Bailey, 1961).

5.3 Varroa

La situation est différente pour le Varroa. Dans l'hémisphère nord, l'hôte (*Apis mellifera*) et le nouveau parasite (*Varroa destructor*), qui ne s'est propagé qu'à partir de la seconde moitié du siècle dernier en Europe, n'ont pas encore atteint un équilibre évolutif en raison de la lutte permanente de l'apiculteur. Si l'on devait abandonner toute lutte, on enregistrerait au début de grosses pertes, comme le montre l'étude réalisée sur l'île de Gotland en Suède^{45; 46} (fig. 24). Sous la pression du Varroa, le nombre de colonies non traitées est passé, au cours des 4 premières années, de 150 à 8 et a augmenté légèrement par la suite. Le développement des colonies survivantes ne correspond cependant pas aux attentes des apiculteurs pour de bonnes colonies de production.

Il existe toutefois des régions où l'hôte et le parasite ont trouvé un équilibre. De Jong et Soares²⁵ ont suivi pendant 12 ans l'infestation par le Varroa de colonies Ligustica non traitées et fraîchement importées sur les îles Fernando de Noronha à 345 km des côtes brésiliennes. Ils ont pu montrer que l'infestation des varroas sur un échantillon de 100 abeilles, qui s'était élevée en moyenne à 25 en 1991, était tombée à 14 en 1996. En France également, on a observé la survie pendant des années de colonies non traitées. La durée moyenne de survie de ces colonies s'est élevée à 6,5 ans. Quelques-unes d'entre elles ont même survécu plus de 11 ans sans traitement⁸⁶.

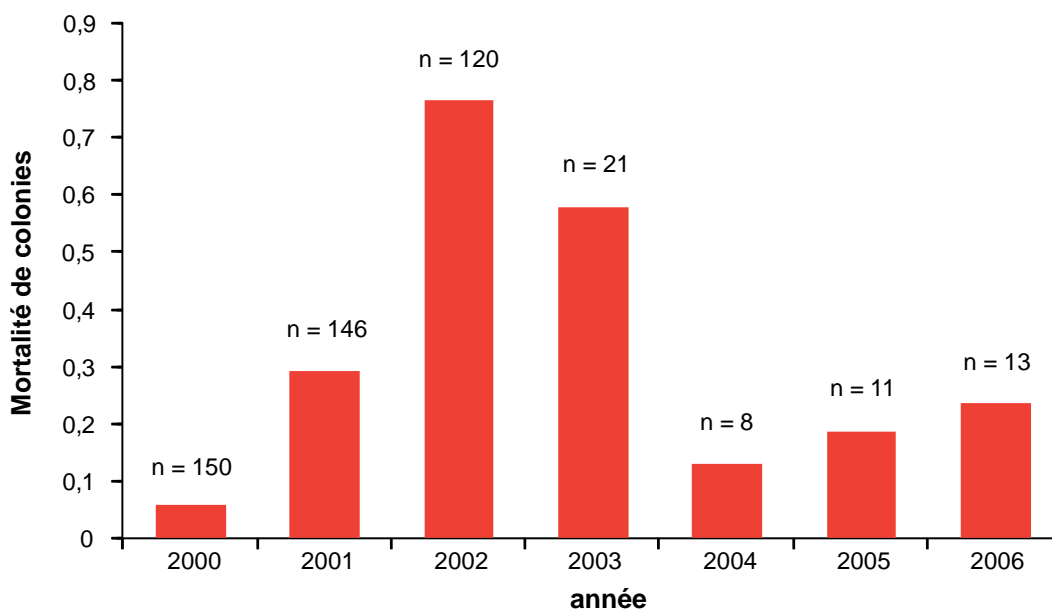


Fig. 24: Chance de survie à long terme malgré une infestation par Varroa

En 1999, au cours d'une expérience scientifique réalisée sur l'île de Gotland en Suède, 150 colonies d'abeilles réparties sur huit ruchers ont été infestées par une population initiale d'acariens d'environ 50 varroas. Ces colonies non exploitées ont été abandonnées à leur sort, seules les provisions ont été surveillées. Afin d'attirer les essaims, on a installé des ruches vides. On n'a pas effectué de traitement contre les varroas (Fries et al., 2006; Fries et al., 2007). Seuls environ 25% des colonies ont survécu au troisième hiver. La cinquième année, on comptait encore huit colonies (n). Deux ans plus tard (2006), 13 colonies ont pu être mises en hivernage. Cet essai montre que dans des zones climatiques plus froides, un équilibre hôte-parasite peut s'établir. Cependant, le développement des colonies qui ont survécu ne correspond pas à ce que l'on attend de colonies de production.

5.4 Virus

On dispose d'indications selon lesquelles les varroas, en combinaison avec certains virus tels que le virus des ailes déformées^{22; 167} ou le virus de la paralysie aiguë, aggravent fortement la situation. La vie des abeilles étant de ce fait tellement raccourcie que cela peut provoquer des pertes de colonies précoces au cours de l'hiver (fig. 25 et 26). C'est la raison pour laquelle une lutte résolue et précoce contre les varroas constitue la meilleure mesure préventive par rapport aux pertes de colonies en hiver. Cependant, des virus peuvent aussi entraver le développement des colonies en d'autres saisons.

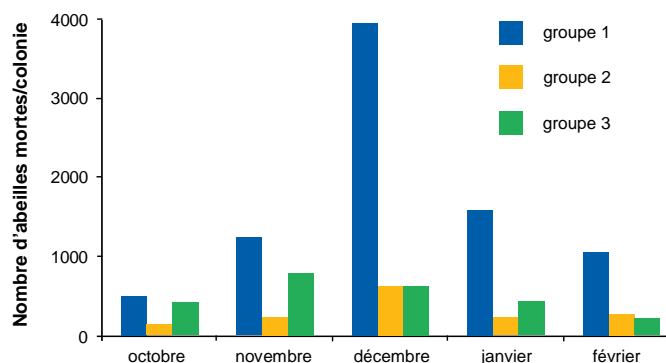


Fig. 26: Infestation par Varroa et mortalité des abeilles en hiver
Au cours de l'étude réalisée par B. Dainat, le groupe non traité 1 (bleu) a présenté un taux de mortalité élevé au cours des mois d'octobre à décembre. Cette diminution massive de la durée de vie des abeilles d'hiver a engendré la perte de la plupart des colonies au cours du mois de janvier. C'est la raison pour laquelle, un traitement précoce contre Varroa est extrêmement important pour un bon hivernage des colonies.

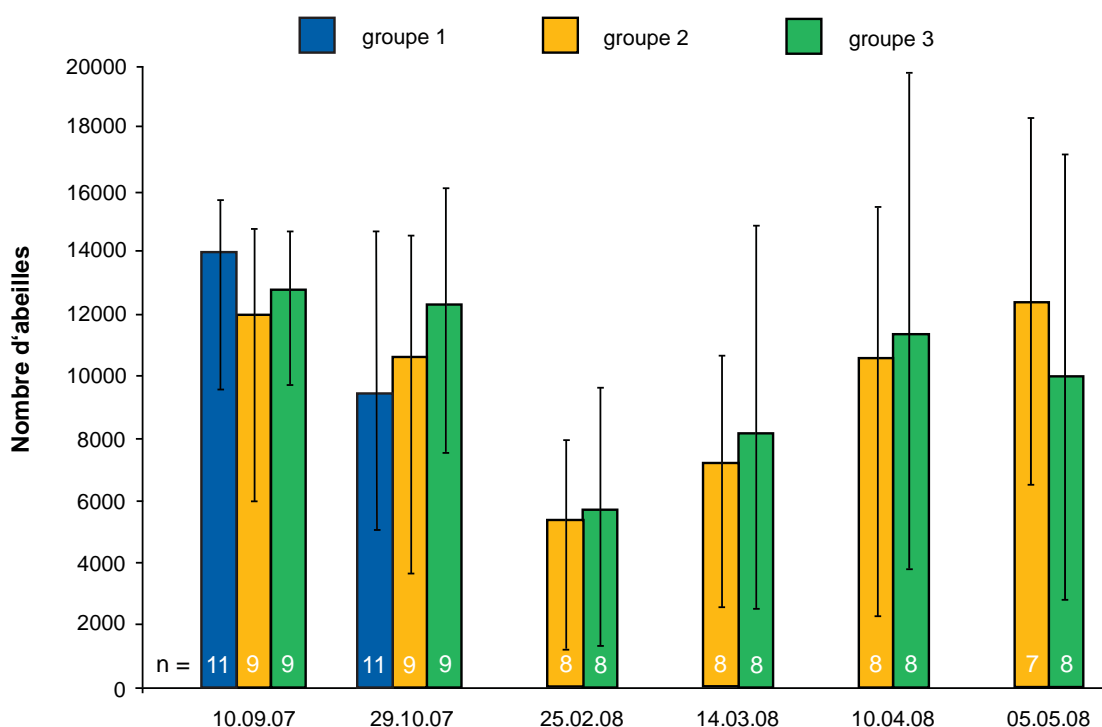


Fig. 25: Infestation par Varroa et problèmes d'hivernage

Au cours de l'hiver 2007/2008, B. Dainat a étudié l'impact d'une infestation élevée par Varroa sur la durée de vie d'abeilles d'hiver. A cette occasion, on a comparé trois groupes de colonies présentant des taux d'infestation différents (début août, les colonies des groupes 1, 2 et 3 présentaient une chute naturelle moyenne de 14.4, 9.4 et 2.9 acariens par jour). Les groupes 1 et 2 étaient en outre fortement touchés par le virus des ailes déformées (DWV) et le groupe 3 (groupe témoin) n'était initialement que peu touché par les virus. Le groupe 1 n'a pas reçu de traitement contre les varroas. Les colonies des deux autres groupes ont reçu un traitement à l'acide formique en août et en septembre (traitement à long terme avec le diffuseur FAM) et à l'acide oxalique (vaporisation) en novembre. A la fin de février, toutes les colonies non traitées du groupe 1 ont été décimées. Une grande partie des colonies traitées des groupes 2 et 3 ont passé l'hiver, bien que dans le groupe témoin (groupe 3) on ait encore enregistré une invasion en automne. Afin d'éviter des pertes de colonies en hiver dues à Varroa, des mesures de lutte contre Varroa précoces et efficaces sont très importantes.

5.5 Bactéries chez les abeilles

D'autres agents pathogènes peuvent également provoquer des problèmes lors du développement des colonies. Wille et Pinter¹⁶³ ont rapporté qu'en mai 1960 et en 1961 surtout, ont enregistré un accroissement des pertes de colonies lors desquelles les populations d'abeilles se sont effondrées en quelques jours. Dans de nombreux échantillons d'abeilles analysés, on n'a trouvé ni noséma ni acariens des trachées et une intoxication a aussi pu être exclue. Cependant, les chercheurs ont mis en évidence auprès de nombreuses abeilles examinées une septicémie, à savoir une forte infection de bactéries dans le sang. Certaines de ces bactéries nocives ont pu être isolées et testées ensuite sur des abeilles saines. Il en est ressorti que des souches, qui à cette époque-là n'avaient pas pu être identifiées, décimaient une grande partie des abeilles infectées en l'espace de quelques jours (fig. 27). Aux Etats-Unis, en 1928 déjà, Burnside¹⁹ rendait une septicémie avec la bactérie *Pseudomonas apisepticus* responsable de grandes pertes de colonies.

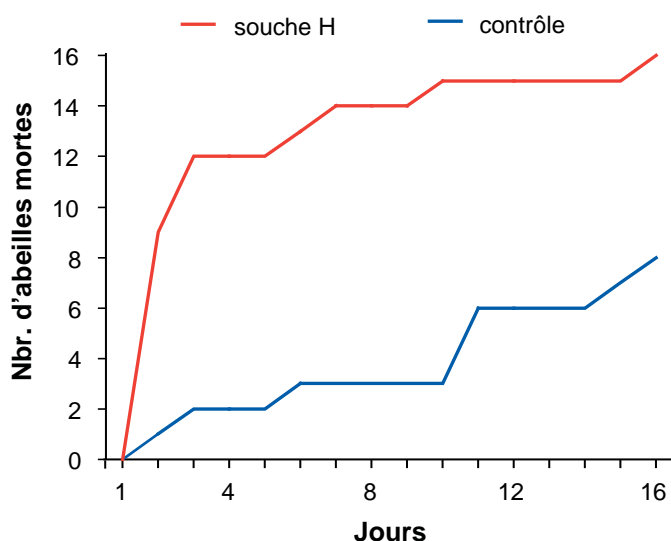


Fig. 27: Septicémie bactérienne et durée de vie

Dans le sang d'abeilles mortes à la suite d'une septicémie, on a trouvé une bactérie non identifiée (souche H). Vingt abeilles en bonne santé ont été plongées dans une suspension bactérienne de la souche H et nourries ensuite jusqu'à leur mort dans une cagette de Liebfeld avec du sirop de sucre (1:1). Les abeilles du groupe de contrôle ont été plongées dans de l'eau propre. En ce qui concerne le groupe dont les abeilles avaient été plongées dans une suspension bactérienne, 60% des abeilles sont mortes au cours des deux premiers jours alors que, pour le groupe de contrôle, seuls 10% des abeilles sont mortes (Wille et Pinter, 1961). Des bactéries septicémiques peuvent infecter les abeilles au travers des trachées et provoquer une mort rapide. Si l'infestation est importante, cela peut engendrer une prompte diminution de la population d'abeilles.

5.6 Infections multiples

Wille^{147, 148} a montré lors de différents travaux, qu'au printemps surtout, on trouvait en même temps aussi bien dans des colonies saines, affaiblies ou décimées, différents agents pathogènes tels que le Noséma, une septicémie, des rickettsioses, des acariens et probablement aussi des virus⁴⁸. Dans le cadre d'une étude réalisée avec 8 colonies, il a pu montrer que, lors d'infections multiples au printemps, il existait une corrélation statistique certaine entre la durée de survie moyenne des abeilles et le pourcentage d'abeilles malades. Cela signifie que des infections multiples sont en mesure de raccourcir la durée de vie des abeilles, ce qui, selon la situation au printemps, peut engendrer à nouveau des phases critiques lors du développement de la colonie (fig. 28). Dans le cas où un seul agent pathogène a été trouvé, il n'a pas été possible de mettre en évidence un raccourcissement de la durée de vie. Une étude consacrée à des colonies affaiblies ou décimées ne devrait pas être limitée à un seul agent pathogène. Aujourd'hui, on manque encore d'informations importantes au sujet de l'épidémiologie de ces agents pathogènes, de leur interaction ainsi que des possibilités de défense des abeilles.

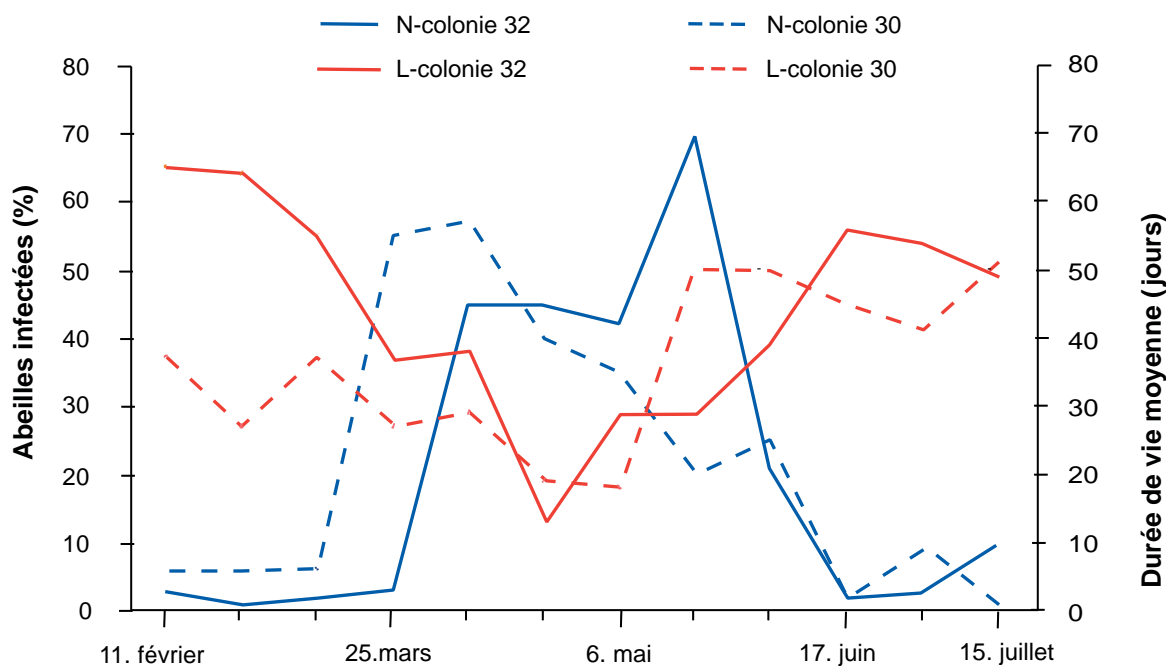
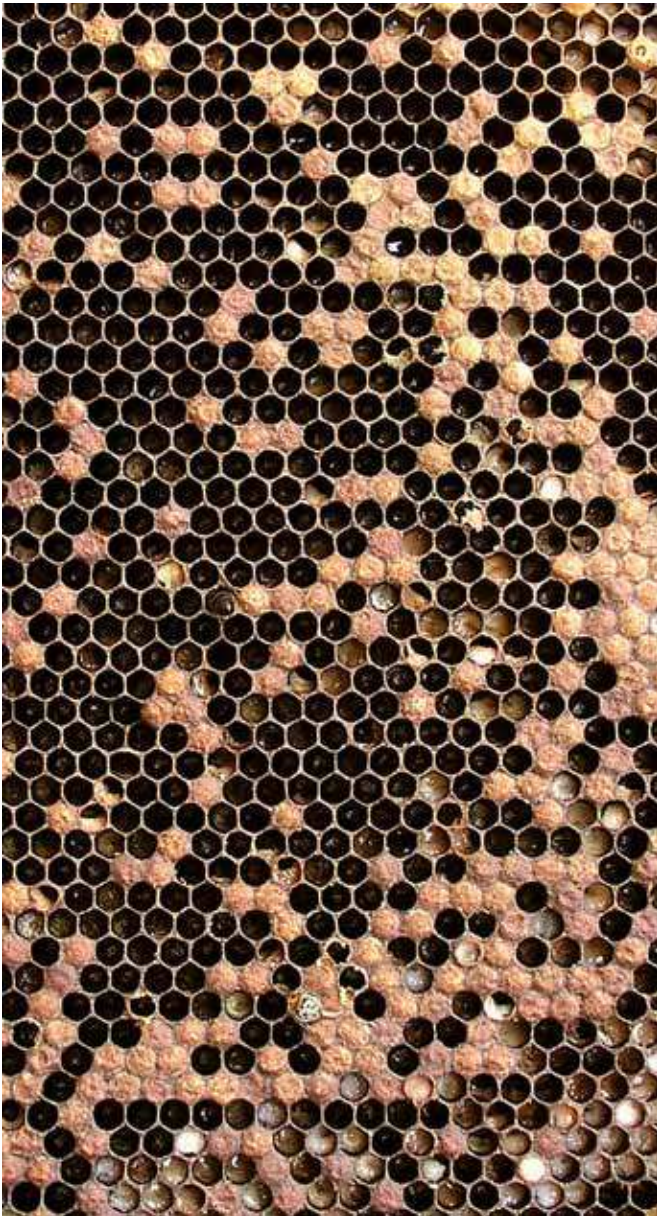


Fig. 28: Infections multiples et diminution de la durée de vie

Au printemps, il peut arriver que les colonies d'abeilles soient infectées par plus d'un agent pathogène et touchées par des infections multiples avec différents agents pathogènes tels que le noséma, des acariens des trachées, des bactéries, des rickettsies et des virus. Au printemps de l'année 1969, on a prélevé à intervalles réguliers des échantillons d'abeilles vivantes dans les colonies 30 et 32. Une moitié de l'échantillon a été utilisée pour l'analyse des agents pathogènes précités (à l'exception des virus). Avec l'autre moitié de l'échantillon d'abeilles, on a déterminé la durée de vie moyenne des abeilles dans une cagette de Liebfeld placée dans un incubateur. Lors d'infections multiples avec noséma et d'autres agents pathogènes (N), la durée de vie (L) a diminué (Wille, 1967 ; Wille, 1973). Dans ces conditions, une pénurie de nourrices peut survenir augmentant le risque de maladies du couvain dans les colonies.



Nid à couvain lacunaire, infection par la loque européenne

5.7 Maladies bactériennes du couvain

On ne dispose pratiquement d'aucune information au sujet de l'influence des maladies du couvain sur le développement des colonies étant donné que la loque européenne tout comme la loque américaine doivent obligatoirement être combattues et les colonies touchées devant être éliminées immédiatement après le diagnostic. Cependant, des années d'expériences en matière de recherche épidémiologique sur la loque européenne ont montré que la forme de loque européenne présente actuellement en Suisse peut considérablement perturber l'élevage du couvain. Dans de nombreux cas, le manque de renouvellement en abeilles peut être tellement important que les colonies fortement affaiblies ne peuvent plus se défendre, sont pillées et décimées. On observe cependant parfois aussi des guérisons spontanées sur des colonies sans que cela n'ait d'impact mesurable sur le développement de la colonie. Le dépistage précoce de la maladie et une lutte prompte contre celle-ci sont très importants du point de vue épidémiologique. Ceci représente la seule façon d'empêcher une diffusion à large échelle des deux maladies du couvain qui entraînent, dans la plupart des cas, des effets fortement négatifs sur le développement de la colonie. Ces effets n'apparaissent toutefois souvent qu'à partir de la deuxième ou troisième année d'infection ^{6 ; 41 ; 44 ; 47 ; 55 ; 127}.



Ecaille de loque américaine

Sommaire sur les maladies

Des agents pathogènes peuvent perturber l'équilibre de la dynamique d'une population d'une colonie d'abeilles ou, dans les cas extrêmes, anéantir les colonies. Ces situations critiques se produisent surtout à la fin de l'hiver ou au printemps. La colonie dispose toutefois de divers mécanismes de défense permettant de prévenir un tel effondrement. L'apiculteur peut lui aussi y contribuer grandement au travers de sa conduite apicole. Les conditions à remplir sont une bonne hygiène, une lutte efficace et effectuée à temps contre les varroas ainsi qu'un emplacement favorable pour les abeilles. Un bon comportement hygiénique des abeilles peut également être favorisé au travers de l'élevage.

6. Mesures apicoles

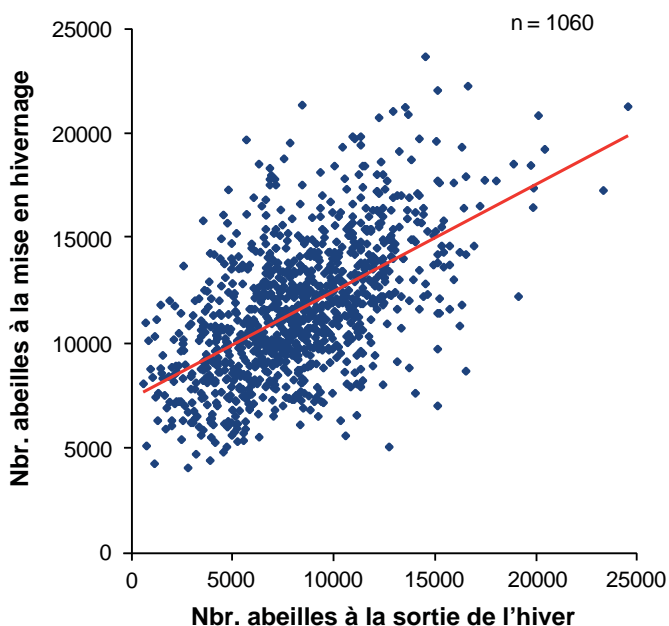
6.1 Mise en hivernage et sortie d'hivernage

Après avoir atteint le paroxysme de son développement entre mi-juin et début juillet, la population d'abeilles recule fortement. En trois semaines, elle diminue de 30 à 70%^{154; 158}. Le lien étroit entre l'élevage du couvain et la population d'abeilles, observé jusqu'au moment où la population atteint son paroxysme, n'est ensuite plus observable. La longévité de la reine et des abeilles d'hiver, les provisions de nourriture dans les rayons et les réserves corporelles des ouvrières permettent l'hivernage de la colonie (cf. 2.1.2 «Modèle de régulation pour les abeilles d'été et d'hiver»).

