

## La varroase

Par André Simoneau, d.m.v.  
MAPAQ-CQIASA,  
Laboratoire de pathologie animale  
L'Assomption

### Description

La varroase est une parasitose de l'abeille mellifère causée par Varroa destructor. Ce dernier est un ectoparasite phorétique et obligé de l'abeille. Cela signifie qu'il vit sur le corps externe de l'abeille (ectoparasite), se déplace d'une colonie à l'autre en étant transporté par l'abeille (phorétique) et ne peut se développer chez d'autres hôtes que l'abeille.

### Particularités biologiques de Varroa destructor

Varroa destructor (auparavant nommé Varroa jacobsoni) existe depuis plusieurs années au Québec, au Canada (1990) et un peu partout à travers le monde.

La classification de ce parasite, son nom, a été l'objet d'un changement il y a deux ans à la suite des découvertes du docteur Denis Anderson du Research School of Biological Sciences, Australian National University, Canberra (1). Le docteur Anderson a présenté sa conférence en 1999, à Vancouver, lors du Apimondia'99.

Il a observé que Varroa jacobsoni, découvert originellement sur l'île de Java, ne pouvait se multiplier dans le couvain de nos abeilles (Apis mellifera) et que les dimensions de V.jacobsoni étaient différentes du Varroa trouvé sur nos abeilles. Finalement, l'analyse de l'ADN du V.jacobsoni différait de l'ADN de Varroa trouvé sur l'abeille européenne ou américaine. Notre varroa était donc différent de V.jacobsoni et a été nommé Varroa destructor.

Le parasite femelle adulte est visible à l'œil nu sur l'abeille adulte et encore plus visible sur les pupes de faux-bourçons, où sa couleur foncée ressort bien sur le fond nacré de la puce. Varroa se nourrit d'hémolymphe (sang) de l'abeille. La femelle est 4 fois plus grosse que le mâle, si bien qu'on voit à peine le mâle sur les larves d'abeilles. Elle est bien adaptée au parasitisme et à la phorésie. Son corps est ellipsoïde déprimé dorso-ventralement. Les huit pattes se terminent par une ventouse. Durant l'été, la femelle Varroa peut vivre de 2 à 3 mois. Durant l'hiver ou durant les périodes sans couvain, les mites Varroas peuvent vivre beaucoup plus longtemps en se nourrissant sur les abeilles adultes. Cependant, elles ne peuvent vivre que quelques jours sans la présence d'abeilles (Ex. sur les cadres, sur l'équipement). L'individu-clef du cycle de développement de varroa est la femelle adulte nommée "fondatrice" (2)

La fondatrice se reproduit exclusivement dans une cellule de couvain. L'entrée dans l'alvéole est un passage critique car entrer trop tôt signifie un risque important d'être détectée et retirée par les abeilles avant l'operculation du couvain. Entrer trop tard est impossible puisque le couvain est déjà operculé. La fondatrice pénètre l'alvéole du couvain d'abeilles ouvrières dans les 15 heures précédant l'operculation (dans les 45 heures pour le couvain de faux-bourçons).

Les facteurs provoquant et influençant l'entrée de Varroa dans le couvain ne sont pas encore bien connus mais l'attractivité chimique du couvain semble être un facteur essentiel. On sait que le méthyle palmitate et l'éthyle palmitate émis naturellement par les larves d'abeilles afin de provoquer l'operculation, exerce également une attractivité pour Varroa. En effet, on sait maintenant que Varroa destructor possède un "nez" sur ses pattes antérieures (**2A**). Il semble que ces substances volatiles jouent un rôle dans la "décision" de Varroa de quitter l'abeille nourrice pour pénétrer dans les cellules de couvain appropriées à son cycle de reproduction. C'est ce qu'ont démontré les laboratoires de Liebefeld en Suisse.