6.1.1 Développement des colonies à la fin de l'été

Plus une colonie est forte en été, plus elle perdra d'abeilles ultérieurement. La force d'une colonie oscille à la fin septembre entre 8 000 et 15 000 individus. Jusqu'à la pause hivernale en novembre, elle perd encore 2 000 à 3 000 abeilles¹⁵⁴. Il s'agit en général des dernières abeilles d'été qui quittent la colonie. Alors que dans les colonies de production, la population se réduit fortement en août, les jeunes colonies atteignent, peu de temps avant l'entrée en hivernage, le maximum de leur population. Les plus petites colonies et celles avec des jeunes reines élèvent en automne davantage de couvain que les grandes colonies^{2; 43; 99} (cf. chapitre 6.7).

L'éclosion des abeilles d'hiver varie d'année en année. Parfois, elles apparaissent déjà en juillet, parfois seulement en août et la majorité en septembre. Ainsi, à l'approche de l'automne, la proportion d'abeilles d'hiver augmente constamment¹¹⁷. Les abeilles d'hiver, qui ont une plus longue durée de vie, séjournent en automne sur les rayons, mangent du pollen et participent peu aux soins automnaux du couvain et à l'activité de récolte. Ce n'est que vers la fin de l'hiver qu'elles reprennent les tâches de soins au couvain, vont butiner et meurent petit à petit au printemps¹⁵⁴ (cf. chapitre 2).



Colonies à la fin de l'hiver

Selon divers travaux de recherche, une forte dépendance a été observée entre la force d'une colonie à la mise en hivernage et la force à la sortie de l'hivernage^{43; 92}. Autrement dit, plus une colonie est forte à l'entrée en hivernage, plus la probabilité est grande qu'elle se développera rapidement au printemps (fig. 29, 30 et 31). L'apiculteur devrait donc déterminer, déjà avant le nourrissage, quelles colonies hiverneront. La force minimale d'une colonie pour passer l'hiver dépend entre autres du site et se situe entre 5 000 et 8 000 abeilles⁹⁹. Les colonies saines plus faibles peuvent être réunies ou renforcées par un nucléus. Il est préférable d'anéantir avant l'hivernage les colonies trop affaiblies et dont l'état de santé laisse à désirer. La taille du couvain à la fin de l'été ne peut pas être considérée comme un indicateur d'une population d'hiver importante, car il est possible qu'une grande partie des abeilles soit des abeilles d'été qui mourront avant l'hiver. Pour garantir un

Fig. 29: Mise en hivernage et sortie d'hivernage des colonies d'abeilles – Valeurs individuelles.

De 1979 à 2006, le Centre de recherches apicoles a relevé sur 32 emplacements en Suisse la population à la mise en hivernage et à la sortie de l'hivernage de 1060 colonies. Il existe une interdépendance significative entre la mise en hivernage et la sortie d'hivernage (début octobre / deuxième moitié de mars).

On peut donc affirmer que plus les colonies sont fortes à la mise en hivernage, plus elles sortiront de l'hivernage dans de bonnes conditions ($P < 0.001$; $r^2 = 0.52$). Cette règle peut toutefois être remise en question par des maladies ou une mauvaise nourriture, mais il n'en reste pas moins que les colonies fortes ont de plus grandes chances de survie lors de mauvaises conditions.

hivernage dans de bonnes conditions et un développement rapide au printemps, les colonies devraient disposer d'au moins 10 000 abeilles ou davantage à la mise en hivernage. Si les colonies sont affaiblies à cause d'une miellée tardive, l'apiculteur devrait garder, avant l'entrée en hivernage, uniquement les colonies présentant une population de plus de 5 000 abeilles. Dans un tel cas, il ne faudrait pas renforcer les colonies de production avec de jeunes colonies, mais attendre le printemps.

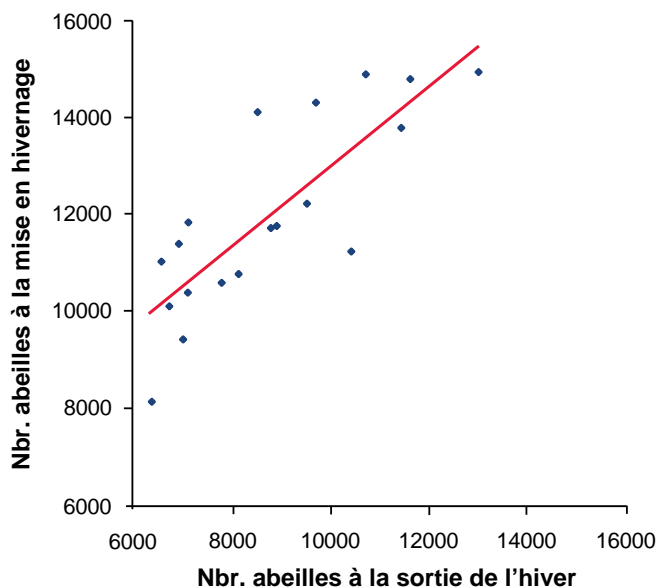


Fig. 30: Mise en hivernage et sortie d'hivernage des colonies d'abeilles – Valeurs moyennes annuelles.

En faisant une moyenne annuelle avec les valeurs indiquées dans la figure 28 ($n = 7 - 186$), on obtient aussi une forte interdépendance entre la population à la mise en hivernage et celle à la sortie d'hivernage ($P < 0.001$; $r^2 = 0.66$). Les grandes différences entre les années sont toutefois étonnantes. Elles sont probablement dues aux influences de l'environnement.

6.1.2 Sortie d'hivernage

Après la pause hivernale - qui est une période pratiquement sans couvain - les reines recommencent à pondre des œufs fin janvier, début février. Elles ont leur propre rythme de ponte: les phases intensives alternent avec des périodes moins intensives. Les facteurs déclencheurs de la ponte ne sont, semble-t-il, ni les conditions météorologiques ni celles de la miellée. Il semble plutôt que les colonies soient soumises à un programme déterminé génétiquement qui est par ailleurs influencé par une multitude de facteurs extérieurs¹⁵⁸ (cf. chapitre 2).

A partir de mars, les abeilles d'hiver restantes doivent fournir un travail énorme pour le démarrage de la colonie. Afin que le remplacement des abeilles d'hiver par les abeilles d'été se fasse dans les meilleures conditions possibles, les abeilles d'hiver doivent être en mesure d'élever suffisamment de couvain. Pour les colonies faibles, il s'agit d'une charge de travail particulièrement importante étant

donné que, pour atteindre le taux de croissance nécessaire, elles doivent élever davantage de couvain que les colonies fortes⁴³. Lors de cette phase de transition, divers facteurs, parfois dépendants les uns des autres, jouent un rôle important dans le développement de la colonie, par exemple la force de la colonie, les performances de la reine, les apports alimentaires internes et externes, les maladies et les conditions météorologiques.

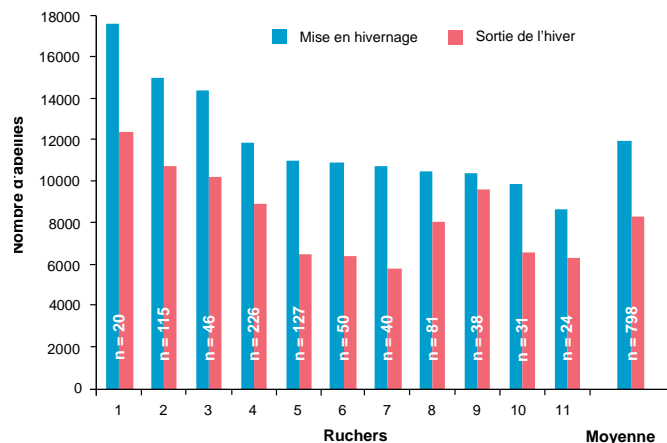


Fig. 31: Mise en hivernage et sortie d'hivernage des colonies d'abeilles – Différences dues à l'emplacement.

Les différences entre les populations moyennes à la mise en hivernage et à la sortie d'hivernage de 11 ruchers - dont certains sont présents dans l'essai pendant plusieurs années ($n = 20 - 226$) sont significatives ($p < 0.01$). Celles-ci attestent de l'influence de l'emplacement considéré sur le développement de la colonie.

Au printemps, l'apiculteur compte sur une augmentation progressive de la force de ses colonies. Si le développement printanier des colonies traîne, il soupçonne très vite des maladies ou des conditions climatiques déplorables d'en être la cause et se pose rarement la question de savoir si la population d'abeilles d'hiver est vraiment en mesure de garantir une croissance rapide de la population. La durée de survie des abeilles d'hiver au printemps et la rapidité de disparition de celles-ci jouent à ce propos un rôle déterminant. Or, si la durée de vie moyenne tombe en dessous de 30 jours, il s'ensuit déjà un développement lent, ce qui a pu être démontré au moyen de modèles de calcul. La lente disparition des abeilles d'hiver au printemps est déterminante pour un renforcement rapide de la colonie au printemps. Autrement dit, il est nécessaire que le plus grand nombre possible d'abeilles d'hiver subsistent le plus longtemps possible au printemps. A cela s'ajoute qu'au printemps le taux d'éclosion du couvain n'atteint très souvent que 75 à 80%. En cas de pénurie de pollen due à une période de mauvais temps, ce taux peut encore baisser (cf. paragraphe 2.1.8).

Afin de pouvoir exploiter efficacement une miellée de printemps, il faudrait, sous nos latitudes, que les colonies comptent au moins 20 000 individus début mai. Et cela n'est pos-

sible que si, à la sortie de l'hivernage, les colonies disposent de plus de 10'000 abeilles d'hiver. Par ailleurs, en mars et début avril, la reine doit être en mesure de pondre en moyenne 500 à 750 œufs par jour et le taux d'éclosion doit être supérieur à 60%. Pour soigner ce couvain, il faut au moins 12'000 abeilles et la durée de vie de la nouvelle génération doit s'élever au minimum à 30 jours. Pour pouvoir élever en peu de temps la quantité nécessaire de couvain, il est primordial d'avoir une bonne disponibilité en protéines (réserves corporelles, provisions de pollen et récolte de pollen). Si la miellée de printemps n'est utilisée qu'en tant que miellée pour le développement de la colonie et que celle-ci doit être à son apogée pour la miellée de forêt, cela est aussi possible avec des colonies plus faibles de 8'000 à 10'000 abeilles d'hiver au sortir de l'hivernage ¹⁵⁰⁻¹⁵².

Facteurs aggravant supplémentaires, diverses maladies affaiblissent les colonies au printemps. Très souvent, des infections bactériennes mixtes ou des infections provoquées par des champignons écourtent la durée de vie des abeilles d'hiver, par exemple le noséma qui joue un rôle important.

Selon Wille ¹⁵³, une augmentation de 3 à 4% d'abeilles malades réduit la durée de vie moyenne des abeilles en mars de 10 jours. En avril et en mai, il faut 10% d'abeilles malades pour atteindre une telle réduction de la durée de vie moyenne. Plus la proportion d'abeilles atteintes du noséma en cas d'infections mixtes est élevée, plus la durée de vie sera courte (fig. 28). Des pertes de ce type surviennent surtout entre la mi-avril et la mi-mai. La pénurie d'ouvrières se fait ressentir seulement quelques semaines plus tard, lorsque la colonie ne parvient plus à compenser par l'élevage du couvain le manque d'ouvrières dues au raccourcissement de leur durée de vie.

6.2 Apport en glucides

6.2.1 Nourrissement

Grâce aux réserves de nourriture stockées, les colonies d'abeilles sont en mesure de survivre aux périodes sans miellée accompagnées de conditions météorologiques défavorables. Les réserves de nourriture sont importantes pour passer l'hiver, mais encore plus nécessaires au sortir de l'hivernage et lors du développement printanier, puisqu'une proportion considérable des provisions hivernales n'est utilisée qu'après la reprise de l'élevage du couvain. Pendant cette période, le manque de nourriture peut perturber l'élevage du couvain et porter préjudice au développement de la colonie. S'il n'y a plus de nourriture ou si les abeilles perdent le contact avec les réserves de nourriture en hiver, la colonie mourra en l'espace de quelques jours, voire de quelques heures.

Après le nourrissement, les colonies en ruche divisible à un corps devraient disposer à la mi-septembre de plus de 16 à 18 kg de provisions hivernales dans les conditions suisses, celles avec deux corps de plus de 23 kg.



Nourrissement avec nourrisseur couvre-cadres

Les miels de miellat, de châtaignier et de bruyère ne conviennent pas comme provisions hivernales en raison de leur teneur élevée en substances minérales. Ils devraient donc être retirés avant le nourrissement. En revanche, les colonies d'abeilles peuvent parfaitement passer l'hiver avec des réserves de miel de fleurs. Les avis divergent quant à la convenance comme provisions hivernales des miels avec une teneur élevée en glucose, qui ont l'inconvénient de cristalliser dans les rayons (par exemple, miel de colza, de dent-de-lion ou de tournesol) ⁶⁰.

Ce sont les produits liquides qui sont les mieux adaptés au nourrissement automnal. Aucune influence négative n'a été observée dans le cas du nourrissement avec de la pâte nourrissante dont la prise par les abeilles est plus lente. Il est par contre déconseillé de donner de la pâte nourrissante à base de sucre cristallisé dans une solution de sucre

inverti étant donné que dans des essais en laboratoire, on a observé une réduction de la durée de vie des abeilles ⁴⁹. L'eau sucrée préparée à partir de sucre raffiné cristallisé (saccharose) peut être préparée par l'apiculteur lui-même. Qu'il s'agisse d'un rapport 1:1 ou 3:2 importe peu. Quant au sucre non raffiné, il contient trop de sels minéraux qui ne sont pas digérés par les abeilles pendant l'hivernage ⁴.

Les différents sirops de sucre prêts à l'emploi peuvent être achetés dans les commerces spécialisés. Les sirops de sucre inverti en particulier, fabriqués par hydrolyse enzymatique du saccharose, ont eu de bons résultats dans la pratique. Ils se composent de fructose, de glucose et de saccharose en diverses proportions. Leur composition en sucres est donc comparable à celle du nectar ou du miel.

Depuis quelques années, on trouve de plus en plus souvent du sirop de maltose (hydrolysate d'amidon ou sirop à base d'amidon) vendu comme nourriture pour les abeilles. Ce sirop est intéressant en raison surtout de son prix économique et de sa longue conservabilité. Comme son nom l'indique, il contient, en plus de fructose, de glucose et de divers polysaccharides, principalement du maltose et est fabriqué par hydrolyse enzymatique à partir d'amidon de maïs et de blé. On a longtemps craint que le maltose contenu, qui se compose de deux molécules de glucose, puisse lors de la transformation des provisions hivernales se scinder en glucose sous l'action de l'invertase, ce qui aurait conduit à la cristallisation des provisions hivernales dans les rayons. Des analyses chimiques des provisions hivernales ont toutefois montré que seule une partie du maltose contenu se transforme en glucose 139 (fig. 32 et 33). Etant donné que la part de glucose ne s'accroît pas forcément beaucoup, une cristallisation de la nourriture n'est pas à craindre. Un grand nombre d'expériences pratiques ont montré que le sirop de maltose convient aussi bien comme provisions hivernales qu'une solution de sucre inverti et que le développement de la colonie n'en est pas influencé négativement ^{96-98 ; 100}.

Pour éviter la cristallisation du glucose dans les provisions hivernales, aucune valeur limite ne peut malheureusement être fixée car la tendance à la cristallisation dépend de différents facteurs physiques qui s'influencent mutuellement. Il faut cependant faire attention à partir d'une concentration de plus de 30g/100g de sirop ou dans le cas d'un rapport glucose/eau de plus de ^{1,7 58 ; 105}.

A l'exception du saccharose, les chercheurs ont constaté dans des essais effectués en laboratoire et en champ que la distribution de divers types de sucre comme le fructose ou le glucose sous forme solide ou dissoute ne convient pas en tant que nourriture. Ces solutions ont écourté la durée de vie des abeilles ou ont entraîné une cristallisation des réserves, ce qui a provoqué des pertes de colonies en hiver alors que les rayons étaient pleins ^{49 ; 51}.

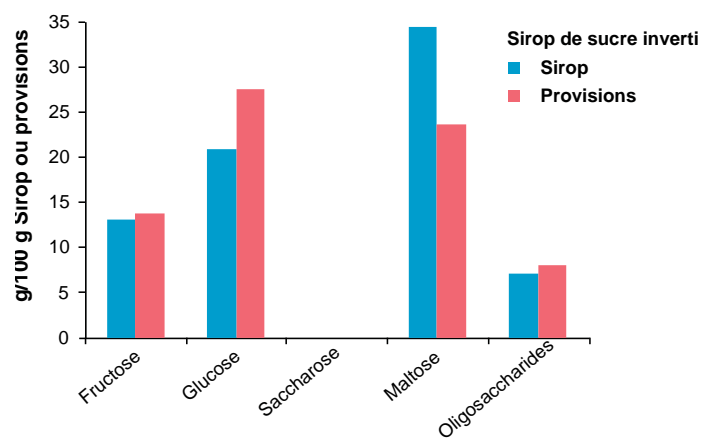


Fig. 33: Transformation du sirop de maltose en provisions hivernales.

Le sirop de maltose ne contient aucun saccharose, en revanche il contient, selon le produit, plus de 30% de maltose. D'après les essais effectués, seule une partie du maltose est transformée en glucose et sa teneur dans les provisions hivernales reste cependant en dessous d'une concentration critique. Des teneurs élevées en glucose peuvent, lors de conditions défavorables, conduire à la cristallisation des provisions. Les expériences ont montré que les colonies peuvent bien hiverner avec du sirop de maltose (Liebig, 2000 ; von der Ohe et Schönberger, 2002 ; Liebig, 2006) (graphique modifié selon von der Ohe et Schönberger, 2002).

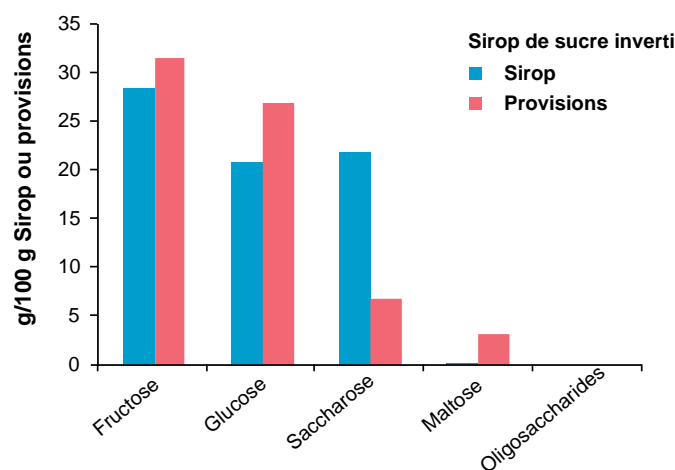


Fig. 32: Transformation du sirop de sucre inverti en provisions hivernales.

La composition du sirop de sucre inverti n'est pratiquement pas modifiée lors de son stockage en tant que provisions hivernales. Seul le saccharose est décomposé en fructose et en glucose. La composition en sucres des provisions hivernales est semblable à celle d'un miel de fleurs, ce qui garantit donc un hivernage dans de bonnes conditions (von der Ohe et Schönberger, 2002) (graphique modifié selon von der Ohe et Schönberger, 2002).

Vu que la composition de la nourriture pour les abeilles varie considérablement, leur convenance comme provisions hivernales doit être évaluée de cas en cas. Il faut tenir compte en particulier des caractéristiques suivantes:

- faible proportion de polysaccharides (oligo et polysaccharides)
- exempt de germes
- pas fermenté
- teneur en substances minérales (teneur en cendres) inférieure à 0,1 g / 100 g
- teneur HMF inférieure à 30 mg/kg 76
- exempt de souillures et de colorants
- pH faiblement acide à neutre (pH 4 – 7)



Grattage d'un cadre de provision

Villumstad a décrit un essai intéressant de nourrissage et simultanément de renouvellement des cadres ¹³⁸. Lorsqu'après la miellée de bruyères il n'y avait plus de couvain (fin septembre), il a enlevé dans un groupe de colonies tous les cadres de corps et les a remplacés par des cires gaufrées. Ensuite, il a nourri les colonies avec du sirop de sucre. Le groupe témoin a été nourri et a hiverné sur les anciens cadres à couvain. Les colonies, qui pendant le nourrissage ont renouvelé leurs rayons, ont hiverné tout aussi bien que le groupe témoin. De même, il n'a constaté aucune différence au niveau du développement printanier ni du rendement en miel entre les colonies. Les colonies sur les nouveaux rayons étaient peu contaminées par le noséma et ont consommé moins de provisions hivernales que celles sur les vieux rayons.

6.2.2 Nourrissage stimulant

Durant les périodes où le nectar est peu abondant, de nombreux livres spécialisés recommandent, depuis le début du siècle dernier, de nourrir les colonies d'abeilles régulièrement, mais pas trop abondamment, de sorte à stimuler l'activité de récolte lors de la miellée naturelle. Par ce nourrissage stimulant, la reine est supposée pondre davantage d'œufs. Cette activité accrue de l'élevage du couvain devrait entraîner une augmentation de la population d'abeilles et ainsi permettre une meilleure utilisation de la miellée et un meilleur hivernage. On peut se demander dans quelle mesure la population d'abeilles est influencée par des mesures de soins comme le nourrissage stimulant. Depuis les années 40 du siècle passé, on étudie celui-ci dans le cadre de divers travaux de recherche.



Nourrissage stimulant dans une ruche suisse

Nourrissage stimulant au printemps avec des solutions sucrées

C'est Butler qui a réalisé les premiers essais scientifiques à ce sujet en 1946 en nourrissant des groupes de colonies avec du sirop de sucre concentré, du sirop de sucre dilué ou un mélange de succédané de pollen et de sirop de sucre ²⁰. Les groupes de colonies nourries ainsi n'ont montré aucune augmentation de l'élevage de couvain ni aucun développement plus rapide de la colonie par rapport aux colonies témoin sans nourrissage stimulant. Les colonies nourries avec du sirop concentré semblaient même se développer moins bien que les colonies témoins. Butler estima donc que le nourrissage stimulant de printemps était un gaspillage de nourriture.

Dans le cadre des études menées à Liebefeld 65 au début des années 1980, les chercheurs ont testé des sirops de sucre prêts à l'emploi disponibles dans le commerce, du sirop de sucre 1:1 et des sirops de sucre additionnés de protéines comme nourrissage de printemps. Les sirops du commerce et les solutions d'eau sucrée ont tous été bien tolérés par les abeilles. Le nourrissage n'a entraîné

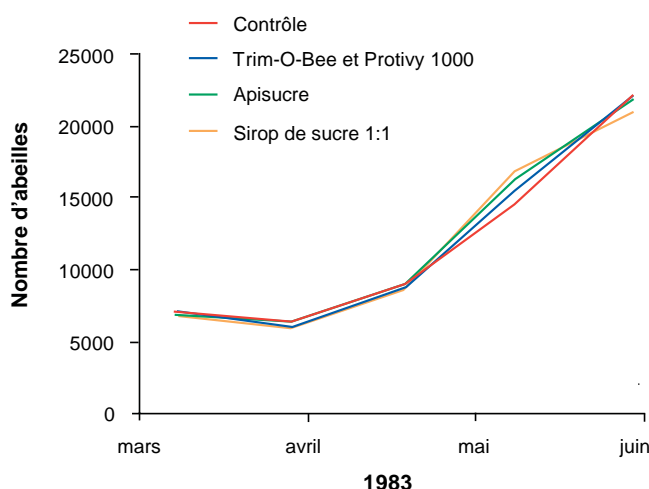
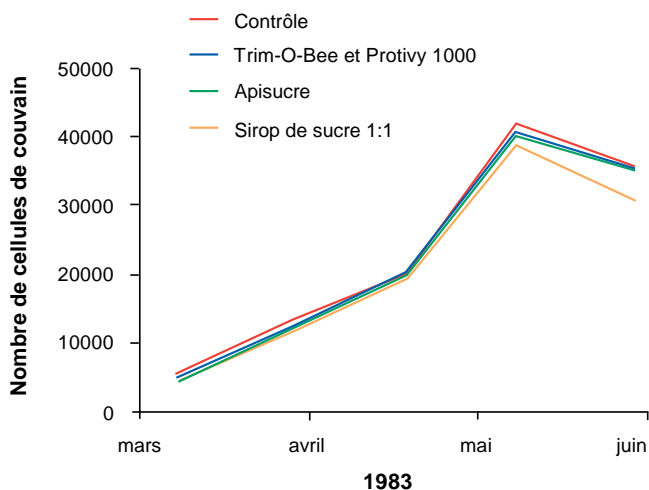


Fig. 34 et 35: Nourrissage stimulant au printemps et développement de la colonie.

Au printemps 1983, 4 solutions pour nourrissage stimulant ont été testées quant à leur influence sur le développement des colonies dans des groupes de colonies avec chacun 8 colonies:

– Témoin: sans nourrissage; – Trim-o-Bee: 0,3 l de solution sucrée à 75% et 3 g de Protiviv 1000 ;

– Apisucré: 0,3 l de solution sucrée à 75%; –sirop de sucre: dans un rapport de 1:1, 0,5 l

Les colonies ont été nourries deux fois par semaine, du 11 mars au 15 avril pendant 5 semaines. Aucune différence n'a été relevée en ce qui concerne le développement du couvain (fig. 34) et le nombre d'abeilles (fig. 35) entre le témoin sans nourrissage et les colonies ayant reçu l'une de 4 solutions de nourrissage stimulant. La répétition de l'essai a confirmé ces résultats (Imdorf et al. 1984a).

aucune augmentation de l'élevage du couvain ni de la population d'ouvrières, comparé aux colonies témoin n'ayant pas reçu ce type de nourrissage (fig. 34 et 35). Les colonies nourries n'ont pas été stimulées à récolter davantage de pollen ni à augmenter la récolte de miel. Les colonies nourries avec de l'eau sucrée additionnée de protéines se sont développées sensiblement moins bien que les autres groupes, ce qui est peut-être à mettre sur le compte de la fermentation de la nourriture.

Nourrissage stimulant au printemps par la désoperculation des cadres de provisions

En plus du nourrissage stimulant liquide, le grattage ou la désoperculation des rayons de provisions a aussi une longue tradition dans le cadre des mesures de stimulation du couvain. Liebig⁹⁰ a étudié l'influence de ces mesures sur le développement des colonies au moment de la floraison des prairies. Un ou plusieurs grattages des rayons de provisions n'a entraîné aucune augmentation de la consommation de nourriture ni d'extension plus rapide du nid à couvain ni même d'amélioration du développement des colonies (fig. 36). Dans le même essai, Liebig a étudié les effets d'un nourrissage stimulant au moyen d'un nourrisseur cadre et de la stimulation par le retournement de 180° de la deuxième chambre à couvain. Ces mesures n'ont pas non plus apporté d'amélioration, comparé aux colonies témoin.

Nourrissage stimulant à la fin de l'été

Si la population d'abeilles pouvait être contrôlée par de simples mesures de soins, les phases critiques survenant au cours de l'année apicole pourraient être atténuées. Déjà dans le cadre d'une étude menée en 1979, Wille a démontré que le nourrissage stimulant de la fin de l'été n'a pas

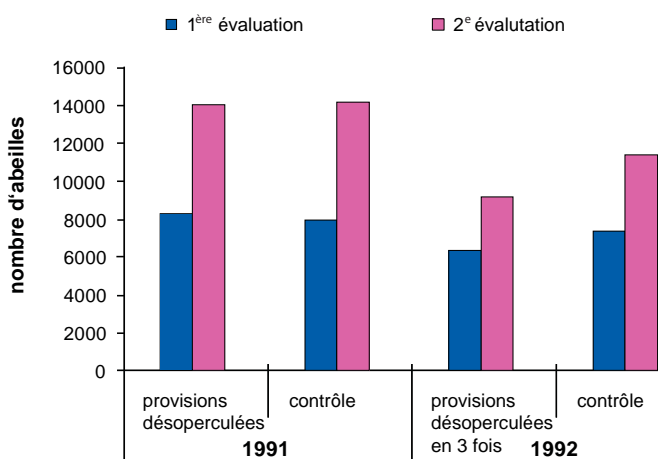


Fig. 36: Désoperculatin des provisions et développement de la colonie.

Il ressort d'essais menés par Liebig sur deux ans qu'un double, voire un triple grattage des rayons de nourriture dans le courant du printemps n'accélère pas le développement de la colonie, comparé à une colonie témoin sans grattage (Liebig, 1994b).

augmenté le nombre d'abeilles d'hiver. Dans les années 1970, les chercheurs du «Bayerische Landesanstalt für Bienenzucht» à Erlangen sont parvenus à des conclusions semblables¹⁴³. Il est arrivé parfois que l'élevage du couvain des colonies nourries augmentât légèrement par rapport à celle des colonies témoin, les différences n'étaient cependant pas significatives du point de vue statistique. Le nourrissage stimulant n'a pas influencé la population d'abeilles ni avant l'hivernage ni au sortir de l'hivernage. De même, aucune différence n'a été constatée dans le développement printanier.

Dans un essai effectué à grande échelle dans les années 1980 - 82, les chercheurs de Liebefeld ont étudié l'influence d'un nourrissage stimulant de trois semaines à l'eau sucrée trois semaines avant le nourrissage d'automne. Dans quelques ruchers, le nourrissage stimulant a entraîné une augmentation à court terme de la surface du couvain. Les colonies nourries ont élevé davantage de larves, qui ont vécu cependant tellement peu de temps que le nourrissage stimulant n'a provoqué aucune augmentation de la population d'hiver. Les groupes témoins présentaient lors de l'entrée en hivernage une population semblable. Par ailleurs, les populations des deux groupes ont subi des pertes hivernales comparables et la force des colonies à la sortie de l'hivernage étaient plus ou moins identiques (fig. 37, 38 et 39).

Bien qu'aucune différence n'ait été constatée entre les procédés analysés (nourrissage stimulant avant le nourrissage d'automne ou uniquement nourrissage d'automne), des différences considérables ont été relevées dans le développement des colonies dans les différents ruchers (fig. 40). A Rapperswil (SG), la population d'abeilles se situait fin juillet en moyenne à presque 23 000 abeilles et a reculé ensuite rapidement avant l'entrée en hivernage jusqu'à environ 16 000. Le recul de la population d'abeilles pendant l'hiver a aussi été massif dans le rucher de Rapperswil, probablement à cause d'une infection provoquée par l'acarien des trachées. Les colonies ont hiverné avec seulement 5'000 abeilles. A Grangeneuve (FR), on a observé une évolution semblable de la population d'abeilles. Indépendamment des procédés de nourrissage utilisés, on a constaté sur les ruchers de Königsfelden (AG) et d'Oeschberg (BE), après la tendance à diminuer dès la mi-août, une légère augmentation de 2'000 abeilles. A Königsfelden, les colonies ont hiverné avec très peu de pertes hivernales et se sont développées très rapidement au printemps. A Oeschberg, les colonies ont perdu en hiver presque la moitié de leur population et se sont développées au printemps avec hésitation. Cet exemple montre une fois de plus combien le développement des colonies peut fortement varier d'un rucher à l'autre en raison de facteurs inconnus.

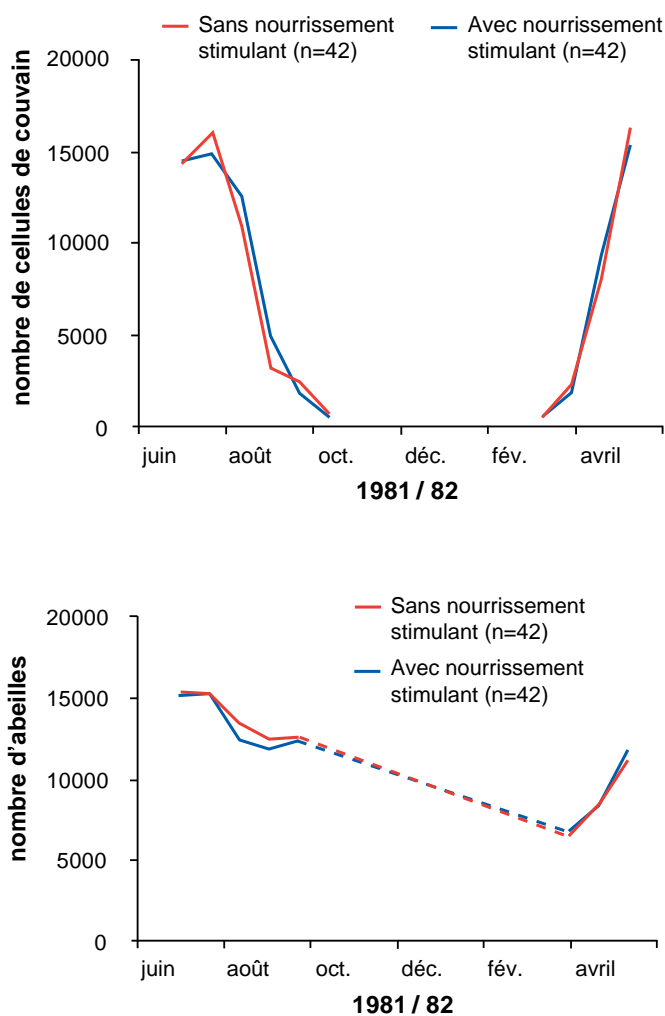


Fig. 37et 38: Nourrissage stimulant à la fin de l'été et hivernage des colonies.

Sur 4 emplacements, la moitié des colonies ont d'abord été nourries pendant 21 jours avec un nourrissage stimulant après la récolte de miel (resp. 1 et 0,5 l de sirop de sucre [1:1] à intervalle de 2 jours) puis nourries normalement. L'autre moitié des colonies a seulement reçu le nourrissage hivernal pendant 15 jours, immédiatement après la récolte de miel.

Aucune différence significative n'a été relevée entre les deux groupes de colonies, ni en ce qui concerne le couvain (fig. 37) ni en ce qui concerne le développement de la population d'abeilles (fig. 38) à l'automne et au printemps (Imdorf et al., 1983).

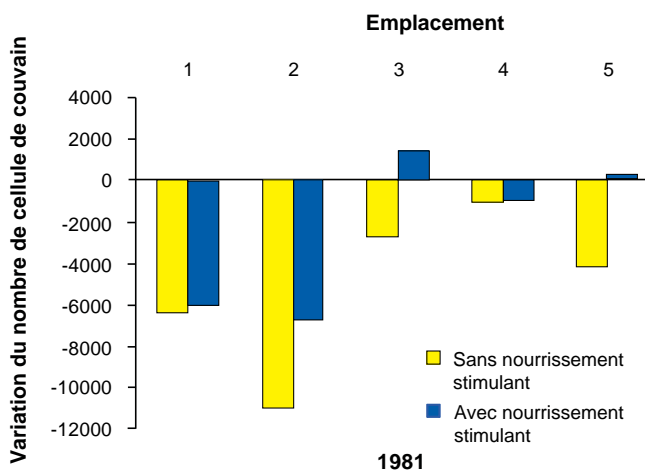


Fig. 39: Nourrissement stimulant à la fin de l'été et développement du couvain.

Dans 3 ruchers sur 5 seulement, il a été possible de freiner quelque peu le recul du couvain pendant le nourrissement stimulant d'une durée de 3 semaines. L'augmentation des abeilles adultes due à cette mesure n'a eu cependant aucune influence déterminante sur la force de la colonie à l'entrée en hivernage (Imdorf et al., 1983).

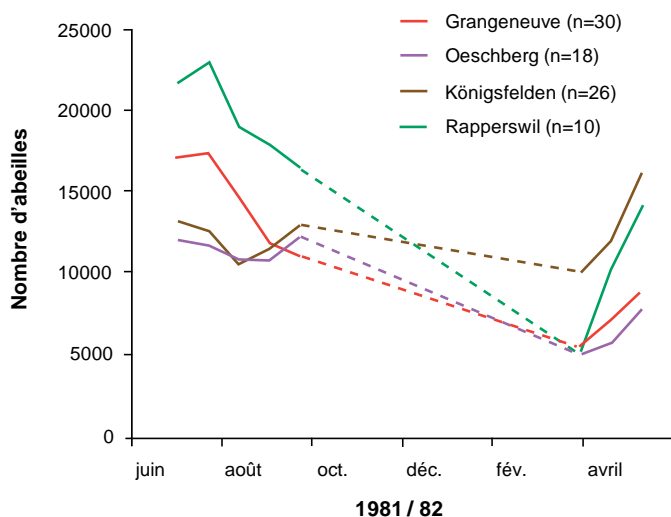


Fig. 40: Influences de l'emplacement sur le développement de la colonie.

Si l'on compare les valeurs moyennes relatives au développement de la colonie de chaque emplacement pendant l'essai de nourrissement, on constate des différences significatives. Cette constatation se recoupe avec les résultats d'autres études (fig. 16), dans lesquelles l'influence de l'emplacement sur le développement des colonies est nettement plus importante que les mesures apicoles ou d'élevage testées (Imdorf et al., 1983).

6.3 Apport en protéines

6.3.1 Apport de pollen et élevage du couvain

Le pollen est la seule source de protéines de la colonie d'abeilles et joue un rôle déterminant dans l'élevage du couvain de même que dans le développement des ouvrières. Il a donc une influence décisive sur le développement de la colonie. Les abeilles couvrent leur besoin en acides aminés essentiels et en substances minérales par le biais du pollen. Un apport suffisant en pollen est donc essentiel pour le développement des organes internes, en particulier du corps adipeux et des glandes nourricières.

La teneur en protéines et en substances minérales du pollen varie selon l'espèce végétale. Le pollen des plantes pollinisées par le vent, qui est récolté principalement au printemps, de même que le pollen de maïs sont en général plutôt pauvres en protéines. Sous nos latitudes, le pollen des plantes fleurissant en mai a la teneur moyenne la plus élevée en protéines (25%) dans le pollen récolté. Vers l'automne, celle-ci recule de nouveau légèrement¹⁵⁶. Le pollen est récolté généralement sur les espèces végétales dont la culture est importante, par exemple le colza, le trèfle blanc, le maïs, etc. Dans les conditions suisses, les abeilles rapportent en général un mélange de pollen. Il est donc peu probable que les abeilles mellifères souffrent de l'appauvrissement de la diversité des espèces végétales dans les régions de culture agricole. Il ressort de divers travaux de recherche que les abeilles ne sont pas en mesure de différencier les différents pollens en fonction de leur teneur en protéines. On suppose donc qu'elles n'ont pas de préférence en matière d'espèce végétale basée sur la teneur en protéines^{80; 81}.

La colonie d'abeilles couvre ses besoins en nourriture pendant sa phase active en particulier en récoltant le pollen et le nectar présents dans son environnement. Par ailleurs, la colonie constitue des réserves pour les temps plus durs pendant lesquels l'offre naturelle est moins abondante. Dans les rayons sont stockées des réserves d'hydrates de carbone comme le miel ou de protéines brutes sous la forme de pain d'abeilles. Dans son corps adipeux, l'abeille stocke des réserves de protéines et de graisse. Les réserves de pollen jouent un rôle important au sortir de l'hivernage et pour surmonter les absences de floraison entre les miellées¹⁶⁵. Dans certaines situations, il arrive que les abeilles dévorent des larves pour couvrir leurs besoins en protéines. Le couvain de faux bourdons en particulier est parfois évacué (dévoré) avant l'éclosion. En cas de pénurie de pollen, les abeilles dévorent de préférence le jeune couvain^{143; 144}.

L'élevage du couvain dépend de l'offre en pollen. Si aucune réserve de pollen n'est disponible dans les rayons et que l'environnement est pauvre en sources naturelles de pollen, la colonie ne peut pas élever suffisamment de couvain. Si l'offre naturelle en pollen recule ou que les colonies sont dans l'impossibilité de récolter du pollen, l'élevage du couvain peut même être interrompu^{28; 74}. La corrélation entre



Le pollen, source de protéines des abeilles

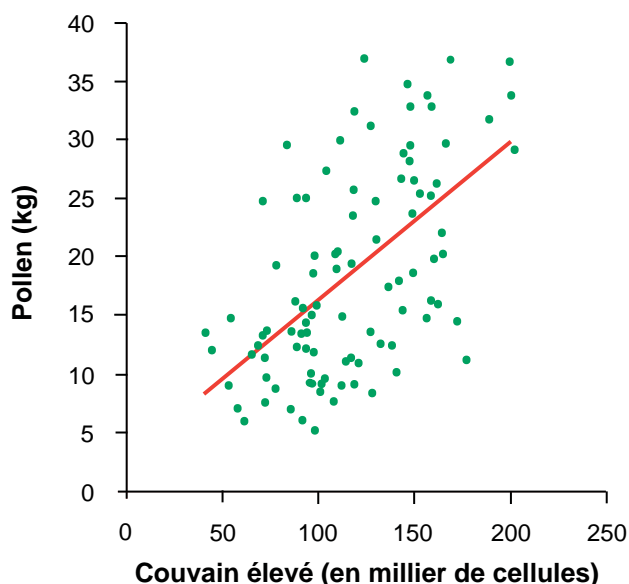


Fig. 41: Apport en pollen et élevage du couvain.

L'apport en pollen et l'élevage du couvain ont été mesurés dans 102 colonies tout au long de la saison apicole. Une interdépendance a été constatée ($P < 0.001$; $r^2 = 0.34$) entre les deux paramètres, interdépendance qui est cependant peu marquée. Plus les abeilles récoltent de pollen, plus elles élèvent de couvain. Dans cette étude, deux colonies ont élevé environ 130'000 abeilles. L'une des colonies a récolté 13 kg de pollen, l'autre 32 kg. Un autre exemple: dans le même rucher, la colonie 9 a récolté avec la même reine 22 kg en 1983 et 32 kg en 1984. En 1983, elle a élevé davantage de couvain avec moins de pollen (Wille et al., 1985).

la quantité de pollen récolté et la surface de couvain est faible ¹⁶² (fig. 41). Autrement dit, les colonies avec des quantités de pollen identiques peuvent élever des quantités de couvain différentes. Plus la surface de couvain est grande, plus cette corrélation sera faible. De même, plus il y a de pollen, plus cette corrélation est faible. Toutefois, les petites colonies récoltent en général le pollen de façon plus intensive que les grandes colonies ²⁸. Les abeilles sont en mesure d'utiliser environ 80% de la teneur en protéines dans le pollen, ce qui est très important pour le développement de la colonie en cas de pénurie de pollen.

La présence de couvain semble stimuler la récolte de pollen ²⁷. Les butineuses «évaluent» le nombre de larves et le besoin en pollen par le biais de substances odoriférantes sécrétées par les larves non operculées.

6.3.2 Nourrissement printanier au pollen

En vue d'une exploitation optimale de la miellée de printemps, l'apiculteur souhaite un développement printanier rapide de ses colonies de même que des colonies fortes. Etant donné qu'au printemps il y a parfois pénurie de pollen, des études ont été réalisées en 1986/87 pour savoir si un nourrissage au pollen pouvait accélérer le développement de la colonie. Il en est ressorti que le nourrissage au pollen n'entraînait qu'une augmentation passagère de l'élevage du couvain, mais qu'elle n'influencait pas le développement de la colonie. Les différences constatées n'étaient en outre à aucun moment fiable du point de vue statistique (fig. 42 et 43). Dès que l'offre naturelle de pollen apparaît, les colonies qui n'ont pas été nourries artifi-

ciellement rattrapent très rapidement leur retard dans l'élevage du couvain. Jusqu'à la miellée de printemps, les forces moyennes des deux groupes de colonies s'étaient égalisées ⁷¹.

6.3.3 Nourrissement au pollen entre les miellées

Des études menées en Suisse avec des centaines de colonies d'abeilles ont montré que le pic de population est atteint fin juin ou début juillet et coïncide avec une période d'apport peu abondant en pollen. Pendant la miellée de forêt qui suit, on observe un rapide recul de la population d'ouvrières.

Dans les années 1981 et 1982, des études ont porté sur la possibilité de ralentir le recul de la population entre les miellées par un nourrissage au pollen et avec des substituts du pollen. Il en est ressorti que l'élevage du couvain et la durée de vie ne pouvaient pas être influencées par un nourrissage au pollen (fig. 44). L'élevage du couvain des colonies nourries au pollen n'a pas augmenté comparé à celle des colonies non nourries. De même, aucune prolongation de la durée de vie n'a été observée. Le nourrissage a eu pour seul effet pour certaines colonies, une sous-exploitation de l'offre naturelle en pollen. Il faut par ailleurs signaler un aspect très négatif: une infection de couvain calcifié s'est déclarée dans les colonies nourries au pollen ⁶⁶. Pour cette raison, on utilise en Amérique du Nord uniquement du pollen irradié pour le nourrissage printanier au pollen.

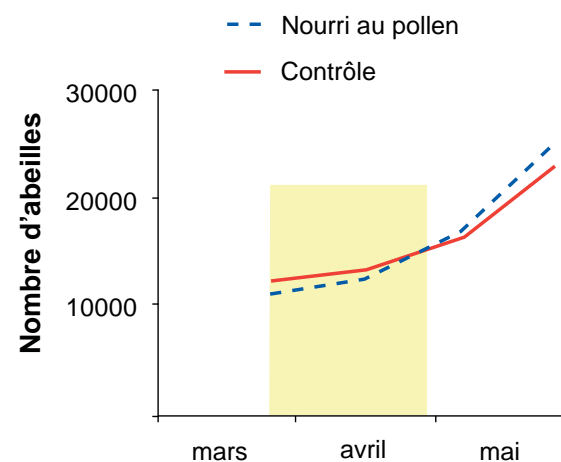
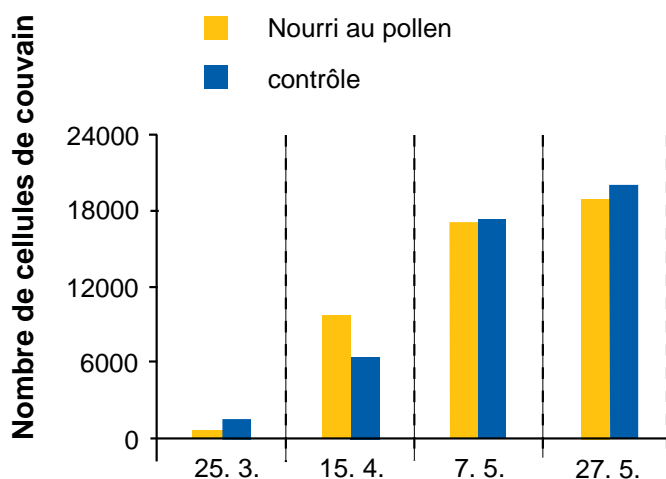


Fig. 42 et 43: Nourrissement au pollen au printemps et développement des colonies.

Au printemps 1986 et 1987, deux groupes de respectivement 5 et 8 colonies ont été nourris pendant 5 semaines, de fin mars à début mai et ont reçu chaque semaine 500 g de pâte de pollen (300 g de pollen de leur propre récolte et 200 g d'eau sucrée 1:1). De la fin mars à la fin mai, la population a été mesurée toutes les trois semaines (couvain et abeilles). Des groupes de colonies semblables sans aucun nourrissage ont servi de contrôle (Imdorf et al. 1988).

Au cours des deux années, une légère augmentation de l'élevage de couvain a été observée début avril (fig. 42). Trois semaines plus tard cependant, plus aucune différence n'a pu être observée au niveau de l'élevage du couvain. Aucune différence entre les groupes n'a été constatée pendant et après le nourrissage au niveau du développement de la population d'abeilles (fig. 43).

Selon une étude nord-américaine, dans laquelle les réserves de pollen des colonies ont été accrues artificiellement par l'ajout de rayons de pollen, les chercheurs ont observé une augmentation à court terme de l'activité d'élevage du couvain, mais celle-ci est retombée à son niveau initial deux semaines plus tard ²⁸.