Cependant un grand nombre d'autres facteurs d'influence et de modalités sensorielles jouent un rôle, Dès que l'on aura suffisamment d'éléments pour saisir le comportement complexe d'orientation de Varroa, des voies s'ouvriront qui permettront de le perturber. De plus, des facteurs mécaniques ont certainement un rôle dans l'attractivité. Ainsi la taille des alvéoles de couvain de même que leur proéminence ou la distance entre la larve et le bord de la cellule influencent sensiblement l'infestation; ce qui pourrait expliquer en partie l'infestation plus élevée du couvain mâle.

Aussitôt après l'operculation de l'alvéole, et pendant 36 heures, la larve d'abeille entreprend de se nourrir et de tisser son cocon. La fondatrice, qui a maintenant pénétré l'alvéole, se déplace vivement sur la larve, afin d'éviter d'être écrasée, puis elle commence à se nourrir et à déféquer çà et là. Cependant, la fondatrice reviendra toujours au même emplacement pour déféquer. Cette accumulation fécale sera d'une grande importance tant pour la fondatrice que pour les descendants comme lieu de rendez-vous pour l'accouplement.

Après s'être nourrie sur la larve de l'abeille, la fondatrice pond pour la première fois, 70 heures après l'operculation. Au maximum, 6 œufs seront pondus (1 mâle et 5 femelles) et leur développement prendra 130 heures pour une femelle et 150 heures pour un mâle, Il y a cependant une mortalité importante durant ce développement. En moyenne 1,45 femelles atteindront l'âge adulte dans une cellule d'ouvrière, contre 2,2 dans une cellule de faux-bourdon. Lorsque la cellule est infestée que d'une seule fondatrice, l'accouplement a nécessairement lieu entre le mâle et ses sœurs (consanguinité) et les accouplements ont presque toujours lieu près de l'accumulation fécale. La femelle Varroa ne peut être fécondée que dans la cellule où elle naît. Par la suite, une partie de son appareil génital régresse et il n'y a plus d'accouplement.

Au moment où l'abeille émerge, une grande partie de la descendance Varroa demeure dans la cellule. Les filles adultes fécondées, dès leur sortie de l'alvéole, cherchent à monter sur une abeille. Les filles immatures et le mâle mourront très peu de temps après l'émergence de l'abeille. Les femelles Varroa montrent une nette préférence pour les abeilles nourrices, les plus susceptibles de s'approcher du couvain. Les autres Varroa, phorétiques d'abeilles butineuses, constituent le facteur essentiel de la dissémination de l'espèce, profitant de la dérive des butineuses et du pillage pour envahir de nouvelles colonies. Ainsi, par une journée de fortes activités, jusqu'à 70 Varroa peuvent arriver dans une colonie.

Il ne faut pas plus de 5 années pour 10 Varroa initiaux pour engendrer une population dépassant les 15.000 individus, ceci étant basé sur un modèle nordique entraînant un arrêt de ponte de 6 mois et une réduction de 50% de la population d'abeilles. La

population maximale de *Varroa* hébergée par une colonie d'abeilles est variable selon les pays. En France, les maladies associées à *Varroa*, font qu'une colonie d'abeilles est souvent morte avant que la population de *Varroa* n'ait atteint 6.000 à 8.000 individus, seuil qui est dépassé dès la quatrième année selon le modèle. La population peut atteindre des seuils beaucoup plus élevés dans les pays où les atteintes virales sont moins violentes. Des observations rapportent des colonies ayant hébergé 20.000 *Varroa* en Allemagne, voire 42.000 *Varroa* en Grande-Bretagne.

Ces données reflètent le fait que l'acarien n'est pas pathogène de par sa simple présence. Si nos colonies meurent de la présence de 6.000 à 8.000 *Varroa*, c'est qu'en fait *Varroa* est pathogène de par les maladies virales ou bactériennes qu'il active ou qu'il transmet d'une colonie à une autre. Ceci a bien été démontré dans les travaux de Colin H. Denholm à l'ACR-Rothamsted (3) ainsi que par Brenda Ball (3) en Grande-Bretagne.