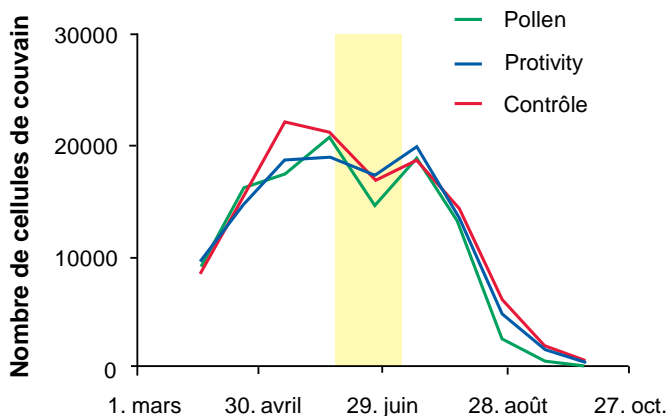


Fig. 44: Pollen et nourrissage substitutif au pollen pendant la pause entre les miellées.

Pendant la pause entre les miellées en été 1981, un essai de nourrissage a été effectué avec de la pâte de pollen (700 g pendant 5 semaines; nourrissage une fois par semaine; $n = 6$) et une pâte à base de substitut de pollen Protivity (540 g ; 160 g Protivity 50, 360 g eau sucrée 1:1 et 20 g de pollen; $n = 9$). Un groupe de colonies non nourries a servi de contrôle ($n = 12$). Cet apport de protéines n'a eu aucune influence dans les deux groupes sur l'élevage du couvain et la population d'abeilles et n'a pas pu empêcher le recul de la population pendant la pause entre les miellées en 1981 (Imdorf et al. 1984b).

Les études citées ci-dessus montrent que le nourrissage au pollen peut augmenter l'activité d'élevage du couvain à court terme seulement. Cette légère augmentation ne se répercute cependant pas de façon durable sur le développement de la colonie. Autrement dit, la population d'abeilles n'a pu être ni augmentée ni maintenue à un niveau plus élevé sur le long terme. Les substituts de pollen ne peuvent pas remplacer le pollen naturel. Le nourrissage peut même se révéler contre-productif, étant donné qu'il réduit l'activité de récolte ⁸⁴. Le travail et les coûts pour un nourrissage au pollen ne se justifient donc pas. Le nourrissage au pollen est aussi à déconseiller en raison du risque de propagation de diverses maladies (par exemple couvain calcifié, loque américaine ou virus).

6.4 Dimensions des cadres

6.4.1 Dimension des cadres et de la ruche

Le besoin d'espace d'une colonie d'abeilles est fonction de son développement. Pendant la pause hivernale, l'espace est au plus bas ; au cœur de l'été, quand le couvain et les réserves sont abondants, il est à son maximum. L'adaptation

du volume de la ruche aux besoins en espace de la colonie est l'une des tâches les plus importantes de l'apiculteur pendant la saison apicole.

Les races européennes d'abeilles ont adapté leur mode d'existence aux «habitats» en forme de cavité. Ce type d'abri les protège contre les intempéries et les ennemis, mais les dimensions fixes de ces cavités imposent des limites spatiales à leur développement. Les abeilles cherchent naturellement à étendre leur nid à couvain de manière concentrique. Si elles n'y parviennent pas en raison de l'espace à disposition, elles ne sont pas en mesure de s'étendre dans une autre direction et réagissent donc avec une tendance plus forte à l'essaimage.

Dans les cavités, les abeilles étendent la construction des rayons vers le bas au fur et à mesure que les réserves d'hiver augmentent, de sorte qu'à la fin apparaissent des rayons tout en hauteur. Pour l'apiculteur, ce type de rayons n'est pas pratique à manipuler et il n'y a aucune séparation entre le couvain et le miel. En conséquence, en matière de types de ruche et de taille des rayons, il faut rechercher un compromis entre le besoin en espace des abeilles et les besoins de l'apiculteur pour pratiquer son activité dans de bonnes conditions.

6.4.2 Grands ou petits cadres?

On prétend que les colonies logées sur de grands cadres (par exemple Dadant) se développent plus rapidement que celles logées sur de petits cadres. On explique ce phénomène par le fait que le passage d'un cadre à l'autre est pénible pour la reine et qu'il se répercute négativement sur sa ponte.

Liebig 103 a étudié dans divers essais l'influence de cadres de différentes tailles sur le développement des colonies. A cet effet, il a utilisé des cadres étroits (2/3 Zander, 40 x 16,3 cm), des cadres normaux (Zander, 40 x 22,0 cm) et des grands cadres («Zander double», 40 x 44,7 cm). Les colonies logées sur les cadres étroits l'ont été sur trois corps, les colonies logées sur des cadres normaux sur deux corps et celles sur les grands cadres sur un corps. Ainsi, la surface disponible pour le couvain était à peu près la même dans les 3 groupes d'essai.

Etant donné que les colonies sur les grands cadres ont été formées à partir des colonies les plus fortes, elles ont présenté à la fin du premier été une force sensiblement plus importante que les deux autres groupes. Au printemps suivant, les groupes (fig. 45) d'essai présentaient une situation initiale semblable. Les colonies sur les grands cadres se sont développées au printemps un peu plus rapidement que les deux autres groupes, ce qui est probablement dû à la force de la colonie plus importante à la sortie de l'hivernage et non à une augmentation de l'élevage du couvain. En ce qui concerne l'élevage du couvain, les groupes de colonies se sont développés tous de façon semblable (fig. 46). Les colonies sur les petits cadres ont élevé

autant de couvain au printemps que les colonies sur les grands cadres. Les colonies sur les petits cadres se sont bien développées pendant l'été, passant du groupe de colonies les plus faibles au groupe de colonies les plus fortes. Les espaces sous les cadres ne représentent donc aucun obstacle ni pour les abeilles ni pour la reine.

6.5 Bâtisse naturelle

Dans une conduite du rucher axée sur la bâtisse naturelle, aucune cire gaufrée n'est utilisée lors de l'agrandissement des colonies ou du renouvellement des cadres. Les abeilles construisent leurs rayons librement. Seules des amorces de cire étroites, soudées en haut des cadres, leur servent de guide. Selon Dettli ²⁶, la conduite du rucher basée sur la bâtisse naturelle favorise une détention des abeilles proche de la nature et leur instinct de bâtisseuses.

Différentes études ont eu pour sujet l'influence de ce type de

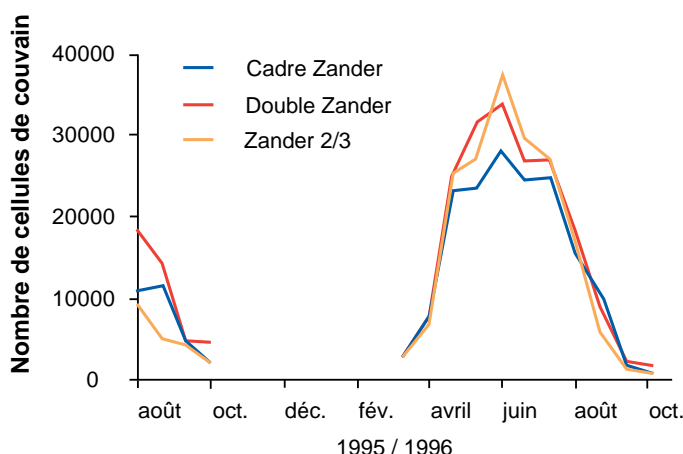
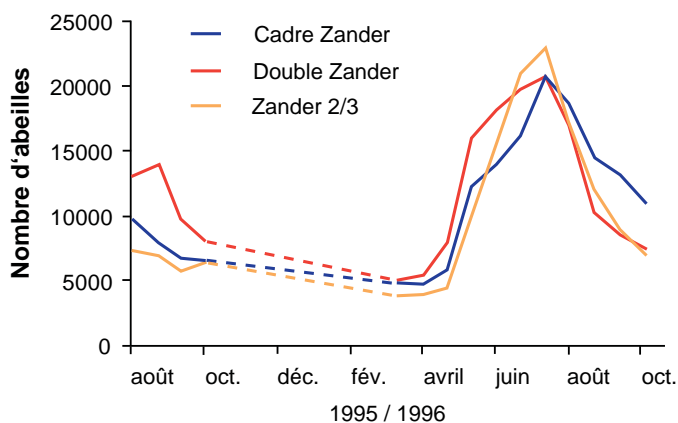


Fig. 45 et 46: Taille des cadres et développement des colonies.

Liebig (1997) a comparé le développement de colonies d'abeilles logées sur trois dimensions de cadre différentes (Zander, 40 x 22 cm; Zander double, 40 x 44.7 cm; Zander deux tiers, 40 x 16.3 cm). Il est ressorti de cette comparaison que la dimension des cadres n'avait aucune influence sur l'élevage du couvain (fig. 45). Il n'y a pas eu non plus de différences significatives au niveau du développement de la population d'abeilles (fig. 46) qui auraient pu être attribuées à la dimension des cadres.



Bâtisse naturelle

conduite sur le développement des abeilles. Les colonies avec des bâtisses naturelles ont été comparées à des colonies dans lesquelles des cires gaufrées avaient été placées et qui servaient de colonies témoins. La première année, les deux groupes de colonies ont été formés avec des essaims artificiels.

La surface de rayons bâtis destinés aux faux bourdons dépend de la saison. La plus grande part des rayons pour faux bourdon est bâtie entre avril et juin puis elle diminue fortement ^{12; 42}. Les essaims artificiels se forment très souvent en juin, voir plus tard, ceux-ci bâtissent, l'année de leur formation, presque uniquement des rayons de couvain d'ouvrières même sans cires gaufrées ^{12; 106} (fig. 47).

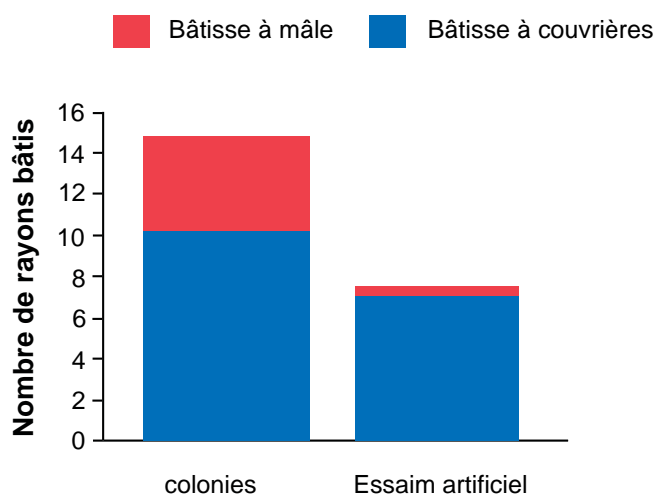


Fig. 47: Proportion de rayons pour faux bourdons lors de construction naturelle dans des colonies de production ou des essaims artificiels.

11 colonies avec des bâtisses naturelles ont uniquement été élargies avec des cadres pourvus d'amorces de cire. Pour les besoins de la comparaison, dix essaims artificiels de 2 kg chacun ont été logés dans des ruches divisibles à 1 corps avec des cadres vides. Les colonies ont bâti 31 % des surfaces en rayons pour faux bourdons. Les essaims artificiels n'ont construit quant à eux que 9,1 % des rayons en cellules pour faux bourdons (Büchler, 1996).

Par rapport à la construction à partir de cires gaufrées, la construction de rayons naturels s'effectue plus lentement. Il est intéressant de constater que l'élevage du couvain est à peine ralenti et que les colonies se développent de façon identique aux colonies témoins avec des cires gaufrées^{12; 26; 93}. Il en va de même de la récolte de miel par colonie qui ne se différencie pas de façon significative entre les deux groupes^{12; 26}.

Si l'on élargit la colonie au printemps en ajoutant des cadres sans cire gaufrée, celles-ci bâtissent 20 - 30 % de la surface en rayons de faux bourdons, ce qui s'avère plusieurs fois supérieur aux colonies élargies avec des cires gaufrées. Les cellules de faux bourdons disponibles sont utilisées dans la plupart des cas entièrement pour l'élevage de faux bourdons^{12; 26; 93}. Or, cet élevage de faux bourdons augmente sensiblement le nombre de cellules de couvain à soigner dans les colonies avec des bâtisses naturelles par rapport aux colonies témoins. Selon Büchler et Liebig^{12; 93}, les colonies ayant bâti naturellement présentent à la fin de l'été, en raison des soins au couvain plus intenses, une population d'ouvrières plus faible et entrent en hivernage un peu plus affaiblies (fig. 48). Toutefois, Dettli²⁶ n'a observé aucune différence lors de ses essais sur la force des colonies. En outre, les résultats des différents chercheurs sur le développement de la population de varroas divergent aussi. Büchler a montré dans ses essais une différence très significative dans la chute des acariens due aux traitements avec en moyenne 2 219 acariens dans les colonies

avec cires gaufrées contre 7 023 dans les colonies avec des bâtisses naturelles. Dans les essais de Dettli, la chute des acariens due aux traitements se situait dans un ordre de grandeur semblable tant dans le groupe de colonies avec des bâtisses naturelles que dans le groupe témoin. Autrement dit, les deux groupes d'essai ne se distinguent pas à ce niveau (fig. 49). Un autre résultat intéressant issu des essais de Dettli concerne le développement de la population de

faux bourdons. Bien que les colonies avec des constructions naturelles aient élevé deux fois plus de faux bourdons que les colonies de contrôle, la population de faux bourdons s'est développée dans les deux groupes de façon très semblable et a atteint dans les deux groupes un maximum de 2 000 individus. Actuellement, on ne s'explique toujours pas le recul précoce des faux bourdons dans le groupe avec des bâtisses naturelles.

Il n'est pas encore possible d'expliquer complètement dans quelle mesure l'élevage accru de faux bourdon a eu une influence sur le développement de la colonie et sur la population de varroas dans les colonies avec des bâtisses naturelles. Les essais décrits montrent cependant que si l'on veut passer à des rayons sans résidus, il est conseillé de procéder à un assainissement au moyen d'essais artificiels logés sur des cires gaufrées.

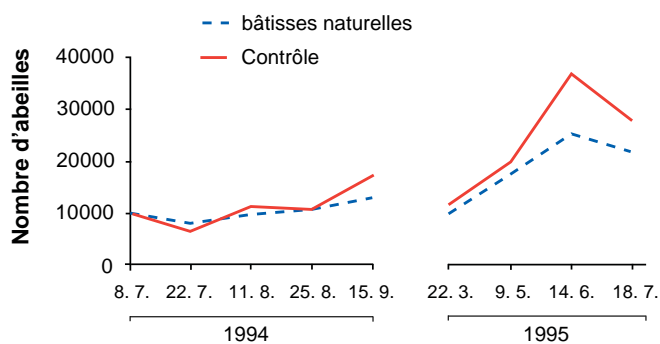


Fig. 48: Développement des essaims artificiels logés sur des bâtisses naturelles ou des cires gaufrées.

8 essaims artificiels de 2 kg chacun ont été logés sur des cadres pourvus d'une amorce de cire et placés dans une ruche Zander. Pour le contrôle, 8 essaims artificiels ont été logés sur des cires gaufrées. Au cours de la première année d'essai, le développement des deux groupes s'est déroulé jusqu'à la fin de l'été de façon très semblable. Une différence a été constatée seulement au moment de la mise en hivernage. La population moyenne à l'entrée en hivernage était significativement plus faible dans le groupe avec des bâtisses naturelles. Au cours de la deuxième saison, les colonies avec les constructions naturelles ont enregistré une population d'abeilles sensiblement plus faible, comparé aux colonies logées sur des cires gaufrées, en raison du travail de soins au couvain plus important (davantage de faux bourdons) (Büchler, 1996).

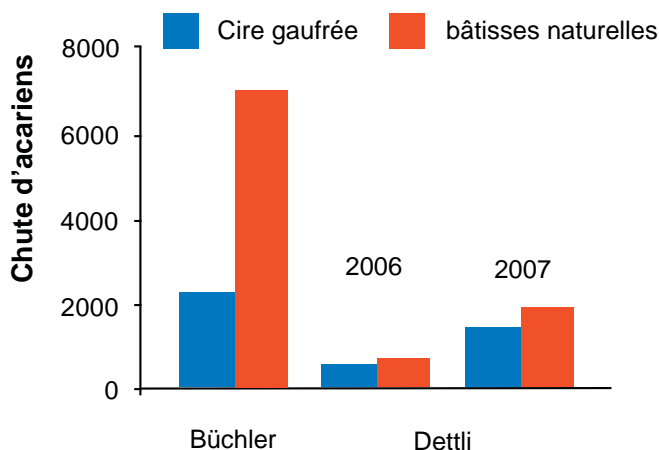


Fig. 49: Bâtisses naturelles et développement de la population d'acariens.

Dans l'essai de Büchler mentionné sous 48, la chute des acariens due au traitement à l'acide formique dans les colonies avec des constructions naturelles était environ trois fois plus élevée que dans les colonies logées sur des cires gaufrées. Cette grande différence était probablement due à l'élevage accru de couvain de faux bourdons (Büchler, 1996).

Dans un essai comparable, Dettli n'a pas pu confirmer ces résultats et n'a constaté qu'une faible augmentation de la population d'acariens dans les colonies avec bâtisses naturelles (Dettli, 2007).

6.6 Influence de la grille à reine

La grille à reine simplifie la gestion des colonies, la récolte de miel, le renouvellement de la cire et l'hygiène des rayons, car elle sépare strictement l'espace réservé au couvain de celui pour les provisions. Comme ni les faux bourdons ni la reine ne peuvent traverser la grille à reine et que les ouvrières sont légèrement entravées dans leurs mouvements, on peut se demander dans quelle mesure le développement de la colonie en est influencé et la récolte de miel et de pollen réduite.



Grille à reines

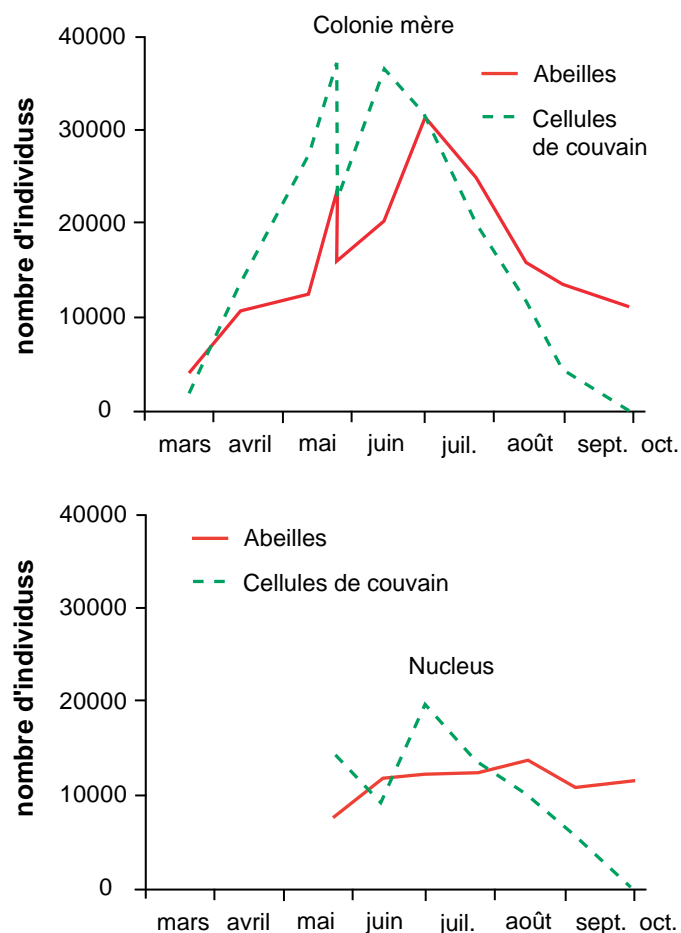
Selon certaines études¹⁰², on constate que l'utilisation d'une grille à reine a tendance à limiter quelque peu l'ampleur du couvain en mai et en juin. En moyenne, les colonies sans grille à reine ont récolté un peu plus de miel tant pendant la miellée de printemps que pendant celle d'été par rapport aux colonies avec une grille à reine. La variabilité naturelle de la production de miel entre colonies d'un même rucher a toutefois davantage d'influence que la grille à reine.

Les colonies avec une grille à reine présentent des rayons à miel moins densément occupés et donc des températures plus basses que celles sans grille, ce qui peut ralentir la maturation du miel⁸. Les avantages d'une grille à reine l'emportent cependant sur les faibles inconvénients cités ci-dessus.

6.7 Formation de jeunes colonies

La formation de jeunes colonies est un instrument important pour éviter l'essaimage, multiplier et rajeunir le cheptel de colonies, lutter contre les varroas et combler les pertes. Les jeunes colonies peuvent être formées à partir de nucléi ou d'essaims artificiels. Vu que dans la formation de jeunes colonies au moyen de nucléi, l'élevage des reines n'est pas nécessaire, cette méthode convient très bien aux petits apiculteurs. Il est recommandé de constituer chaque année un nombre de jeunes colonies s'élevant à 30% - 50% des colonies de production. Cela permet de sélectionner rigoureusement les colonies de production et de compenser les pertes. L'idéal serait de placer un rucher de jeunes colonies sur

un emplacement avec une bonne disponibilité de pollen et de nectar. Il faut par contre éviter dans la mesure du possible les sites avec une miellée de forêt abondante.



Si l'on retire à une colonie mère mi-mai environ 6'000 à 8'000 abeilles et 25 dm² de couvain, la colonie récupère une bonne partie de sa force au cours des 4 à 6 semaines qui suivent et est prête pour la miellée de forêt (fig. 50). Le nucléi gagne rapidement en importance si les reines sont rapidement élevées ou immédiatement acceptées, et hivernent normalement avec plus de 10 000 abeilles (fig. 51). Ce sont de bonnes conditions pour un développement rapide de la colonie au printemps suivant (Imdorf und Kilchenmann, 1985).

6.7.1 Nucléi

Dans un essai⁶⁹, on a prélevé trois rayons de couvain avec une majorité de cellules operculées et des abeilles. Les nucléi présentaient environ 7 500 abeilles et 10 000 cellules de couvain. On y a placé une cellule royale operculée et on les a déplacées de 5 km. Dans trois ruchers, les colonies mères ont récupéré en 4 à 6 semaines avant la miellée de forêt et ont atteint la force qu'elles avaient avant la formation des nucléi (fig. 50). Dans le rucher de Grangeneuve, les colonies étaient dans une telle fièvre d'essaimage lors de la formation des nucléi, qu'elles ont essaimé en dépit du prélèvement de nucléi forts. Ces colonies n'ont plus eu le temps de se développer suffisamment jusqu'à la miellée

de forêt. Dans le rucher de Schwand, les colonies n'ont pas eu le temps non plus de retrouver leur force d'avant la formation des nucléi, le nectar ayant été peu abondant durant une longue période. En général, les nucléi se sont développés de façon comparable. Dans de nombreux nucléi, le nombre d'abeilles a légèrement reculé au cours des trois à six premières semaines puis est remonté quelque peu en juillet et en août avant de se stabiliser à un niveau un peu plus bas en septembre. Le nombre de cellules de couvain a naturellement fortement diminué au cours des trois premières semaines, puis il a augmenté avec la ponte des jeunes reines début juillet jusqu'au niveau d'avant la formation des nucléi. Comparés aux colonies mères, les nucléi ont élevé davantage de couvain en août et en septembre.

On distingue deux groupes principaux parmi les nucléi. Dans l'un des groupes, la population d'abeilles a augmenté de façon constante après la formation des nucléi jusqu'à atteindre le maximum de la population à la fin juillet pour ensuite diminuer à environ 10 000 abeilles à la mise en hivernage (fig. 51). Dans ce groupe, les cellules royales ont été en général acceptées immédiatement et les reines ont commencé à pondre déjà au cours des trois premières semaines.

Dans l'autre groupe de nucléi, la population d'abeilles a diminué plus ou moins fortement pendant les trois à six premières semaines. Une partie des nucléi a perdu plus de la moitié des abeilles. Ce n'est qu'ensuite que les colonies se sont à nouveau renforcées et ont atteint leur force maximale à la mi-août. Dans la plupart des cas, la première cellule royale n'a pas été acceptée, ce qui a retardé le développement de la colonie.