Il est intéressant de retenir certains éléments de la biologie de *Varroa destructor*. C'est donc un parasite externe qui se nourrit de l'hémolymphe de l'abeille adulte et larvaire. Sa reproduction ne peut se faire que sur des stades larvaires de l'abeille dans une alvéole operculée. La reproduction est plus abondante dans l'alvéole de faux-bourdon car le temps d'operculation est plus long. Ce temps supplémentaire permet la maturation de plusieurs rejetons. Le parasite passe l'hiver avec l'abeille mais le taux de reproduction est nettement diminué à cause de la diminution du couvain durant cette période.

### Mode d'infestation

Comme il est mentionné au début du texte, *Varroa destructor* se répand en voyageant sur l'abeille infestée. Les abeilles infestées peuvent par pillage ou dérive rejoindre d'autres ruches. Les varroas qui l'infestent tombent alors accidentellement dans la nouvelle ruche ou peuvent, par contact étroits entre les abeilles, passer d'une abeille à l'autre. Au moment opportun, la femelle varroa entrera dans l'alvéole juste avant l'operculation et débutera son cycle de reproduction. On voit que ce mode d'infestation ne permet pas d'envisager l'élimination complète et totale d'une population infestante de varroas ; tout ce qu'on vise à faire aujourd'hui est de **contrôler** la multiplication de ce parasite, de sorte que la population d'abeilles et la production apicole soient maintenues à leur plus haut niveau dans un contexte de tolérance du parasite.

A noter que l'on ne retrouvera pas de mites dans les cellules royales et ce, à cause du temps de maturation de la reine, i.e. 16 jours. On le retrouve donc dans les alvéoles d'ouvrières (21 jours) et surtout des faux-bourdons (23 jours).

Le mouvement d'une grande quantité de mites vers d'autres colonies à partir d'une colonie fortement infestée joue un rôle clé dans l'augmentation subite de mites dans une ou des colonies données. Ceci peut se produire à tout moment de l'année alors que les abeilles sont actives. Les colonies normales iront piller les colonies en voie d'effondrement dans le rucher. Là où il y a forte densité de colonies massivement infestées, le taux d'invasion par les mites sera extrêmement élevé et la population de varroas atteindra des niveaux dommageables en une seule saison.

## Symptômes

Lorsque le nombre de mites dans la colonie est bas, il n'y aura pas d'effets néfastes ou de symptômes évidents et l'infestation passera probablement inaperçue.

Une infestation massive causera une réduction de couvain et de butinage. Les mites progresseront dans les colonies mal gérées jusqu'à un niveau d'intolérance. La colonie perd alors toute organisation sociale et s'effondre (arrêt de ponte, fuite de la ruche, mortalité, etc...). Le nombre de mites pouvant provoquer l'effondrement est très variable entre diverses colonies. Il peut aller de 2,000 à 10,000 et les raisons exactes de cette variation ne sont pas encore complètement élucidées.

Quand la population de mites s'accroît au point de laisser voir des symptômes, c'est une indication que l'infestation est très importante et que l'effondrement de la colonie est proche si aucun traitement n'est fait.

Voici les symptômes les plus évidents quand le niveau d'infestation de *Varroa* est dangereusement élevé (**3A**):

- a) Les nouvelles abeilles sont plus petites, ont les ailes disjointes ou déformées et leurs abdomens sont plus courts.
- b) les abeilles rampent près de l'entrée ou sur la planche d'envol (peut aussi être causé par *Acarapis woodi* (acariose))
- c) le couvain est atypique et peut laisser penser à l'apparence de mosaïque retrouvée dans la loque (les deux) ou le couvain calcifié.
- d) La durée de vie des nouvelles abeilles est diminuée.
- e) Les pupes infestées de plus de 5 fondatrices peuvent mourir.
- f) Déclin rapide de la colonie, supercédure de la reine.
- g) Mort de la colonie entre quelques semaines et 2 ans si aucune action n'est exercée.

D'autres effets néfastes sont rencontrés. Il y a réduction de poids et possiblement une diminution de la résistance naturelle aux maladies. C'est alors que des virus, sans danger dans une colonie normale, peuvent se multiplier et provoquer des infections virales secondaires comme le virus de la paralysie lente (CPV) et le virus des ailes déformées (DWV).