L'étude ci-dessus montre que pour un bon développement des nucléi, l'acceptation de la cellule royale ou de la reine est déterminante. Il faut noter que tous les nucléi, en dépit de leur développement très différent, doivent avoir constitué une population de 10 000 abeilles d'ici à l'entrée en hivernage.

La récupération après la formation de nucléi des colonies mères jusqu'à la miellée de forêt dépend visiblement de facteurs liés au site. Si le nectar vient à manquer, le développement de la colonie en souffrira. Si la fièvre d'essaimage s'est déclarée avant la formation du nucléus, il faut s'attendre à ce que la colonie essaime tout de même. Dans ces conditions, une formation d'un nucléus avec l'ancienne reine s'impose.

Dans les ruchers avec une bonne miellée, on peut former des nucléi sans devoir supporter des pertes importantes dans la récolte de miel avant que le maximum du couvain ait été atteint et que la fièvre d'essaimage ne se déclare. La formation de nucléi peut, comme déjà mentionné, retarder de 4 à 6 semaines le pic de développement du couvain et de la population d'abeilles. De cette façon, la force

maximale n'est atteinte qu'au début de la miellée de forêt fin juin/début juillet et une utilisation optimale de la miellée est garantie.

Par la formation de nucléi, on peut aussi influencer la population de varroas dans la colonie mère. En prélevant des rayons de couvain, on réduit la population de varroas d'environ un tiers dans la colonie mère, ce qui empêche une augmentation importante de la population de varroas avant le traitement d'été⁶¹.

Méthode de Liebig

Liebig a mis au point une méthode de formation des nucléi avec un rayon de couvain. Cette méthode tire profit des soins accrus fournis au couvain par des petites colonies. Elle n'a pratiquement aucune influence sur la récolte de miel des colonies de production et elle réduit la montée de la fièvre d'essaimage. Afin que ces petits nucléi parviennent à atteindre une force d'hivernage suffisamment importante, ceux-ci doivent être formés en avril déjà ou au plus tard début mai. Vu qu'à cette période, pratiquement aucune reine n'est disponible, la formation des nucléi est liée à l'élevage de reines⁹⁴.



Formation d'un nucléus

On peut décrire cette méthode de la façon suivante: on prélève dans chaque colonie un rayon de couvain operculé avec des abeilles et on le renforce avec des abeilles supplémentaires prélevées sur le rayon de faux bourdons. On forme un nucléus en regroupant les rayons de plusieurs colonies, ce qui donne une colonie élèveuse de reines. Neuf jours après la formation du nucléus, toutes les cellules royales sont éliminées et on suspend un cadre d'élevage avec 30 à 40 cellules artificielles contenant une larve. Les jeunes reines écloses sont introduites dans de petites colonies de fécondation peuplées d'abeilles de la colonie élèveuse et logées dans un corps de ruche divisible. Les petites ruchettes de fécondation sont placées en dehors du rayon de vol de la colonie élèveuse et nourries.

Lors d'une de ses études, Liebig⁹⁴ a observé le développement de deux groupes de petites colonies de fécondation qui, début mai, ont été formées avec un cadre (environ 1 300) ou deux cadres (environ 5 000 abeilles). Un rayon de nourriture de même qu'un rayon vide ont été ajoutés dans les plus petites colonies. Pendant l'été, l'espace à disposition des petites colonies a été étendu à intervalles de trois semaines uniquement avec des cadres filés mais sans cires gaufrées. Jusqu'à fin juin, les colonies de fécondation formées à l'origine avec 5 000 abeilles (fig. 52) étaient si fortes qu'elles ont dû être élargies avec un nouveau corps et nourries avec de la nourriture liquide. Les petites colonies de fécondation formées de 1 300 abeilles sont restées sur un corps. Début juin, peu de temps avant l'éclosion du premier couvain, les colonies de fécondation formées avec 5 000 abeilles étaient au niveau du couvain et des abeilles trois fois plus fortes que les petites unités. L'élevage intensif de couvain a entraîné une forte croissance de la population de telle sorte que les plus grandes colonies de fécondation possédaient fin juin, avec 12 000 abeilles, quatre fois plus d'abeilles que l'autre groupe. Elles avaient donc atteint leur population maximale ; ensuite, l'ampleur du couvain et le nombre d'abeilles n'ont cessé de diminuer. Dans l'autre groupe, au contraire, la population n'a cessé d'augmenter jusqu'à fin août. Jusqu'à fin octobre, la force des colonies des deux groupes d'essai s'est stabilisée à 7 000 - 8 000

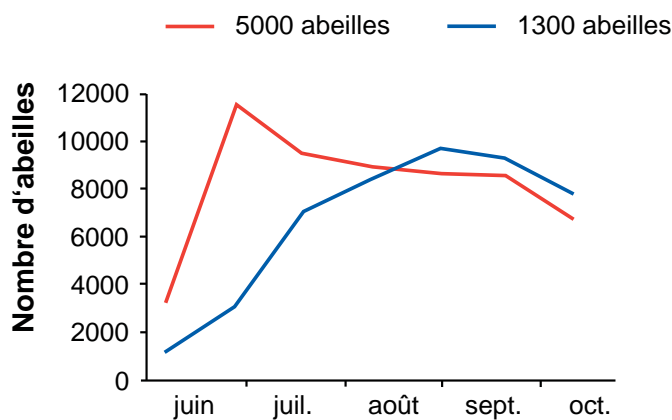


Fig. 52: Développement des petits et des grands nucléi.
En 1998, Liebig a comparé le développement de nucléi qui ont démarré simultanément avec 1 300 et 5 000 abeilles. La population des nucléi constitués de 5 000 abeilles et logé dans des hausses Zander s'est développée dans un premier temps nettement plus rapidement et avait, fin juin, avec 12 000 abeilles une population 4 fois plus forte que celle du nucléus constitué de 1 300 abeilles. Étonnamment, les deux groupes de colonies sont entrés en hivernage avec en moyenne la même force.

abeilles. Pendant l'été, les deux groupes de colonies ont bâti cinq à six cadres de façon naturelle avec uniquement des cellules d'ouvrières. Pour le nourrissage d'automne, 25 à 30 kg de sucre ont été distribués⁹⁴. Cet essai montre de façon impressionnante de quels soins au couvain les colonies, même les plus petites, sont capables et la force qu'elles peuvent atteindre. Les petites colonies de féconda-

tion doivent surmonter lors de l'élevage du premier couvain une phase très critique vu la charge de travail élevée due aux soins, raison pour laquelle il est très important qu'elles soient placées sur des sites appropriés avec une bonne source de pollen et qu'elles soient continuellement nourries.

6.7.2 Essaims artificiels

La formation de jeunes colonies peut aussi être effectuée par le biais d'essaims artificiels. Comme aucun couvain n'est prélevé, à la différence des nucléi, l'apiculteur peut prendre, en été déjà, des mesures de lutte efficaces contre les varroas avant l'operculation du premier couvain, sans contaminer ni le miel ni la cire. Pour les apiculteurs qui ne font pas d'élevage de reines, la formation de jeunes colonies par le biais d'essaims artificiels n'est pas judicieuse, car ils doivent acheter des reines et celles-ci ne sont disponibles que tard dans la saison.

Pour étudier, dans le cadre d'un essai, le développement d'une colonie en cas d'essaims artificiels et de colonies mères, des essaims artificiels ont été formés fin mai/début juin en fonction de la force de la colonie mère avec 5 700 à 11 400 abeilles⁷⁰. On a ajouté aux essaims des jeunes reines fécondées ou non fécondées. Pour suivre le développement des colonies, on a effectué des mesures de populations dans les essaims artificiels et les colonies mères entre mai et octobre de même qu'après l'hivernage entre la mi-mars et la mi-mai.

Les colonies mères qui n'avaient pas encore atteint leur plus haut niveau de développement lors de la formation d'essaims artificiels ont récupéré en trois semaines (fig. 53) ou présentaient fréquemment une population d'abeilles encore plus élevée que celle précédant la formation des essaims artificiels. C'est pourquoi dans les régions dans lesquelles la miellée de feuillus débute peu de temps après la miellée de printemps, le prélèvement d'un essaim artificiel est la forme idéale de rajeunissement du cheptel en vue d'une utilisation optimale de la miellée par les colonies mères.

Chez les colonies mères qui, lors de la formation d'essaims artificiels, avaient déjà atteint leur plus haut niveau de développement, le nombre d'abeilles se situait, après trois semaines, le plus souvent en dessous de celui relevé lors du prélèvement de l'essaim artificiel. Pendant les mois qui ont suivi, ces colonies n'ont pas été capables d'atteindre à nouveau leur développement maximal.

L'expérience montre qu'empêcher les colonies d'essaimer par la formation d'essaims artificiels n'est judicieux que si les essaims artificiels sont formés avant le déclenchement de la fièvre d'essaimage, car une colonie atteinte de fièvre d'essaimage essaime en dépit de la réduction d'un tiers de sa population. Dans de tels cas, il y a lieu de former un essaim artificiel avec la vieille reine.

Les essaims artificiels ont perdu en moyenne la moitié de leur population au cours des trois à six premières semai-

nes. A partir de la mi-juin, leur force a continuellement augmenté jusqu'à la mi-septembre. Ensuite, la population d'abeilles a légèrement diminué et a plafonné dans la plupart des ruchers à 6 000 à 8 000 individus à la mise en hivernage (fig. 54).

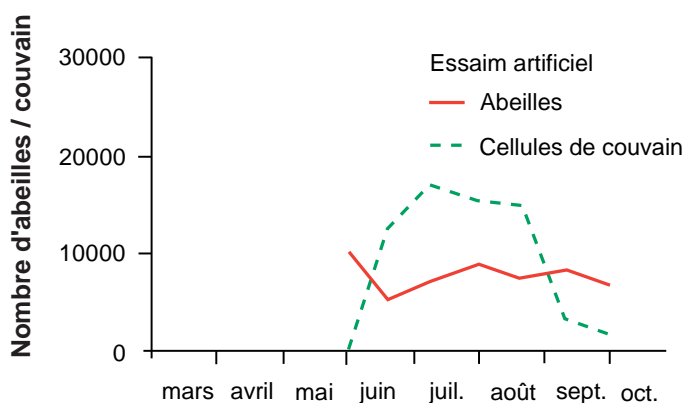
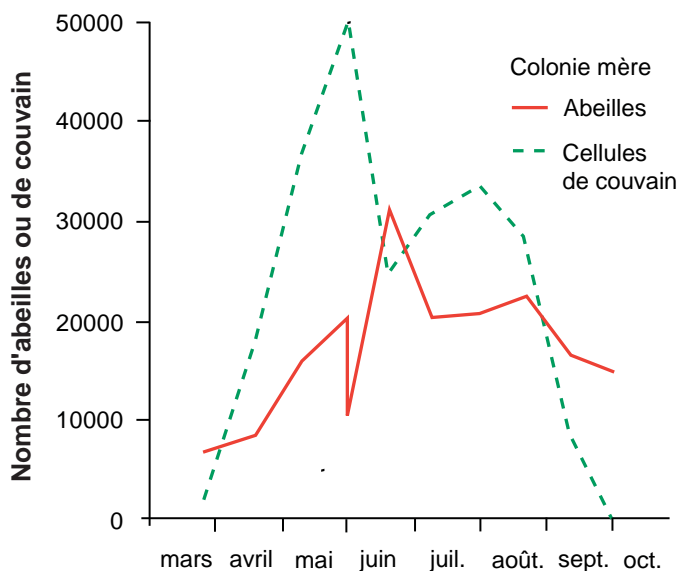


Fig. 53 et 54: Développement d'un essaim artificiel et de sa colonie mère.

Si l'on retire à une colonie mère mi-mai/fin mai environ 10 000 abeilles (1,3 à 1,5kg), celle-ci aura plus que compensé cette perte en 3 semaines, ce qui permettra d'utiliser la miellée de feuillus, qui commence souvent peu de temps après la miellée de printemps. Comparé aux nucléi, les essaims artificiels hivernent en général avec une force plus faible. Le risque dû à l'hivernage est donc plus élevé pour ces colonies (Imdorf et Kilchenmann, 1987).

6.7.3 Pertes de rendement dues à l'essaimage

Comme les grandes colonies produisent davantage de miel, tous les apiculteurs désirent avoir des colonies fortes lors de la miellée. Or, les colonies fortes sont davantage sujettes à la fièvre d'essaimage. Contrairement à l'opinion fort répandue, les abeilles de l'essaim ne proviennent que rarement d'une seule colonie mère. Il arrive très souvent qu'aux essaims se joignent des abeilles d'autres colonies du rucher. La proportion d'abeilles étrangères à la colonie qui essaime peut s'élever à un tiers 52.

Etant donné que l'essaimage est lié à une perte de rendement, l'apiculteur essaie d'empêcher l'essaimage en mai et en juin en formant de jeunes colonies ou en sélectionnant des abeilles peu essaimeuses. Au moyen d'un exemple réel, nous allons tenter d'expliquer comment la colonie mère et l'essaim se développent après l'essaimage et estimer la perte de rendement en miel.

Dans un rucher de Liebig⁹⁵ situé dans le Baden-Württemberg, dans lequel des estimations de populations ont été effectuées, la colonie la plus forte a essaimé le 19 mai. L'essaim a été capturé et logé dans le même rucher sur 9 cires gaufrées. Pour suivre le développement de cet essaim, la population de la colonie mère et de l'essaim ont été évalués à intervalle de 21 jours.



Essaim dans les branches d'un pin

L'essaim dénombrait lors de son envol quelque 13 000 abeilles (env. 2kg). La colonie mère a été réduite par l'essaimage à 6 500 abeilles. Ainsi le 20 mai, elle comptait 4'000 abeilles de moins que la moyenne du rucher qui était d'environ 10 500 abeilles (fig. 55). Trois semaines plus tard, la colonie mère possédait à nouveau 17 000 abeilles, ce qui correspondait environ à la moyenne du rucher. Pendant que les autres colonies du rucher se renforçaient pour atteindre début juillet environ 19 000 abeilles, la population de la colonie qui a essaimé s'effondra en raison de l'arrêt de l'élevage du couvain et recula jusqu'à 13 000 abeilles. Jusqu'au 20 juillet, la population s'est de nouveau légèrement accrue et est retombée ensuite à 13 000 au cours de 3 semaines qui ont suivi. Ce n'est qu'en août et en septembre que la colonie mère a enregistré une forte croissance, comparé aux autres colonies du rucher.

Au cours des trois premières semaines, l'essaim a perdu quasi la moitié de ses abeilles. Cependant, pendant ce temps, 26 000 œufs ont été pondus (fig. 56). Jusqu'au 20 juillet, l'essaim gagna jusqu'à 23 000 abeilles grâce à la ponte intensive de la reine, puis la population recula à nouveau pour atteindre 14 000 abeilles et se stabilisa avant l'hivernage à environ 15 000, ce qui représente la moyenne du rucher. Ainsi, l'essaim et la colonie mère ont surmonté très rapidement l'arrêt du couvain et ont atteint une force correspondant à la moyenne du rucher. En juillet, l'essaim était même la colonie la plus forte du rucher, mais ne pouvait exprimer son ardeur de butiner, la miellée de forêt ayant fait défaut. Avec 3 semaines de retard par rapport à l'essaim, la colonie mère qui comptait 17 000 abeilles a pondu 26 000 œufs. Quant à l'essaim, il a bâti en plus 19 cires gaufrées, fit des provisions et tout cela avec environ la moitié moins d'abeilles.

La récolte du miel pendant la miellée de printemps est en étroite relation avec la force de la colonie. Si l'on considère que la colonie mère après l'essaimage ne compte plus que 6 500 abeilles, elle a, avec 23 kg, pris beaucoup de poids par rapport à d'autres colonies du rucher. Or, si l'on tient compte des 20 000 abeilles présentes avant l'essaimage et qu'on calcule au moyen de courbes de régression le nombre de kilos de miel qu'on aurait pu escompter dans ce cas, on obtient plus de 40 kg. En conséquence, l'essaimage a coûté 20 kg de miel à l'apiculteur (fig. 57).

On peut empêcher efficacement les pertes de rendement en miel dues à l'essaimage en formant à temps des jeunes colonies. Pour une bonne conduite du rucher, il est donc important d'anticiper l'essaimage. Pour empêcher l'essaimage, on peut aussi recommander comme mesure le renouvellement régulier de reines, car les colonies avec des reines d'une année sont moins sujettes à l'essaimage et tirent moins de cellules royales que les colonies avec des reines de deux ans ou plus ¹³¹.

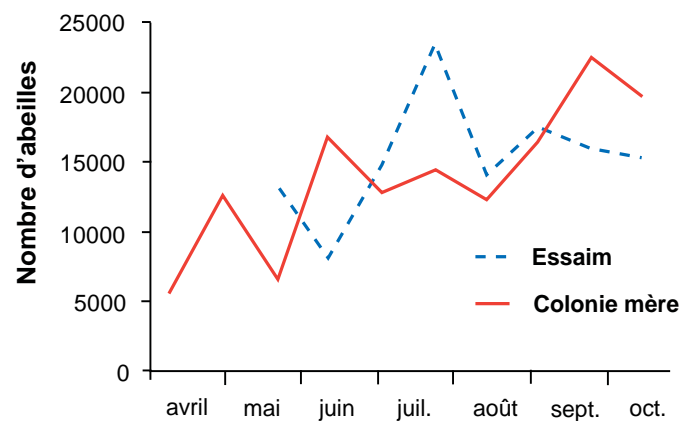
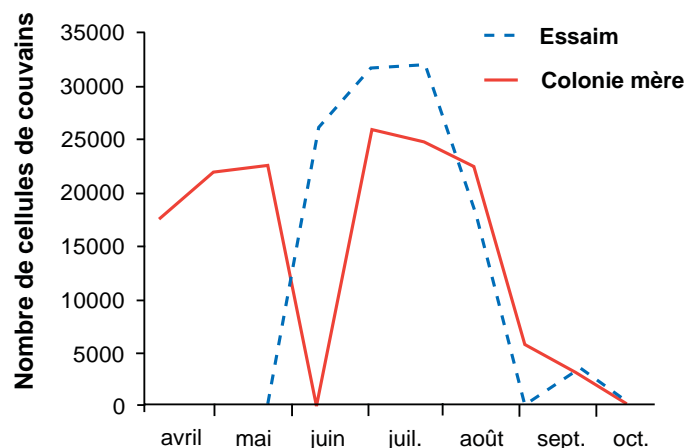


Fig. 55 et 56: Développement d'un essaim et de sa colonie mère. La colonie mère a essaimé le 19 mai, sa force étant probablement de 20 000 abeilles. L'essaim avait environ 13 000 abeilles (2 kg) (fig.55). L'essaim a rapidement élevé davantage de couvain que la colonie mère, étant donné que dans celle-ci, l'essaimage a brièvement stoppé l'élevage du couvain (fig. 56). L'essaim avait eu donc rapidement davantage d'abeilles que la colonie mère. Ce n'est qu'à l'automne que la colonie mère a rattrapé son retard et a hiverné avec un nombre d'abeilles élevé (Liebig, 1999). Cette étude montre clairement que l'envol d'un essaim naturel perturbe davantage le développement de la colonie mère que si l'on anticipe l'essaimage par la formation d'une jeune colonie.

Il n'y a pas de lien étroit entre le développement rapide de la colonie et le réveil de l'instinct d'essaimage. Autrement dit, l'instinct d'essaimage est soumis à de grandes fluctuations annuelles qui pour l'instant ne peuvent pas encore être expliquées. Si l'on ne parvient pas à empêcher un essaim de s'envoler, il y a lieu de détruire toutes les cellules royales à l'exception d'une, étant donné que des essaims secondaires peuvent avoir des conséquences dévastatrices sur le développement de la colonie mère.

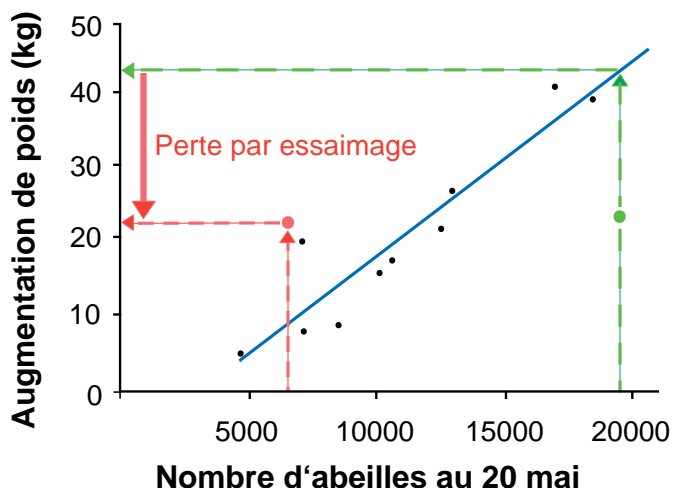


Fig. 57: Perte de miel due à l'essaimage.

Liebig a montré qu'il faut s'attendre à une forte perte dans la récolte de miel dans les colonies mères qui essaiment. Dans l'exemple d'une colonie mère qui a essaimé, l'augmentation de poids effective était d'environ 20 kg de moins pendant la miellée que celle à laquelle on aurait pu s'attendre si la colonie n'avait pas essaimé (Liebig, 1999).

6.8 Prévention des maladies

Les maladies pouvant avoir une forte influence sur le développement de la colonie, il faut accorder une grande importance à la prévention et au dépistage de celles-ci. Lors des soins à la colonie, il est recommandé d'observer régulièrement et soigneusement le couvain. Plus les maladies sont dépistées et traitées tôt, moins leur influence se fera ressentir sur le développement de la colonie. Pour compenser les pertes de colonies dues aux maladies, il est important de former des jeunes colonies. Afin de protéger celles-ci contre les infections, elles ne devraient pas être élevées avec les autres colonies dans le même rucher. Lors de phases critiques dans le développement de la colonie, comme au printemps, il est important d'éviter des stress supplémentaires dus aux maladies. A cette période, les colonies plus faibles, mais saines, peuvent être réunies avec des nucléi, afin qu'un plus grand nombre d'abeilles soient disponibles pour les soins au couvain.

En général, les mesures de soins qui réduisent la pression des agents pathogènes sont nécessaires pour la prévention et la guérison des maladies d'abeilles. Les anciens rayons à couvain étant plus sujet à être contaminés par des agents pathogènes, il est recommandé, pour prévenir les maladies, de renouveler régulièrement les rayons. Au moins un tiers des rayons à couvain devrait être renouvelé chaque année.

6.8.1 Lutte contre Varroa

Actuellement, alors que la relation entre l'acarien varroa et son hôte ne s'est pas encore équilibré, les mesures de lutte sont indispensables. La population des varroas atteint son pic à la fin de l'été à un moment où la population d'abeilles d'été recule fortement et la génération des abeilles d'hiver est en formation. Le fait que le pic de population des varroas coïncide avec l'apparition des abeilles d'hiver est très défavorable, car les abeilles d'hiver parasitées par les varroas ont une durée de vie sensiblement plus courte, ce qui réduit les chances d'hivernage, en particulier en cas d'une forte infestation. Il faudrait donc en août et en septembre tuer au moins 80% des acariens avec des mesures de lutte adéquates si l'on veut que le couvain des abeilles d'hiver soit le plus faiblement parasité. Il faut aussi prendre une mesure de lutte supplémentaire en hiver, pendant la période sans couvain, afin d'abaisser le nombre d'acariens restant en dessous de 50 individus par colonie. Durant l'été, la population de varroas peut être tenue à un bas niveau au moyen de mesures de soins, comme la formation de jeunes colonies et le découpage du couvain de faux bourdons en mai et en juin. En surveillant constamment la chute naturelle des varroas, le degré d'infestation peut être contrôlé et des mesures de lutte adéquates peuvent être prises à temps ⁶⁸.

6.8.2 Sélection de reines pour un bon comportement de nettoyage

Lorsque les abeilles d'âge moyen repèrent des larves malades, déchirent l'opercule et évacuent la larve malade, elles contribuent par leur comportement à réduire la pression de l'infection. Les colonies avec un comportement de nettoyage marqué sont souvent plus résistantes contre la loque américaine, le couvain calcifié et la loque européenne. Avec des tests adaptés, il est possible de relever cette caractéristique dans les colonies et de les sélectionner par des mesures d'élevage. Les résultats se font ressentir en l'espace de quelques générations seulement (fig. 58 et 59) ^{133-135 ; 137}.



Couvain évacué après le test de l'aiguille pour évaluer le comportement de nettoyage

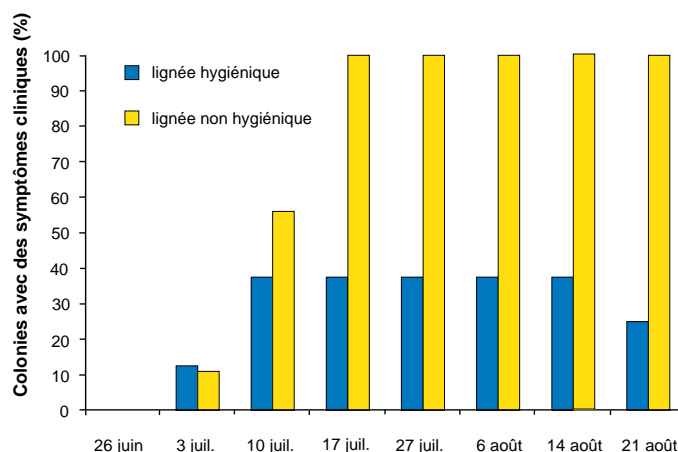


Fig. 58: Comportement de nettoyage et recrudescence de la loque américaine.

Une lignée d'élevage avec un bon comportement de nettoyage, qui a évacué un morceau de couvain congelé à 95 - 100% en l'espace de deux jours (n = 8), a été comparée à une lignée au mauvais comportement de nettoyage qui, pour la même activité de nettoyage, a mis 6 jours (n = 9). Toutes les colonies ont été infectées par un morceau de couvain atteint de loque américaine. A la fin de l'essai, seules 2 colonies sur 8 de la lignée au bon comportement hygiénique présentaient des symptômes cliniques de la loque américaine, alors que dans l'autre lignée, toutes les colonies en étaient atteintes (Spivak et Reuter, 2001).

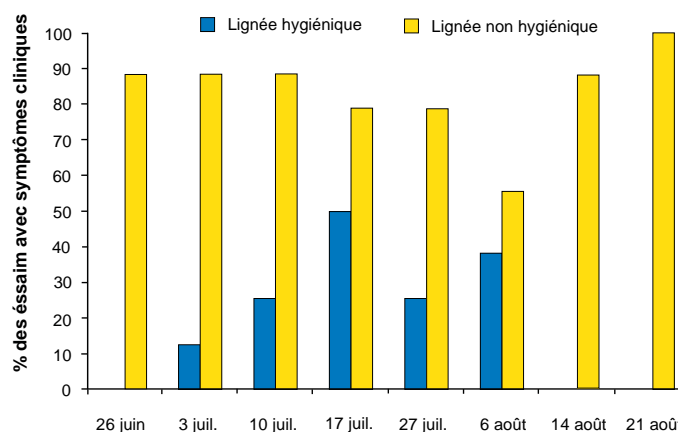


Fig. 59 Comportement de nettoyage et couvain calcifié.

Des colonies naturellement infectées par le couvain calcifié ont été examinées pendant toute la période d'essai quant aux symptômes cliniques de la maladie. La différence d'infection entre le groupe de colonies avec un bon comportement de nettoyage et le groupe avec un mauvais comportement de nettoyage est évidente et montre clairement qu'un bon comportement hygiénique contribue de façon déterminante à la disparition d'une infection de couvain calcifié (Spivak et Reuter, 2001).

Sommaire sur les mesures apicoles

Les mesures apicoles appliquées pour favoriser le développement de la colonie ne sont judicieuses que si elles contribuent à la vitalité des abeilles. En principe, plus les colonies sont fortes pour hiverner, plus elles sortiront de l'hivernage dans de bonnes conditions. Ce principe de base peut toutefois être remis en question par une prévoyance sanitaire insuffisante, par exemple des mesures de lutte contre les varroas insuffisantes ou par l'utilisation d'un emplacement offrant peu de ressources en pollen et en nectar.

Les nourrissements stimulants ou les nourrissements entre les miellées au moyen de solutions d'eau sucrée, de pollen et de substituts de pollen peuvent, sous nos latitudes, se révéler sans aucun effet stimulant sur le développement de la colonie. N'occasionnant que du travail et des coûts inutiles, ils devraient être abandonnés. Dans le cas cependant où une colonie souffrait de faim, il faut procéder immédiatement à un nourrissage afin d'empêcher des troubles importants dans le développement de la colonie, voire sa perte.

Les vives discussions parmi les apiculteurs-trices sur la taille des cadres ou le type de ruche ne doivent pas être surestimées. Les abeilles se débrouillent parfaitement avec tous les types de ruche usuels et les différentes tailles de cadre. Aucune influence essentielle sur le développement de la colonie n'a été observée. Lors du choix d'une ruche, il faut donc plutôt tenir compte de la conduite du rucher, des aspects techniques, des conditions de miellée et des méthodes de lutte contre les varroas.

Le contrôle de l'essaimage par la formation de jeunes colonies joue un rôle primordial dans le développement de la colonie et l'exploitation optimale de la miellée. Le plus aisé est de contrôler l'essaimage par le biais des nucléi, étant donné qu'aucun élevage de reines n'est nécessaire. Comparé à l'essaimage artificiel, il y a moins de risques de pertes avec la méthode des nucléi.

Dans le cas des colonies de production, un pic de développement pendant les périodes de miellée avec une offre abondante garantit des récoltes importantes. Celui-ci peut être retardé par la formation de nucléi. Les jeunes colonies doivent être mises dans un rucher séparé afin que les pertes des colonies de production dues à des maladies ou à d'autres causes puissent être compensées au printemps suivant.

Il faut à tout prix empêcher l'augmentation dangereuse de la population de varroas par des mesures de soins telles que le découpage du couvain de faux bourdons ou la formation de jeunes colonies et, après la miellée, par une lutte efficace et effectuée à temps. Ce n'est qu'ainsi que les abeilles d'hiver seront saines et que l'hivernage s'effectuera dans de bonnes conditions.

Un bon comportement de nettoyage des abeilles est important surtout pour prévenir les maladies du couvain. Une sélection sur ce caractère est possible.

7. Résumé

Le développement de la colonie est influencé par divers facteurs. Le mécanisme de pilotage à la base de l'augmentation et de la réduction impressionnantes de la population pendant la saison apicole de même que de la transition des abeilles d'été aux abeilles d'hiver est déterminé génétiquement et régulé physiologiquement. Des stimuli provenant de l'environnement influencent le programme génétique et sont responsables des variations observées d'une année à l'autre. Parmi ces stimuli, certains sont plus importants et déterminants que d'autres, par exemple l'emplacement avec des sources de pollen et de nectar abondantes durant toute la saison apicole, la formation de jeunes colonies pour éviter l'essaimage, l'apport de nourriture pour l'hivernage de même que le diagnostic précoce et la lutte contre les parasites et les maladies. D'autres paramètres tels que la durée de vie des abeilles et le comportement de nettoyage (résistance aux maladies) peuvent être influencés par le biais de l'élevage.

Les conditions climatiques variables engendrent des différences d'une année à l'autre dans le développement d'une colonie. Le temps au printemps en particulier exerce une influence importante. Alors que les autres facteurs peuvent être influencés par les apiculteurs, il est impossible d'influencer la météo.

Diverses mesures apicoles pour stimuler le développement de la colonie, qui sont encore préconisées dans de nombreux livres d'apiculture, tels que le nourrissage stimulant, le nourrissage entre les miellées ou le nourrissage au pollen, sont sans effet et occasionnent du travail et des coûts inutiles. En cas de famine, la situation est évidemment différente. Le type de ruche et la taille des cadres n'ont également aucune influence sur le développement de la colonie, mais en revanche ils ont leur importance dans la conduite du rucher.

Comme mentionné dans l'introduction, il n'est pas possible de pratiquer une apiculture vouée au succès si les colonies ne sont pas pleines de vitalité. Or, ce n'est pas la force maximale de la colonie qui est déterminante, mais bien plus la santé et la vitalité des colonies avec une forte population sur l'ensemble de l'année. La population à la mise en hivernage et à la sortie d'hivernage en est un indicateur important.

Les connaissances de base sur le développement des colonies résumées ici doivent contribuer à remettre en question sa propre conduite du rucher pour atteindre un développement optimal des colonies et prendre les mesures de correction nécessaires.

Avec la «méthode d'évaluation de Liebefeld», il est possible de relever la dynamique de la population d'une colonie. Elle sert aussi à contrôler l'effet des mesures apicoles prises ou l'impact des pesticides sur le développement de la colonie. Le chapitre 8 décrit comment procéder et quelles informations peuvent être obtenues sur le développement de la colonie par les données brutes relevées.

8. Evaluation de la force de la colonie



Mesure de population avec saisie électronique des données

8.1 Développement de la méthode

En 1850 déjà, Berlepsch 7 a relevé le taux de ponte des reines à différentes périodes et en a conclu que dans une colonie en bonne santé, une reine pondait au printemps et en été environ 1200 œufs par jour. Le pasteur Gerstung 54 a écrit en 1890 une brochure intitulée «Das Grundgesetz der Brut- und Volkentwicklung der Bienen» (Principes fondamentaux du développement du couvain et de la colonie) et a mentionné que ce n'est qu'avec ces connaissances que l'on peut exercer une apiculture rationnelle et profitable. Dans les années 1920, Brünnich 10 a relevé dans 16 colonies sur plusieurs années le développement du couvain pendant toute la saison apicole. Le nombre d'abeilles élevées fluctuait entre 66 000 et 149 000. Les premières mesures complètes portant sur le développement du couvain ont été effectuées par l'Américain Nolan 119. Il est arrivé à des taux de ponte quotidiens moyens un peu plus bas que ceux de Berlepsch. Fin mai 1920 et 1921, les 5 et 12 colonies observées avaient en moyenne respectivement 58 dm² et 31 dm² de couvain operculé. Jusqu'à ce jour, seul le couvain élevé avait été relevé et on supposait que l'ensemble du couvain avait donné naissance à des abeilles. Farrar 31, quant à lui, voulut avoir des indications plus précises sur la population d'abeilles adultes et releva celle-ci au moment de la récolte de miel. Il balaya séparément 131 colonies dans une caisse les abeilles et en détermina leur poids. En mesurant le poids moyen d'une abeille, il a pu déterminer très précisément la force d'une colonie. Cette méthode exigeait toutefois beaucoup de travail et de temps. Il dénombra entre 10 000 et 60 000 abeilles par

colonie. Jeffrey 77 mit au point une méthode d'évaluation de la population d'abeilles adultes en photographiant les cadres et compara le nombre d'abeilles estimé à celui obtenu par la détermination du poids. Il obtint une erreur d'évaluation de moins de 10%. Selon ses évaluations, la force maximale d'une colonie en bonne santé au moment de la récolte dans le comté d'Aberdeen (Ecosse) se situait entre 30'000 et 40 000 abeilles 78. Mc Lellan 111 estima en 1978 en Ecosse la même force de colonie maximale et une force d'hivernage moyenne de 13 000 abeilles. Gerig et Wille 50 mirent au point au Centre de recherches apicoles à Liebefeld dans les années 1970 la «méthode d'évaluation de Liebefeld». Elle permet d'évaluer rapidement le développement de la colonie sur de longues périodes. Cette méthode est aujourd'hui un instrument essentiel dans la recherche apicole appliquée et permet de répondre entre autres aux questions suivantes:

Combien y a-t-il réellement d'abeilles dans la ruche? Une colonie a-t-elle au plus fort de son développement 30'000 ou 60'000 abeilles? Combien d'abeilles une colonie a-t-elle à l'entrée et au sortir de l'hivernage? Quand la colonie a-t-elle le plus de couvain? Combien d'ouvrières et de faux bourdons une colonie élève-t-elle pendant toute la saison apicole? Quel impact sur le développement de la colonie les interventions de l'apiculteur-trice ont-elles? Certains pesticides sont-ils toxiques pour les abeilles?

Afin de répondre à ces questions de façon fiable, le nombre d'abeilles, le couvain operculé et le couvain ouvert doivent être déterminés le plus précisément possible. Si l'on veut surveiller le développement de la colonie pendant toute la saison, ces mesures doivent être répétées toutes les trois semaines (durée de développement des ouvrières). L'utilisation de la méthode et les données que l'on peut obtenir avec celle-ci sont décrites ci-après.

8.2 Méthode d'évaluation de Liebefeld

Avec cette méthode, on estime le nombre d'abeilles et la surface de couvain ouvert et operculé sur chaque face de cadre. Si l'on désire déterminer la force exacte de la colonie, il faut effectuer l'évaluation tôt le matin avant l'envol des butineuses. Lors d'études de grande ampleur, c'est souvent impossible faute de temps. Dans de tels cas, on compare surtout les valeurs moyennes des groupes-tests. Ce n'est pas le nombre absolu, mais la comparaison relative qui est déterminante. Il est cependant important que la comparaison soit effectuée dans les mêmes conditions de vol. Afin de comparer l'influence des fluctuations lors de l'activité de vol, il faudrait évaluer en alternance des colonies des divers groupes d'essai. L'idéal est d'effectuer l'évaluation à deux: une personne évalue et l'autre écrit les évaluations. Les données sont soit inscrites sur papier soit directement introduites dans l'ordinateur.

8.2.1 Evaluation du nombre d'abeilles

Un cadre recouvert d'une couche d'abeilles compte environ par face, cadre en bois compris, 1 200 abeilles pour les ruches suisses et 1 400 abeilles pour les ruches Dadant (pour les autres types de ruche, cf. Tabl. 4). Si le taux d'occupation est plus faible ou s'il y a moins d'abeilles sur l'ensemble du cadre, on regroupe ces abeilles de façon imaginaire dans un coin du cadre. Ce schéma permet d'estimer le nombre d'abeilles séjournant sur le cadre en fonction de la surface recouverte d'abeilles. Sur une surface de cadre de 1 dm² se trouvent environ 130 abeilles. Si cependant toutes les abeilles enfoncent leur tête dans les cellules, ce nombre peut atteindre 400. Il faut tenir compte de cette différence lors de l'évaluation. Sur les parois de la ruche, on dénombre selon la saison et la colonie de 500 à 3 000 abeilles. Le mieux dans ce cas est d'évaluer les surfaces occupées par les abeilles. Une grappe moyenne d'abeilles de 12 x 6 x 3 cm est formée d'environ 750 abeilles. Afin d'effectuer le plus rapidement possible des évaluations exactes et reproductibles, il est recommandé de comparer le résultat de l'évaluation avec la mesure du poids. A cet effet, on balaie les abeilles dans une caisse immédiatement après l'évaluation. On isole ensuite 100 abeilles et on les pèse. Le poids de toutes les abeilles est divisé par le poids des 100 abeilles et multiplié par 100, ce qui donne le nombre de toutes les abeilles de la colonie. Ce travail de calibration est absolument nécessaire pour un apiculteur qui débute.

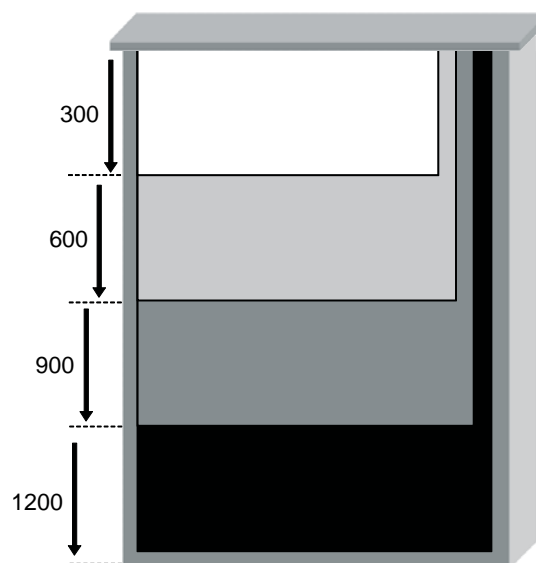


Fig. 60: Estimation du nombre d'abeilles.

Pour estimer le nombre d'abeilles, on calcule la surface du cadre recouverte d'abeilles. Pour faire une estimation correcte, un débutant doit procéder à un calibrage en balayant les abeilles d'une colonie dans une caisse à essaim. Après avoir déterminé le poids net des abeilles, on peut déterminer au moyen du poids moyen d'une abeille le nombre exact d'abeilles.

Type de cadres	Surface (dm ²) par face de cadre de corps	Nombre d'abeilles par face de cadre de corps occupé
Ruche suisse	9	1200
Dadant-Blatt	11	1400
Norme allemande	7	900
Langstroth	8	1100
Zander	8	1000

Tabl. 4: Valeurs de référence pour l'estimation du nombre d'abeilles pour différents types de cadres



Cadre de corps Dadant

8.2.2 Evaluation de la surface du couvain

Après l'évaluation des abeilles, on évalue ensuite sur le même cadre d'abord la surface du couvain operculé puis celle du couvain ouvert (fig. 61). On peut s'aider d'un cadre divisé en décimètre carré par une ficelle en nylon (fig. 62) ou d'une règle graduée pour estimer la surface des deux types de couvain. On superpose le «cadre-étalon» sur les surfaces de couvain à estimer de sorte que le couvain se trouve en majorité à l'intérieur des champs délimités par les ficelles. Il peut être parfois nécessaire de regrouper les petites surfaces de couvain de manière imaginaire en surface compacte. Si la surface de couvain est parsemée de cellules vides, on évalue le pourcentage de cellules occupées par champ et on corrige la surface totale. A force d'exercices, on peut renoncer à ce moyen. Dans ce cas aussi, l'évaluateur doit effectuer un calibrage en reproduisant sur une feuille transparente les surfaces de quelques colonies, en mesurant et finalement en comparant les résultats de l'évaluation.

8.2.3 Déroulement de l'évaluation

Après avoir enfumé la colonie, on l'ouvre et on secoue les abeilles qui se trouvent sur la fenêtre ou le plateau couvre-cadres dans la ruche. Dans les ruches se visitant par l'arrière, on évalue le nombre d'abeilles cadre après cadre et on suspend ceux-ci sur le porte-cadres. Avant de remettre les cadres dans la ruche, il faut évaluer les abeilles sur les parois de la ruche. Dans les ruches s'ouvrant par le dessus, si tous les cadres sont occupés, on évalue d'abord le nombre d'abeilles et la surface du couvain sur le premier cadre du bord. Ensuite, on pose ce cadre à côté de la ruche. Après l'évaluation d'un cadre, on suspend celui-ci à l'emplacement du cadre précédent. Les cadres ont été ainsi décalés d'une position et le cadre de bord qu'on avait posé à côté de la ruche est réintroduit en fin d'estimation dans la position encore vide. Dans les colonies avec plusieurs hausses, les hausses du haut sont enlevées. On évalue d'abord la hausse du bas, ensuite on met la hausse suivante et on continue l'évaluation. Là aussi, il faut évaluer les abeilles qui sont sur les parois de la ruche et sur le fond grillagé.

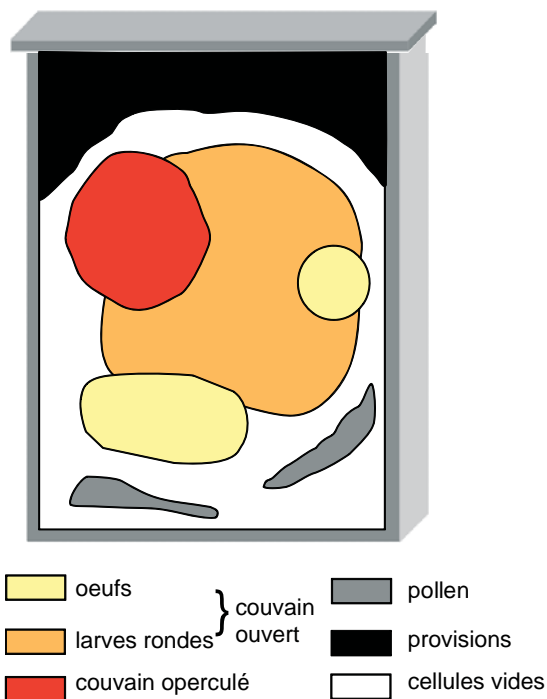


Fig. 61: Estimation de la surface de couvain.

Lors de l'évaluation de la surface de couvain, la proportion de couvain ouvert et celle de couvain operculé sont déterminées séparément.

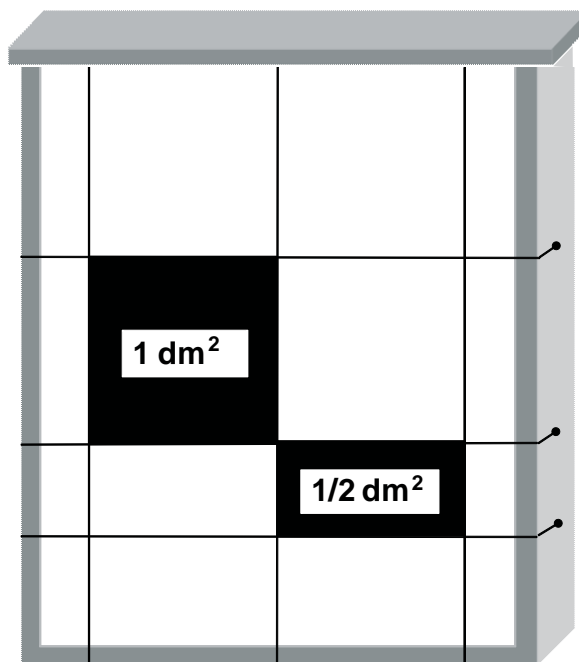


Fig. 62: Instrument pour l'estimation de la surface de couvain.

La surface de couvain peut être déterminée au moyen d'un cadre dont la surface est subdivisée en dm². On peut aussi utiliser à la place de ce cadre un mètre-ruban.

8.2.4 Exactitude de la méthode d'évaluation de Liebefeld

En 1984, la précision de cette méthode a été vérifiée dans deux colonies pendant toute la saison apicole. Les colonies ont d'abord été évaluées à un intervalle de trois semaines tôt le matin avant l'envol des butineuses. Ensuite, elles ont été pesées et les surfaces de couvain mesurées planimétriquement. Le résultat de l'évaluation corrélait très bien avec les résultats de mesure du nombre d'abeilles ($r^2 = 0.967$, $n = 18$) et du couvain operculé ($r^2 = 0.987$). Quant à l'évaluation du couvain ouvert, elle corrélait moins bien avec les mesures ($r^2 = 0.654$). Le total de la surface de couvain évaluée par colonie tout au long de la période d'essai était trop élevé de respectivement 1,6% et 5,4%. Le nombre d'abeilles a été régulièrement sous-évalué lors de cette vérification. Cela a ensuite été corrigé en augmentant la valeur de référence du nombre d'abeilles par dm^2 de 120 à 130.

On a toujours supposé que les interventions dues aux évaluations, en particulier au printemps à des températures de 10 à 15°C, se répercutaient négativement sur le développement de la colonie. Imdorf et Maquelin 72 ont étudié cette question en comparant le développement des colonies de divers groupes qui ont été évalués soit à partir de la fin mars toutes les 3 semaines ou dont la première évaluation a été effectuée seulement en mai. Ils n'ont constaté aucune différence entre les groupes dans le développement printanier des colonies. Aussi peut-on considérer les perturbations dues aux évaluations comme ayant peu ou pas d'impact sur le développement des colonies.

8.2.5 Pas uniquement un outil pour les scientifiques!

En évaluant deux ou trois colonies à intervalle de trois semaines tout au long de la saison apicole, l'apiculteur débutant peut aussi se faire une idée du développement de ses colonies qu'aucun livre ne lui procurera. Ces expériences constituent la base d'une gestion des colonies appropriée et d'une conduite du rucher tournée vers le succès.

8.2.6 Exercices d'évaluation

C'est en forgeant que l'on devient forgeron! Ce proverbe convient aussi pour l'évaluation des colonies d'abeilles. Il faut exercer son œil. Sur le site du Centre de recherches apicoles se trouvent des exercices pour s'entraîner à évaluer les colonies www.apis.admin.ch sous «Biologie», «Développement des populations» et «Exercices d'évaluation online».