Les colonies hautement infestées souvent ne montreront des symptômes que vers la fin de l'été, tout en produisant une récolte de miel normale. Par contre, si on y regarde de plus près, on verra des mites sur les abeilles adultes et une infestation importante du couvain et particulièrement du couvain de faux-bourdon (3-4 mites).. Une infestation sévère ralentit le taux de remplacement des vieilles abeilles par de plus jeunes. C'est alors que l'effondrement de la colonie est éminent (entre 2 et 4 semaines). Certaines colonies s'effondreront en septembre alors que d'autres succomberont durant l'hiver.

## Dépistage

Les techniques qui suivent servent à déterminer la présence ou l'absence de *Varroa destructor* et également le taux et/ou le niveau d'infestation dans certains cas.

Le dépistage de ce parasite est relativement simple à faire. Il suffit d'ouvrir une centaine d'**alvéoles de faux-bourçons** pour pouvoir déceler une ou quelques petites taches brunes (Varroa) sur la puppe nacrée. Il faut sélectionner une aire de couvain de faux-bourçons operculé à un stade assez avancé (œil rosé) pour éviter la désintégration de la puppe. Avec un petit outil, on sort la puppe et on évalue la proportion d'alvéoles infestées par la mite. Charrière, Imdorf et al. (12) ont constaté cependant que l'on ne peut pas évaluer le taux ou le niveau d'infestation avec cette méthode. Ils ont remarqué que la charge de Varroa a pu varier de 1 à 6 fois en l'espace d'une semaine

Avantages:

- a) la méthode est rapide et facile.
- b) elle peut être utilisée pendant les inspections de routine.

Inconvénient:

- a) ne peut détecter une infestation très légère.

Une autre façon simple de détecter Varroa, sans ouvrir la chambre à couvain, est de déposer un **carton auto-collant** sur un plateau standard ou sur un plancher à fond grillagé, appelé plateau de ruche antivarroas.

Le carton est placé sous la ruche, pendant 1 à 3 jours, de telle manière à ce qu'il soit inaccessible pour les abeilles tout en laissant passer les varroas qui tombent par mort naturelle ou qui chutent accidentellement (**chute naturelle**) Les parasites, tombant sur une surface collante, ne peuvent donc plus retourner dans la ruche. Il ne reste qu'à retirer le carton et, avec une loupe, confirmer qu'il s'agit de varroa. Le carton peut également servir à faire un décompte de varroas et on peut, s'il y a lieu, utiliser cette méthode avec la présence d'une ou deux languettes d'Apistan® (**chute avec Apistan®**)

Avantages de la chute naturelle:

- a) Très sensible
- b) Peut donner une bonne idée du niveau d'infestation
- c) Ne dérange pas la colonie.

Inconvénients :

- a) L'évaluation peut prendre quelques jours(1-3)
- b) Nécessite plus d'un voyage au rucher.

Avantages avec Apistan®:

- a) très sensible
- b) donne une idée du niveau d'infestation en même temps que l'on procède au traitement avec fluvalinate.

Inconvénients:

- a) utilisation d'un produit chimique (Apistan® contient du fluvalinate).
- b) Ne peut être utilisé que si on a la certitude d'absence de résistance de varroa au fluvalinate.
- c) Nécessite plus d'un voyage au rucher.

Une autre méthode de détection, appelée la méthode du **roulement à l'éther**, consiste à cueillir environ 200-300 abeilles dans un pot type Masson. On y vaporise de l'éther ou un ou deux jets de liquide pour démarrer les moteurs. Après avoir agité vigoureusement pendant 30 secondes, on roule horizontalement sur lui-même le pot. On pourra

observer les mites qui collent sur la paroi. On considère que cette méthode déloge environ 50% des mites des abeilles dans le pot.

Si on remplace le liquide de démarrage par de l'**eau savonneuse** (assez pour recouvrir les abeilles) et qu'on procède de la même manière, on délogera presque 100% des mites (4) que l'on pourra récupérer en filtrant le liquide sur un filtre à café.