8.2.7 Aperçu annuel du développement des colonies

Les données brutes des abeilles et du couvain obtenues pendant la saison apicole à intervalle de trois semaines peuvent être représentées graphiquement. Le nombre d'abeilles et de cellules occupées du couvain ouvert et du couvain operculé fournit des informations sur l'état de la colonie le jour de l'évaluation. Si on relie ces mesures ponctuelles entre elles sur l'axe du temps, l'évolution de la colonie concernée pendant toute la saison apicole peut être visualisée (fig. 63).

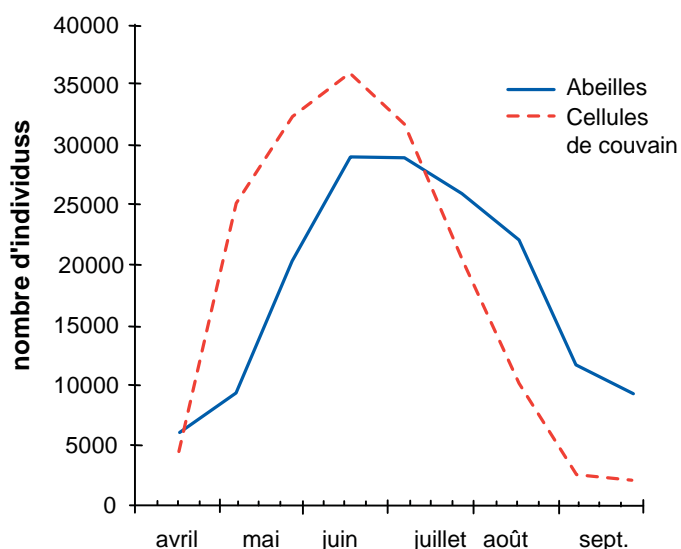


Fig. 63: Représentation graphique des données relevées. Représentation graphique des données brutes des 9 estimations effectuées à intervalles de 3 semaines de début avril à fin septembre 1984. Les évaluations ont été entreprises tôt le matin avant l'envol. Le graphique montre le développement et le recul de la force de la colonie (couvain et population d'abeilles).

8.3 Indicateurs de la dynamique des populations

Les données brutes renferment des informations sur d'autres processus du développement de la colonie qui ne sont pas reconnaissables au premier coup d'œil, mais peuvent être rendus en partie visibles avec des calculs et des graphiques simples 17 ; 18. Les chiffres les plus importants, relatifs au développement des colonies en Europe centrale, sont résumés dans le tableau 5.

Tabl. 5: Chiffres-clés relatifs au développement de colonies en Europe centrale

Paramètres	Nombre d'abeilles
Population lors de la mise en hivernage	8000 – 15000
Perte hivernale normale	2000 – 3000
Population lors de la sortie d'hivernage	5000 – 13000
Pic de population en été	25000 – 40000
Nombre de jeunes abeilles élevées par saison	130000 – 200000

8.3.1 Croissance et déclin

Le nombre d'ouvrières d'une colonie augmente tous les jours. Simultanément, des abeilles meurent. A partir du nombre de cellules de couvain et d'abeilles estimé un certain jour, il est possible de calculer et de représenter (fig. 64) pour un intervalle de trois semaines entre deux estimations le taux moyen de croissance quotidien (nombre de cellules de couvain divisé par le nombre de jours jusqu'à la prochaine estimation) ou le taux de mortalité (nombre de cellule de couvain du premier jour d'estimation moins le bilan entre le nombre d'abeilles à la fin et au début de l'intervalle entre deux estimations). Si le taux de croissance est supérieur au taux de mortalité, le bilan est positif et la force de la colonie augmente ; dans le cas contraire, elle diminue. Le développement d'une colonie est donc un processus dynamique.

8.3.2 Activité de soin au couvain

Le moment critique de l'activité de soins des ouvrières se situe souvent au printemps lorsqu'un nombre insuffisant de nourrices doit soigner un couvain en constante augmentation. Dans des cas extrêmes, il arrive que le couvain soit insuffisamment soigné permettant à des maladies du couvain de se propager, comme le couvain calcifié ou la loque européenne. Cette surcharge de travail peut être estimée pour chaque jour d'évaluation en déterminant les cellules de couvain ouvert par 100 abeilles. La phase critique de l'élevage du couvain se situe le plus souvent entre mi-avril et mi-mai. A ce moment, l'indicateur exprimé en pourcent dépasse souvent 100%. Autrement dit, une abeille doit soigner en moyenne plus d'une cellule ouverte contenant du couvain. Or, toutes les abeilles présentes ne soignent pas le couvain; autrement dit survient à cette époque une surcharge considérable de travail pour les nourrices. C'est pourquoi, un bon hivernage des colonies, c'est-à-dire une population d'abeilles élevée au sortir de l'hivernage, est très important. Cela pourrait aussi représenter un critère de sélection pour l'élevage de colonies vitales (évaluation d'un plus grand nombre de colonies).

Un autre indicateur de l'activité de soins d'une colonie est la production annuelle de couvain. Elle correspond à la somme de toutes les estimations de la quantité de couvain, à condition que les estimations aient été faites à des intervalles de temps réguliers de 21 jours. Dans le cas d'un développement normal des colonies sans interruption de l'élevage du couvain, les valeurs se situent entre 130 000 et 200 000 abeilles élevées. Davantage de couvain ne signifie pas toujours davantage d'abeilles, la force de la colonie dépendant aussi de la durée de vie des abeilles.

8.3.3 Espérance de vie

L'espérance de vie moyenne signifie que la moitié des abeilles qui éclosent au moment de l'estimation vivra au moins autant de jours. Ce nombre est calculé selon un modèle mathématique¹⁸. A l'exemple des colonies 4 et 8, qui ont élevé chacune environ 160 000 abeilles, on a déterminé un développement théorique de la colonie à partir du nombre d'abeilles au sortir de l'hivernage et de la croissance. Les lignes rouges montrent le développement calculé pour des survies moyennes d'ouvrières comprises entre 15 et 30 jours. Dans la colonie 4, les abeilles d'été avaient une espérance de vie d'environ 20 jours et dans la colonie 8 d'environ 30 jours (fig. 65 et 66).

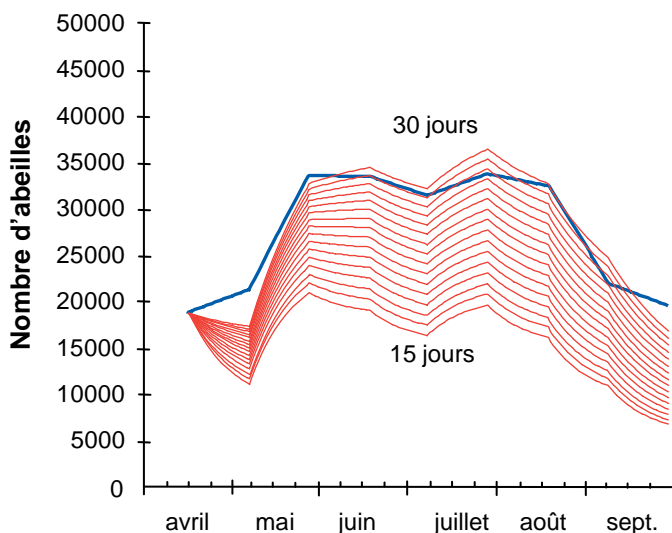
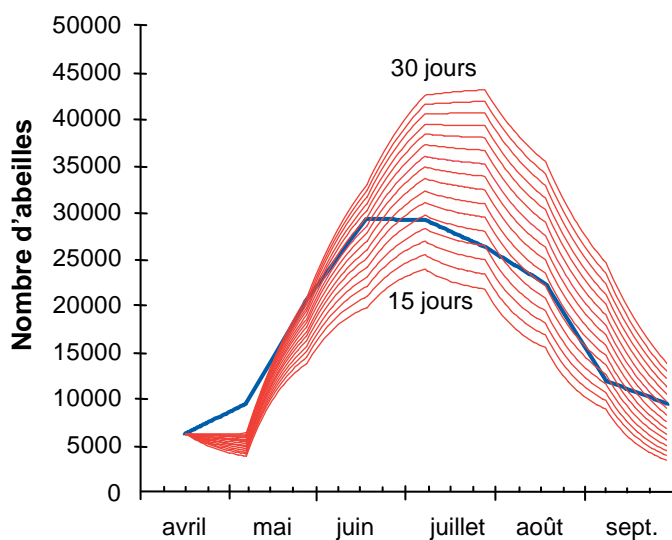


Fig. 65 et 66: Durée de vie et développement des colonies.

Les colonies 4 (fig. 65) et 8 (fig. 66) ont enregistré un développement complètement différent (ligne bleue épaisse), bien qu'avec 160 000 cellules de couvain elles aient élevé le même nombre d'abeilles durant la saison. Les fines lignes rouges montrent le développement calculé de la colonie avec une durée de vie moyenne différente entre 15 à 30 jours. On ne connaît pas la raison pour cette différence de longévité. Cependant, vu qu'elles étaient dans le même rucher, on peut exclure un effet dominant de l'environnement.

8.3.4 Potentiel d'une colonie d'abeilles

Les jours-abeilles sont une mesure pour le potentiel de performance et de travail d'une colonie d'abeilles et sont comparables au potentiel de travail d'une société en jours de travail par chantier. Le nombre se calcule à partir de la valeur moyenne du nombre d'abeilles du premier et du dernier jour d'un intervalle d'estimation, multiplié par le nombre de jour de l'intervalle. Si l'on additionne le nombre de jours-abeilles pour chaque intervalle d'estimation, on obtient le potentiel de performance annuel d'une colonie d'abeilles. Si l'on compare les deux colonies d'abeilles 4 et 8 (fig. 65 et 66), on constate que le potentiel de performance de la colonie 4 était un tiers inférieur (3,2 millions de jours-abeilles) à celui de la colonie 8 (4,6 millions). En présence d'une bonne miellée, cela pourrait avoir un impact sur la récolte de miel³¹ (fig. 21).

8.3.5 Feuille annuelle

Sur la feuille annuelle sont représentées les données brutes du développement de la colonie, relevées au moyen des estimations de population, de même que toutes les valeurs calculées pour le développement de la colonie (cf. exemple, tableaux 6 et 7). La façon de relever les valeurs relatives à la dynamique des populations a été résumée en 1997 par Bühlmann dans une communication du Centre de recherches apicoles¹⁸.

Tab 6: feuille annuelle relative au développement de la colonie 4 pour l'année 1984

Feuille annuelle 1984, Liebefeld, Colonie 4												
Date	17 avril	8 mai	29 mai	19 juin	9 juillet	30 juillet	20 août	10 sept.	1 octobre	22 octobre		
Abeilles	6178	9331	20317	29082	28976	26045	22117	11761	9387			
Cellules de couvain	4552	25208	32416	36080	31608	20284	11808	2584	2100			
Couvain ouvert	4008	12664	14528	14120	14364	7624	5112	1316	1436			
Couvain operculé	544	12544	17888	21960	17244	12660	6696	1268	664			
Cv. ouvert/Cv. total (%)	88	50	45	39	45	38	43	51	68			
Cv. ouvert/abeilles (%)	65	136	72	49	50	29	23	11	15			
Espérance de vie	29	14	19	17	18	23	21					
Intervalle	21	21	21	20	21	21	21	21	21			
Jours abeilles	162845	311304	518690	580580	577721	505701	355719	222054				
Jours abeilles /croissance	36	12	16	17	18	25	30	86				
Croissance	4552	25208	32416	34362	31608	20284	11808	2584	2100			
Par jour	217	1200	1544	1718	1505	966	562	123	100			
Diminution	-1399	-14222	-23651	-34468	-34539	-24212	-22164	-4958				
Par jour	-67	-677	-1126	-1723	-1645	-1153	-1055	-236				
Bilan	3153	10986	8765	-106	-2931	-3928	-10356	-2374				
Par jour	150	523	417	-5	-140	-187	-493	-113				
% du couvain annuel	3	18	37	59	78	90	97	99	100			
Couvain Total	27 mars - 1 octobre 1984		166640 cellules									
Intervalle	17 avril - 1 octobre 1984		167 jours									
Force de la colonie	17 avril - 1 octobre 1984		3234613 jours abeilles									
Jours abeilles/croissance	17 avril - 1 octobre 1984		20 Tage									
Croissance brute	17 avril - 1 octobre 1984		162822 abeilles									
Perte brut	17 avril - 1 octobre 1984		159613 abeilles									
Bilan	17 avril - 1 octobre 1984		3209 abeilles									
Remarque	mesuré											

Tab 7: feuille annuelle relative au développement de la colonie 8 pour l'année 1984

Feuille annuelle 1984, Liebefeld, Colonie 8

Date	17 avril	8 mai	29 mai	19 juin	9 juillet	30 juillet	20 août	10 sept.	1 octobre	22 octobre
Abeilles	17480	20029	32897	32777	30610	33078	31745	20722	18172	
Cellules de couvain	10568	34476	25812	20068	29160	20532	11484	5472	1228	
Couvain ouvert	6100	18188	6076	9172	11296	5420	3716	2500	792	
Couvain operculé	4468	16288	19736	10896	17864	15112	7768	2972	436	
Cv. ouvert/Cv. total (%)	58	53	24	46	39	26	32	46	64	
Cv. ouvert/abeilles (%)	35	91	18	28	37	16	12	12	4	
Espérance de vie	31	20	28	30	25	32				
Intervalle	21	21	21	21	20	21	21	21	21	21
Jours abeilles	393845	555723	689577	633870	668724	680642	550904	408387		
Jours abeilles/croissance	37	16	27	33	33	23	48	75		
Croissance	10568	34476	25812	19112	29160	20532	11484	5472	1228	
Par jour	504	1642	1229	956	1389	978	574	261	58	
Diminution	-8019	-21608	-25932	-21279	-26692	-21865	-22507	-8022		
Par jour	-382	-1029	-1235	-1064	-1271	-1041	-1072	-382		
Bilan	2549	12868	-120	-2167	2468	-1333	-11023	-2550		
Par jour	121	613	-6	-108	118	-63	-525	-121		
% du couvain annuel	7	28	45	57	76	89	96	99	100	
Couvain Total	27 mars - 1 octobre 1984		158800 cellules							
Intervalle	17 avril - 1 octobre 1984		167 jours							
Force de la colonie	17 avril - 1 octobre 1984		4'581'671 jours abeilles							
Jours abeilles/croissance	17 avril - 1 octobre 1984		29 Tage							
Croissance brute	17 avril - 1 octobre 1984		156616 abeilles							
Perte brut	17 avril - 1 octobre 1984		159924 abeilles							
Bilan	17 avril - 1 octobre 1984		692 abeilles							
Remarque	mesuré									

Apiculteur			Rucher			Date		
Remarque:							Colonie	
	Corps			Hausse			Couvain mâles	Remarques
	Abeilles	Cv. operc.	Cv. ouvert	Abeilles	Cv. operc.	Cv. ouvert		
Cadre 1 a								
1 b								
2 a								
2 b								
3 a								
3 b								
4 a								
4 b								
5 a								
5 b								
6 a								
6 b								
7 a								
7 b								
8 a								
8 b								
9 a								
9 b								
10 a								
10 b								
11 a								
11 b								
12 a								
12 b								
13 a								
13 b								
Parois								
Total				↓	↓	↓		

9. Sources

9.1 Littérature

1. Aegerter, C. (1988) Das Trachtangebot verändert die Volkentwicklung, Schweiz. Bienenztg. 111 (5): 249-254.
2. Avitabile, A. (1978) Brood rearing in honeybee colonies from late autumn to early spring, J. Apic. Res. 17 (2): 69-73.
3. Bailey, L. (1961) The natural incidence of *Acarapis woodi* (Rennie) and the winter mortality of honeybee colonies, Bee World 42 (4): 96-100.
4. Bailey, L. (1966) The effect of acid-hydrolysed sucrose on honeybees, J. Apic. Res. 5 (3): 127-136.
5. Bailey, L. ; Lee, D.C. (1959) The effect of infestation with *Acarapis woodi* (Rennie) on the mortality of honey bees, J. Insect Pathol. 1 (1): 15-24.
6. Belloy, L.; Imdorf, A. ; Fries, I. ; Forsgren, E. ; Berthoud, H. ; Kuhn, R. ; Charrière, J.D. (2007) Spatial distribution of *Melissococcus plutonius* in adult honey bees collected from apiaries and colonies with and without symptoms of European foulbrood, Apidologie 38 (2): 136-140.
7. Berlepsch, A. (1873) Die Biene und ihre Zucht mit beweglichen Waben in Gegenden ohne Spätsommertracht. Schneider, Mannheim.
8. Bretschko, J. (1985) Naturgemässe Bienenzucht. Entscheidungshilfen für eine erfolgreiche, erwerbsorientierte Imkerei (in verschiedenen Magazinstocksystemen). Leopold Stocker Verlag, Graz.
9. Brückner, D. (1979) Effects of inbreeding on worker honeybees, Bee World 60 (3): 137-140.
10. Brünnich, K. (1922) Graphische Darstellung der Legetätigkeit einer Bienenkönigin, Arch. Bienenk. 4 (4): 137-147.
11. Büchler, R. (1992) Population dynamics of honeybee colonies with regard to *Varroa jacobsoni* infestation level, Apidologie 23(4): 377-379.
12. Büchler, R. (1996) Erzeugung von Naturbau und mögliche Auswirkungen auf die Volkentwicklung, ADIZ 30(2): 20-23.
13. Büchler, R. (1997) Der Einsatz von Ameisensäure - Applikatoren in Holz-Magazinbeuten, Die Biene 133 (2): 9-12.
14. Büchler, R. (1997) Ergebnisse zur Selektion auf *Varroa*-toleranz, D. Bienen J. 5 (8): 325-328.
15. Büchler, R. (1998) Vergleichende Untersuchung von Volkentwicklung, Flugaktivität und Pollensammelverhalten verschiedener *Apis mellifera carnica*- und *Apis mellifera mellifera* - Herkünfte, Apidologie 29 (5): 465-467.
16. Bühler, A. ; Lanzrein, B. and Wille, H. (1983) Influence of temperature and carbon dioxide concentration on juvenile hormone titre and dependent parameters of adult worker honeybees, *Apis mellifera* L., J. Insect Physiol. 29(12): 885-893.
17. Bühlmann, G. (1992) Visualization of honey bee colony development based on brood area and adult bee numbers. In: J. Billen (Ed.), *Biology and Evolution of Social Insects*, Leuven (Belgium), pp. 75-80.
18. Bühlmann, G. (1997) Jahrbuch - Standardtabelle und Berechnungen zum Entwicklungsverlauf von Bienenvölkern; Version dBASE IV, Mitt. Schweiz. Zentrum Bienenforsch. (22):1 - 46.
19. Burnside, C. E. (1928) A septicemic condition of adult bees, J. Econ. Entomol. 21 (2): 379-386.
20. Butler, C. G. (1946) The provision of supplementary food to hive bees, Ann. Appl. Biol. 33 (3): 307-309.
21. Calderone, N. W.; Fondrk, M. K. (1991) Selection for high and low, colony weight gain in the honey bee, *Apis mellifera*, using selected queens and random males, Apidologie 22 (1): 49-60.
22. Chen, Y. P.; Siede, R. (2007) Honey bee viruses, *Advances Virus Res.* 70: 33-80.
23. Cherednikov, A. V. (1967) Photoperiodism in the honeybee, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae), Entom. Review 46: 33-37.
24. Cutler, G. C. ; Scott-Dupree, C. D. (2007) Exposure to clothianidin seed-treated canola has no long-term impact on honey bees, J. Econ. Entomol. 100 (3): 765-772.
25. de Jong, D. ; Soares, A. E. E. (1997) An isolated population of Italian bees that has survived *Varroa jacobsoni* infestation without treatment for over 12 years., Am. Bee J. 137(10): 742-745.
26. Dettli, M. (2007) Bienenzucht ohne Varroabehandlung, Vergleich Naturbau – Mittelwand; Zwischenbericht 2006, (<http://www.summ-summ.ch>): 19-24.
27. Dreller, C.; Page, R. E. and Fondrk, M. K. (1999) Regulation of pollen foraging in honeybee colonies: effects of young brood, stored pollen, and empty space, Behav. Ecol. Sociobiol. 45 (3-4): 227-233.
28. Eckert, C. D.; Winston, M. L.; Ydenberg, R. C. (1994) The relationship between population size, amount of brood, and individual foraging behaviour in the honey bee, *Apis mellifera* L., Oecologia 97 (2): 248-255.

29. Eischen, F. A.; Rothenbühler, W. C. ; Kulinčević, J. M. (1984) Some effects of nursing on nurse bees, *J. Apic. Res.* 23 (2): 90-93.
30. El-Deeb, A. L. A. (1952) Longevity of some races of the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Am. Bee J.* 92 (12): 517.
31. Farrar, C. L. (1937) The influence of colony populations on honey production, *J. Agric. Res.* 54 (12): 945-954.
32. Fehrenbach, K. (1994) Carnica und Buckfast im Vergleich, *Imkerfreund* (6): 11-14.
33. Fluri, P. (1986) Die soziale Organisation des Bienenvolkes und ihre Regulation durch das Juvenilhormon, *Schweiz. Bienenztg.* 109 (5, 6): 191-197.
34. Fluri, P. (1993) Die Regulation der Lebensdauer, *Schweiz. Bienenztg.* 116 (11): 624-629.
35. Fluri, P. ; Bogdanov, S. (1987) Age Dependence of Fat Body Protein in Summer and Winter Bees (*Apis mellifera*), In: *Chemistry and biology of social insects*, Ed. Eder, J. and Rembold H. , Verlag J. Peperny, München: 170-171.
36. Fluri, P.; Bogdanov, S. (1987) Effects of artificial shortening of the photoperiod on honeybee (*Apis mellifera*) polyethism, *J. Apic. Res.* 26 (2): 83-89.
37. Fluri, P.; Frick, R.; Jaun, A. (2000) Bienenverluste beim Mähen mit Rotationsmäherwerken, *Mitt. Schweiz. Zentrum Bienenforsch.* (39): 1-22.
38. Fluri P., Herrmann M., Imdorf A., Bühlmann G., Charrière J.D. (1998) Santé et maladies des abeilles. *Connaissances de base, Communication de la section apiculture* 1-29.
39. Fluri P., Imdorf A. (1989) Le blocage de la ponte aux mois d'août et de septembre et ses effets sur l'hivernage des colonies, *Journal Suisse d'apiculture* 86, 273-275.
40. Fluri, P. ; Lüscher, M.; Wille, H. ; Gerig, L. (1982) Changes in weight of the pharyngeal gland and haemolymph titres of juvenile hormone, protein and vitellogenin in worker honeybees, *J. Insect Physiol.* 28 (1): 61-68.
41. Forsgren, E. ; Lundhagen, A. C.; Imdorf, A.; Fries, I. (2005) Distribution of *Melissococcus plutonius* in honeybee colonies with and without symptoms of European foulbrood, *Microb. Ecol.* 50 (3): 369-374.
42. Free, J. B. (1967) The production of drone comb by honeybee colonies, *J. Apic. Res.* 6 (1): 29-36.
43. Free, J. B.; Racey, P. A. (1968) The effect of the size of honeybee colonies on food consumption, brood rearing and the longevity of the bees during winter, *Entomol. Exp. Appl.* (11): 241-249.
44. Fries, I. ; Camazine, S. (2001) Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology, *Apidologie* 32 (3): 199-214.
45. Fries, I. ; Imdorf, A. ; Rosenkranz, P. (2006) Survival of mite infested (*Varroa destructor*) honey bee (*Apis mellifera*) colonies in a Nordic climate, *Apidologie* 37 (5): 564-570.
46. Fries, I. ; Imdorf, A. ; Rosenkranz, P. (2007) *Varroa* und Bienen - ein Fall für Dauerbehandlung? *Schweiz. Bienenztg.* 130 (5): 6-8.
47. Fries, I. ; Lindström, A. and Korpela, S. (2006) Vertical transmission of American foulbrood (*Paenibacillus larvae*) in honey bees (*Apis mellifera*), *Vet. Microbiol.* 114 (3-4): 269-274.
48. Gauthier, L.; Tentcheva, D.; Cousserans, F.; Colin, M. E.; Bergoin, M. (2004) Etude des populations virales dans les ruchers français, *Abeilles & Cie* (101): 10-15.
49. Gerig, L. (1976) Prüfung von Zuckerersatzstoffen und Zuckermaischen zur Fütterung der Bienen, *Schweiz. Bienenztg.* 99 (6): 308-326.
50. Gerig, L. (1983) Lehrgang zur Erfassung der Volksstärke, *Schweiz. Bienenztg.* 106 (4): 199-204.
51. Gerig, L. (1983) Über die Fütterung der Bienen, *Schweiz. Bienenztg.* 106 (2): 55-60.
52. Gerig, L. (1984) Entwicklung der Bienenpopulation von zwei Schwarmvölkern und deren Schwärme, *Schweiz. Bienenztg.* (6): 309-313.
53. Gerig, L.; Wille, H. (1975) Periodizität in der Eiablage der Bienenköniginnen (*Apis mellifica* L.), *Mitt. Schweiz. Entom. Ges.* 48 (1-2): 91-97.
54. Gerstung, F. (1890) *Das Grundgesetz der Brut- und Volkentwicklung der Bienen.*, Druck und Verlag von Mar Rössler, Bremen: 3-50.
55. Goodwin, M. (2005) American foulbrood control: the New Zealand approach, *Bee World* 86 (2): 44-45.
56. Greenberg, B. ; Bindokas, V. P. ; Frazier, M. J.; Gauger, J. R. (1981) Response of honey bees, *Apis mellifera* L. to high-voltage transmission lines, *Environ. Entomol.* 10 (5): 600-610.
57. Grissa, K. L. (2000) Biologische Entwicklung und Anpassung der tunesischen Biene *Apis mellifera intermissa* an die lokalen Naturbedingungen, *Apiacta* 35 (3): 126-137.
58. Hadorn, H. ; Zürcher, K. (1974) Zuckerspektrum und Kristallisationstendenz von Honigen, *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* 65): 407-420.