On peut également utiliser de l'alcool (**lavage à l'alcool**) ou du lave-glaces pour auto puis suivre la même technique. Toutes ces approches, sauf le carton auto-collant, ont le désavantage de tuer les abeilles.

Une technique qui épargne les abeilles a été établie pour déterminer la présence de la mite et différents produits ont été essayés pour saupoudrer les abeilles. On peut mentionner le sucre en poudre, le sucre fin, le talc, la farine de blé, le soda à pâte et la fécule de maïs.

La technique du **roulement dans le sucre** en poudre est certainement la plus rapide et la plus efficace parmi les différents produits mentionnés ci-haut (5). On utilise un pot de type Masson en remplaçant le couvercle plat par du coton fromage. Après avoir cueilli environ 300 abeilles, on ajoute à travers le coton fromage environ une cuillère à thé de sucre en poudre. On roule le pot pour bien distribuer le sucre et en recouvrir les abeilles. On laisse reposer une minute puis on retourne le pot en le secouant au-dessus d'un papier blanc. Les mites et le sucre passeront au travers le coton fromage et les abeilles peuvent être libérées.

Les auteurs donnent l'interprétation suivante pour des échantillons d'automne et de printemps au Midwest américain:

A l'automne, si ( $n$  = nombre de varroas)  $n > 36$  lorsqu'il n'y a pas de couvain, il y aura augmentation du taux de mortalité l'hiver suivant si la population de Varroas n'est pas réduite. Si  $n > 75$ , les probabilités sont très fortes que la colonie va s'effondrer durant l'hiver. Lorsqu'il y a encore du couvain, un  $n > 9$  devrait inciter l'apiculteur à enlever ses hausses à miel immédiatement et procéder à un traitement.

Au printemps, il y a normalement du couvain et si il y a présence de mites à cette période il faut mettre sur pied une stratégie pour réduire la population de mites. Un autre échantillon devrait être fait avant la mi-août. Si le résultat ( $n$ ) est plus grand que celui du printemps, l'apiculteur doit enlever ses hausses à miel et procéder immédiatement à un traitement. Le sauvetage d'une colonie aura comme effet de diminuer le rendement en miel mais il faut comprendre que la population de Varroas est multipliée par 10 et par 100 durant la saison forte du couvain, la vitesse de l'augmentation étant proportionnelle à la durée de la période forte de couvain et à l'apport extérieur de mites provenant des autres colonies.

Il faut se rappeler que la population infestante de varroas sera 2 fois plus grande chez les abeilles sur les cadres avec couvain que chez les abeilles sur les cadres à miel sans couvain. On augmente donc la probabilité de détecter la mite si on prend des abeilles sur les cadres à couvain.

## Evaluation de l'infestation

Lorsqu'on pratique une gestion sanitaire apicole intégrée (**GSAI**), on privilégie une utilisation rationnelle des substances chimiques. Le concept de la **GSAI** ne bannit pas l'utilisation des substances chimiques (antibiotiques, miticide, acaricide, huiles essentielles, etc...) mais favorise plutôt l'exercice (l'intégration) d'autres moyens (mécaniques, biotechniques, révision de la conduite du rucher, etc...) avant d'avoir recours aux substances chimiques, et ce, quand les conditions le permettent.

Dans les cas de la varroase, l'utilisation d'une substance miticide ne devrait se faire que s'il y a nécessité de traiter. La nécessité de traiter se confirme en utilisant une méthode d'évaluation soit du **taux d'infestation** soit du **niveau d'infestation**. Le **taux d'infestation** est la proportion d'abeilles infestées par Varroa dans une colonie donnée. Le **niveau d'infestation** est la population totale approximative de Varroas dans une colonie. Le taux et/ou le niveau d'infestation servent donc à déterminer si oui ou non il devrait y avoir traitement et, le cas échéant, quand doit-il se faire.