59. Harbo, J. R. (1986) Effect of population size on brood production, worker survival and honey gain in colonies of honeybees, *J. Apic. Res.* 25 (1): 22-29.
60. Horn, H. (1994) Die Eignung von Rapshonig als Winterfutter für Bienen, *ADIZ* 9: 29-36.
61. Imdorf A. (1988) Lutte intégrée contre le varroa. Pourquoi rajeunir les colonies d'abeilles? Quand et comment?, *Journal Suisse d'apiculture* 85, 179-185.
62. Imdorf A., Bogdanov S., Kilchenmann V. (1985) Du miel de miellat cristallisé dans les hausses et les corps de ruche. Comment réagir? 1re partie: hivernage sur du miel de miellat cristallisé, *Journal Suisse d'apiculture* 82, 438-446.
63. Imdorf, A.; Bogdanov, S.; Kilchenmann, V.; Wille, H. (1985) «Zementhonig» im Honig- und Brutraum - was dann? 2. Teil: Wirkt «Zementhonig» als Winterfutter toxisch? *Schweiz. Bienenztg.* 108 (11): 581-590.
64. Imdorf, A.; Bühlmann, G. ; Gerig, L.; Kilchenmann, V. ; Wille, H. (1987) Überprüfung der Schätzmethode zur Ermittlung der Brutfläche und der Anzahl Arbeiterinnen in freifliegenden Bienenvölkern, *Apidologie* 18 (2): 137-146.
65. Imdorf, A. ; Bühlmann, G. ; Gerig, L.; Maquelin, C. ; Wille, H. (1984) Was bewirkt die flüssige Frühjahrsreizfütterung? *Schweiz. Bienenztg.* 107 (2): 46-59.
66. Imdorf, A. ; Bühlmann, G. ; Gerig, L. ; Wille, H. (1984) Pollen- oder Pollenersatzfütterung - eine Notwendigkeit? *Schweiz. Bienenztg.* 107 (6): 296-308.
67. Imdorf, A. ; Bühlmann, G. ; Wille, H. ; Kilchenmann, V. (1987) The nitrogen balance of free flying *Apis mellifera* colonies, In: *Chemistry and Biology of Social Insects*, Ed. Eder, J. and Rembold, H. Verlag J. Peperny, München: 169.
68. Imdorf, A. ; Charrière, J. D.; Kilchenmann, V. ; Bogdanov, S. ; Fluri, P. (2003) Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa destructor* in honey bee colonies, *Apiacta* 38: 258-278.
69. Imdorf, A. ; Kilchenmann, V. (1985) Entwicklung von Ablegern und Muttervölkern, *Schweiz. Bienenztg.* 108 (5): 212-225.
70. Imdorf A., Kilchenmann V. (1987) Le développement des essaims artificiels et des colonies mères, *Journal Suisse d'apiculture* 84, 209-216.
71. Imdorf A., Kilchenmann V., Maquelin C. (1988) Quelle est l'influence du nourrissage au pollen au printemps sur le développement des colonies?, *Journal Suisse d'apiculture* 85, 67-76.
72. Imdorf A., Maquelin C. (1993) Estimation printanière des colonies d'abeilles, *Journal Suisse d'apiculture* 90, 433-437.
73. Imdorf A., Rickli M., Fluri P. (1996) Dynamique des populations d'abeilles, *FAM Publikation Sektion Bienen* 1-48
74. Imdorf, A.; Rickli, M.; Kilchenmann, V.; Bogdanov, S.; Wille, H. (1998) Nitrogen and mineral constituents of honey bee worker brood during pollen shortage, *Apidologie* 29 (4): 315-325.
75. Imdorf, A.; Wille, H.; Bühlmann, G. (1983) Pflege der Völker nach der Ernte: Lohnt sich eine Nachsommerreizfütterung? *Schweiz. Bienenztg.* 106 (7): 402-416.
76. Jachimowicz, T.; El Sherbiny G. (1975) Zur Problematik der Verwendung von Invertzucker für die Bienenfütterung, *Apidologie* 6 (2): 121-143.
77. Jeffree, E. P. (1951) A photographic presentation of estimated numbers of honeybees (*Apis mellifera* L.) on combs in 14 * 8 1/2 inch frames, *Bee World* 32 (12): 89-91.
78. Jeffree, E. P. (1955) Observations on the decline and growth of honey bee colonies, *J. Econ. Entomol.* 48 (6): 723-726.
79. Jordan, R. (1963) Ueber die abermalige Entfaltung - Regeneration - der Futtersaftdrüsen bei Flugbienen, *Bienenwatter* 84 (1): 4-9.
80. Keller, I.; Fluri, P.; Imdorf, A. (2005) Pollen nutrition and colony development in honey bees - part I, *Bee World* 86 (1): 3-10.
81. Keller, I.; Fluri, P.; Imdorf, A. (2005) Pollen nutrition and colony development in honey bees - Part II, *Bee World* 86 (2): 27-34.
82. Kepena, L. (1977) The length of bee life in dependence on various degree of inbreeding, *Polnohospodarstvo* 23 (2): 196-201.
83. Kratky, E. (1931) Morphologie und Physiologie der Drüsen in Kopf und Thorax der Honigbiene (*Apis mellifera* L.), *Zeitschr. f. wiss. Zool.* 139: 120-200.
84. Kulinčević, J. M.; Rothenbühler, W. C. Rinderer, T. E. (1983) Diappearing disease – II. Effects of certain protein sources on brood rearing and length of life in the honey bee under laboratory conditions, *Am. Bee J.* 123: 50-53.85.
86. Le Conte, Y.; de Vaublanc, G.; Crauser, D.; Jeanne, F.; Rousselle, J. C.; Bécard, J. M. (2007) Honey bee colonies that have survived *Varroa destructor*, *Apidologie* 38 (6): 566-572.

87. Liebig, G. (1993) Volksentwicklung auf der Schwäbischen Alb, *Bienenpflege* (1): 4-11.
88. Liebig, G. (1993) Volksstärke und Honigleistung, *D. Bienen J.* (1): 14-15.
89. Liebig, G. (1994) Die Zehrung im Winterhalbjahr (1989-1993) - Einfluss von Standort, Witterung und Volksstärke geprüft, *ADIZ* 28 (1): 8-10.
90. Liebig, G. (1994) Entwicklung von Bienenvölkern - Ergebnisse des Forschungsprogrammes «Volksentwicklung». Gesellschaft der Freunde der Landesanstalt für Bienenkunde der Universität Hohenheim, Festschrift Hohenheim aktuell.
91. Liebig, G. (1995) Hohenheim aktuell – Entwicklung von Bienenvölkern. Gesellschaft der Freunde der Landesanstalt für Bienenkunde der Universität Hohenheim.
92. Liebig, G. (1997) Bienenvölker sicher überwintern - aber wie?, *Deutsches Bienen Journal* 5 (7): 11-14.
93. Liebig, G. (1997) Volksentwicklung auf Naturwabenbau, *Deutsches Bienen Journal* 5 (5/6): 12-13/16.
94. Liebig, G. (1998) Mehr bringt nicht unbedingt mehr. Zur Bildung und Entwicklung von Jungvölkern, *D. Bienen J.* 6 (1): 4-7.
95. Liebig, G. (1999) Wenn aus eins zwei werden. Der Vermehrungsakt und seine Folgen, *Bienenpflege* (6): 189-191.
96. Liebig, G. (2000) Maisstärkesirup, ein geeignetes Winterfutter? Ein Vergleich von Butiforce mit Zuckerwasser, *ADIZ* 34 (7): 23-25.
97. Liebig, G. (2002) Maisstärkesirupe im Test – bisher ohne Tadel, *D. Bienen J.* 10 (8): 15.
98. Liebig, G. (2005) Maltosesirup. Schädlich oder unschädlich? Untersuchungen zur Eignung als Bienen-Winterfutter, *ADIZ* 39 (8): 8-9.
99. Liebig, G. (2005) Winterverluste müssen nicht sein! *D. Bienen J.* 13 (9): 11-13.
100. Liebig, G. (2006) Aus Stärke echt stark, *D. Bienen J.* 14 (7): 6.
101. Liebig, G. ; Gerlich, R. ; Maier, M. (1993) Entwicklungs- und Leistungsvergleich zweier Carnica-Herkünfte im Bienenjahr 1991/92, *Bienenpflege* 7 (8): 215-220.
102. Liebig, G. ; Gerlich, R. ; Sanzenbacher, R. (1996) Einfluss des Absperrgitters auf Volksentwicklung und Honigleistung, *Bienenpflege* (1): 5-11.
103. Liebig, G. ; Gerlich, R. ; Sanzenbacher, R. (1997) Die Entwicklung von Bienenvölkern auf verschiedenen grossen Waben, *D. Bienen J.* 5 (1): 18-19.
104. Lodesani, M. ; Nanetti, A. ; Carpana, E. (1987) A study on variability of length of life in free-flying colonies of *Apis mellifera ligustica*, *Apicoltura* 3: 49-61.
105. Manikis, I.; Thrasylvoulou, A. (2001) The relation of physico-chemical characteristics of honey and the crystallization sensitive parameters, *Apiacta* 36 (3): 106-112.
106. Maul, V. (1994) Studies of comb production by bee colonies without foundation, *Apidologie* 25 (5): 488-489.
107. Maurizio, A. (1946) Beobachtungen über die Lebensdauer und den Futterverbrauch gefangen gehaltener Bienen, *Beih. Schweiz. Bienenztg.* 2 (13): 1-48.
108. Maurizio, A. (1950) Untersuchungen über den Einfluss der Pollennahrung und Brutpflege auf die Lebensdauer und den physiologischen Zustand der Bienen, *Schweiz. Bienenztg.* 73(2): 58-64.
109. Maurizio, A. (1954) Pollenernährung und Lebensvorgänge bei der Honigbiene (*Apis mellifica* L.), Sonderdruck Landw. Jahrbuch Schweiz 68 (2): 115-182.
110. Maurizio, A. (1961) Lebensdauer und Altern bei der Honigbiene (*Apis mellifica* L.), *Gerontologia* 5: 110-128.
111. McLellan, A. R. (1978) Growth and decline of honeybee colonies and inter-relationships of adult bees, brood, honey and pollen, *J. Appl. Ecol.* 15 (1): 155-161.
112. Merz, R. ; Gerig, L. ; Wille, H. ; Leuthold, R. (1979) Das Problem der Kurz- und Langlebigkeit bei der Ein- und Auswinterung im Bienenvolk (*Apis mellifica* L.): eine Verhaltensstudie, *Rev. Suisse Zool.* 86 (3): 663-671.
113. Milne, C. P., Jr. (1980) Laboratory measurement of honey production in the honeybee. 2. Longevity or length of life of caged workers, *J. Apic. Res.* 19 (3): 172-175.
114. Milojevic, B. D. (1939) Eine neue Auffassung vom Gesellschaftsleben der Honigbiene, *Schweiz. Bienenztg.* 62 (12): 689-695.
115. Moosbeckhofer, R. (1993) Versuche mit «Api-Life-VAR» zur Bekämpfung der Varroamilbe, *Bienenwelt* 35 (7): 161-166.
116. Moosbeckhofer, R. ; Bretschko, J. (1996) Naturgemässe Bienenzucht. Leopold Stocker Verlag, Graz.
117. Muszynska, J. (1987) The relationship between the biological structure of honeybee colonies and their wintering success, *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe* (31): 41-53.

118. Nachtigall, G. (2008) Analysen des Julius Kühn-Instituts zu Bienenschäden durch Clothianidin, <http://www.jki.bund.de>
119. Nolan, W. J. (1925) The brood-rearing cycle of the honeybee, Bull. United States Dept. of Agric. (1349): 1-56.
120. Pettis, J. S. ; Collins, A. M.; Wilbanks, R. ; Feldlaufer, M. (2006) Survival and function of queens reared in beeswax containing Coumaphos, Am. Bee J. 146(4): 341-344.
121. Pettis, J. S.; Collins, A. M.; Wilbanks, R. and Feldlaufer, M. (2004) Effects of coumaphos on queen rearing in the honey bee, *Apis mellifera*, Apidologie 35 (6): 605-610.
122. Porrini, C. ; Sabatini, A. G. ; Girotti, S. ; Fini, F. ; Monaco, L. ; Celli, G.; Bortolotti, L. ; Ghini, S. (2003) The death of honey bees and environmental pollution by pesticides: the honey bees as biological indicators, Bull. Insectology 56 (1): 147-152.
123. Rinderer, T. E. ; Sylvester, H. A. (1978) Variation in response to *Nosema apis*, longevity, and hoarding behavior in a free-mating population of the honey bee, Ann. Entomol. Soc. Am. 71 (3): 372-374.
124. Robinson, G. E. (1986) Hormonal regulation of age polyethism in the honey bee, *Apis mellifera*, Behav. Ecol. Sociobiol. 20 (5): 329-338.
125. Robinson, G. E. (1991) Hormonal and genetic control of honeybee division of labour: The behaviour and physiology of bees. In: L. J. Goodman and R. C. Fisher (Eds.), C.A.B International, Wallingford UK, pp. 14-27.
126. Robinson, G. E. ; Strambi, C. ; Strambi, A.; Feldlaufer, M. F. (1991) Comparison of juvenile hormone and ecdysteroid haemolymph titres in adult worker and queen honey bees (*Apis mellifera*), J. Insect Physiol. 37 (12): 929-935.
127. Roetschi, A. ; Berthoud, H. ; Kuhn, R. ; Imdorf, A. (2008) Infection rate based on quantitative real-time PCR of *Melissococcus plutonius*, the causal agent of European foulbrood, in honeybee colonies before and after apiary sanitation, Apidologie 39 (3): 362-371.
128. Ruttner, F. ; Ruttner, H. (1976) Die Spätsommerbrut bei Völkern verschiedener Abstammung und ihre Abhängigkeit von Umweltbedingungen, ADIZ 10: 417-421.
129. Rutz, W. ; Gerig, L. ; Wille, H. ; Lüscher, M. (1976) The function of juvenile hormone in adult worker honey bees, *Apis mellifera*, J. Insect Physiol. 22: 1485-1491.
130. Schmickl, T. ; Crailsheim, K. (2001) Cannibalism and early capping: strategy of honeybee colonies in times of experimental pollen shortages, Journal of Comparative Physiology 187 (7): 541-547.
131. Simpson, J. (1960) The age of queen honeybees and the tendency of their colonies to swarm, J. Agricult. Sci. 54 (2): 1.
132. Soudek, S. (1927) The pharyngeal glands of the honeybee (*Apis mellifica* L.), Bull. de l'école supérieure d'agronomie Brno (10): 52-61.
133. Spivak, M. ; Downey, D. L. (1998) Field assays for hygienic behavior in honey bees (Hymenoptera: Apidae), J. Econ. Entomol. 91 (1): 64-70.
134. Spivak, M. ; Gilliam, M. (1998) Hygienic behaviour of honey bees and its application for control of brood diseases and varroa. Part I: Hygienic behaviour and resistance to American foulbrood, Bee World 79 (3): 124-134.
135. Spivak, M. ; Gilliam, M. (1998) Hygienic behaviour of honey bees and its application for control of brood diseases and varroa - Part II. Studies on hygienic behaviour since the Rothenbuhler era, Bee World 79 (4): 169-186.
136. Spivak, M.; Reuter, G. S. (1998) Honey bee hygienic behavior, Am. Bee J. 138 (4): 283-286.
137. Spivak, M. ; Reuter, G. S. (2001) Resistance to American foulbrood disease by honey bee colonies *Apis mellifera* bred for hygienic behavior, Apidologie 32 (6): 555-565.
138. Villumstad, E. (1969) Ueberwinterung und Frühjahrsentwicklung der Bienenvölker auf Waben, die während der Herbstfütterung neu gebaut wurden, 22. Intern. Bienenz. Kongr. München, Apimondia Verlag, Bukarest, pp. 605-608.
139. von der Ohe, W. ; Schönberger, H. (2002) Bienenernährung: Futtersirup im Vergleich, Bienenvater 123 (9): 11-15.
140. Warnke, U. (1976) Die Wirkung von Hochspannungswechselfeldern auf das Verhalten von Bienensozietäten, Z. angew. Entom. 82(1): 88.
141. Warnke, U. (1976) Effects of electric charges on honeybees, Bee World 57 (2): 51-56.
142. Warnke, U. ; Paul, R. (1975) Verhalten von Bienen. Bienen unter Hochspannung. Sozialverhalten, Bienenstaat, Hochspannungsleitungen, elektrische und magnetische Felder, Umschau 75 (13): 416.
143. Weiss, K. (1984) Regulierung des Proteinhaushaltes im Bienenvolk (*A. mellifica* L.) durch Brutkannibalismus, Apidologie 15 (3): 339-354.

144. Weiss, K. (1985) Zum Brutfrass der Bienen, Imkerfreund 1: 6-7.
145. Westerhoff, A. ; Büchler, R. (1994) Zusammenhänge zwischen Volksstärke, Brutpflege, Lebenserwartung und Honigleistung, ADIZ (10): 30-34.
146. Wille, H. (1967) Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Entwicklung der Völker im Frühjahr, Schweiz. Bienenztg. 90 (10): 455-457.
147. Wille, H. (1967) Mischinfektionen in der Honigbiene (*Apis mellifica* L.) nach Ermittlungen in schweizerischem Material der Jahre 1965/1966, Z. Bienenforsch. 9 (4): 150-171.
148. Wille, H. (1973) Beziehungen zwischen der Überlebensdauer, Krankheitsbefunden und dem Blutbild erwachsener Bienen (*Apis mellifica* L.), Schweiz. Landw. Forsch. 12 (4): 269-289.
149. Wille, H. (1974) Massenwechsel des Bienenvolkes, Sonderdruck Schweiz. Bienenztg. (7, 8, 9): 1-24.
150. Wille, H. (1974) Massenwechsel des Bienenvolkes. I. Der Übergang von den Winterbienen zu den Sommerbienen im Frühjahr, Schweiz. Bienenztg. 97 (7): 304-316.
151. Wille, H. (1974) Massenwechsel des Bienenvolkes. II. Wie viele Winterbienen sind erforderlich, damit im Frühjahr die Völker rasch erstarken? Schweiz. Bienenztg. 97 (8): 369-374.
152. Wille, H. (1974) Massenwechsel des Bienenvolkes. III. Erzeugung der Winterbiengeneration, Schweiz. Bienenztg. 97 (9): 420-425.
153. Wille, H. (1976) Beziehungen zwischen der durchschnittlichen Überlebensdauer erwachsener Bienen (*Apis mellifica* L.) und dem Krankheitsbefund, insbesondere der Nosema in den Frühjahrswochen, Sonderdruck der EDMZ: 1-25.
154. Wille, H. (1981) Ein- und Auswinterung, Gereimtes und Ungereimtes, Nordwestdt. Imkerztg. 33 (7, 8): 186-190.
155. Wille, H. (1984) Einfluss von Krankheitselementen auf den Massenwechsel von Bienenvölkern, Schweiz. Bienenztg. 107 (4, 5): 161-172.
156. Wille, H. (1984) In welchem Mass beeinflusst die Pollenversorgung den Massenwechsel der Völker? Schweiz. Bienenztg. 107 (2, 3): 64-80.
157. Wille, H. (1985) In welchem Mass beeinflusst Rassen-«Reinheit» den Brutrhythmus der Bienenvölker? Schweiz. Bienenztg. 108 (8): 379-395.
158. Wille, H. (1985) Überlebensstrategien des Bienenvolkes, Bienenwelt 27: 169-182.
159. Wille, H. (1985) Weitere Ergebnisse über den Brutrhythmus von Bienenvölkern, Schweiz. Bienenztg. 108 (7): 327-343.
160. Wille, H. (1987) Einfluss der Milbe *Acarapis woodi* auf den Massenwechsel von Bienenvölkern, Schweiz. Bienenztg. (8): 346-348.
161. Wille, H.; Geiger, A.; Muff, A. (1987) Einfluss der Milbe *Acarapis woodi* auf den Massenwechsel von Bienenvölkern, Mitt. Schweiz. Zentrum Bienenforsch. (1): 1-61.
162. Wille, H.; Imdorf, A.; Bühlmann, G.; Kilchenmann, V.; Wille, M. (1985) Beziehung zwischen Polleneintrag, Brutauzucht und mittlerer Lebenserwartung der Arbeiterinnen in Bienenvölkern (*Apis mellifica* L.), Mitt. Schweiz. Entom. Ges. 58 (1-2): 205-214.
163. Wille, H.; Pintér, L. (1961) Recherches sur les sépticémies bactériennes de l'abeille adulte en Suisse, Bull. apic. 4 (2): 162-180.
164. Wille, H.; Vecchi, M. A. (1985) Der Brutrhythmus von *Ligustica* - Bienenvölkern, Schweiz. Bienenztg. 108 (10): 477-487.
165. Wille, H.; Wille, M.; Kilchenmann, V. and Imdorf, A. (1987) Die Pollernahrung des überwinternden und auswinternden Bienenvolkes, Mitt. Schweiz. Zentrum Bienenforsch. (2): 1-11.
166. Woyke, J. (1977) Cannibalism and brood-rearing efficiency in the honeybee, J. Apic. Res. 16 (1): 84-94.
167. Yue, C.; Genersch, E. (2005) RT-PCR analysis of Deformed wing virus in honeybees (*Apis mellifera*) and mites (*Varroa destructor*), J. Gen.

9.2 Crédit photographique

Dettli, Martin: page 53

Ruoff, Kaspar: page de couverture, pages 5, 18, 24, 26, 27, 37, 40, 44 en bas, 47, 59 et 61.

Centre de recherches apicoles / ALP: pages 9, 10, 15, 25, 28, 29, 31, 36, 42, 44 en haut, 55, 57, 59, 77 et 80.

Remerciements

Nous remercions tous les auteurs qui par la publication de leurs travaux ont contribué à améliorer les connaissances sur le développement des colonies ou qui sur demande nous les ont mises à disposition.

Nous remercions aussi Jean-Daniel Charrière, Benjamin Dainat, Martin Dettli, Vincent Dietemann, Peter Gallman, Luzio Gerig, Verena Kilchenmann, Jochen Pflugfelder et Hansueli Thomas pour leur relecture approfondie et critique du manuscrit et les précieuses discussions techniques.

Nous remercions sincèrement la «Verein deutschschweizerischer und rätoromanischer Bienenfreunde» pour son soutien financier.