### **Le taux d'infestation**

Gatien et Currie (6) estiment qu'un **taux d'infestation** supérieur à 1% au printemps cause un impact négatif sur la production de miel, qu'une infestation entre 2 et 5% au printemps apporte une baisse très significative dans la production de miel et qu'une infestation généralisée des ruches de 20% au printemps annule toute possibilité de réserve de miel au Canada.

Ces mêmes chercheurs (7) ont établi des corrélations entre des taux d'infestation de Varroa et la nécessité ou non de traiter, déterminant ainsi les **SVE** (Seuil de Viabilité Économique) pour le Manitoba (pour l'automne et pour le printemps), basé sur un lavage à l'alcool de 200 à 300 abeilles:

### **Automne (selon Gatien et Currie)**

#### **Le test est en début septembre** (Rx= traitement)

Si < 1% \*\*\* \_\_\_\_\_ Rx immédiat non requis \_\_\_\_\_ Rx printemps non requis

Entre 1% et 5% \_\_\_\_\_ Rx immédiat non requis \_\_\_\_\_ Rx printemps requis

Entre 5% et 20% \_\_\_\_\_ Rx automne \_\_\_\_\_ Rx printemps non requis

#### **Le test est de mi-septembre à fin octobre**

Si < 12% \_\_\_\_\_ Rx immédiat non requis \_\_\_\_\_ Rx printemps requis

Si > 12% \_\_\_\_\_ Rx immédiat requis \_\_\_\_\_ Rx printemps peut-être requis

\*\*\*ATTENTION: S'il y a présence d'Acarapis woodi (acariose) en même temps que Varroa, un traitement doit être fait même

si le taux d'infestation est < 1%

On remarque donc dans l'encadré ci-haut que le taux d'infestation (établi en début septembre ou mi-septembre à fin d'octobre pour les fins de l'exemple) détermine s'il y aura ou non traitement en automne et/ou au printemps.

Des taux ont aussi été établis pour les tests de printemps :

**Printemps (selon Gatien et Currie)**

**Le test est du 1 avril au 20 mai**

Si < 1%-----→ 1) Avec une tolérance au risque faible---→ Rx immédiat  
 2) Avec une tolérance au risque élevée--→ Rx immédiat non requis

Si > 1%-----→ Possibilité de perte de la récolte  
 Si entre 1 et 5%--→ ac.formique (4-5 Rx) ou une languette Apistan®  
 Si > 5%-----→ 2 languettes d'Apistan®

**Le test est du 21 mai au 1 juillet**

Si > 1%-----→ Rx ac.formique (4-5Rx). Rx d'automne peut être nécessaire.

Comment déterminer ce taux d'infestation?

Le taux d'infestation (comme ceux exprimés dans les encadrés ci-haut) est déterminé par n'importe quelle méthode qui délogent les Varroas sur une quantité donnée d'abeilles vivantes (100-300 abeilles). Ces méthodes ont été vues plus haut soit le roulement à l'éther, le lavage à l'eau savonneuse, le lavage à l'alcool ou le roulement au sucre en poudre. Après l'opération, les mites sont comptées et rapportées comme un pourcentage (Ex 6 mites/300 abeilles = 6% d'infestation).

Bien sûr, cette évaluation se fait sur le maximum possible de ruches et on regarde le taux moyen pour avoir une vue d'ensemble.

Gatien et Currie (7) propose également le tableau suivant qui met en relation le taux d'infestation (lavage à l'alcool) avec la chute naturelle, Apistan® et l'acide formique:

Lavage à l'alcool	Chute sur carton auto-collant		
	Naturelle ½	Apistan® 0 à 30	acide formique 5 à 15
<b>0 à 1%</b>			
<b>3%</b>	<b>18 ± 13</b>	<b>50 (1 lang.) 185 (2 lang.)</b>	<b>76</b>
<b>5 à 6%</b>	<b>33 à 43</b>		

## Le niveau d'infestation

Le **niveau d'infestation** peut être considéré comme la population totale de varroas adultes dans une colonie donnée.

La population totale se détermine par extrapolation, c'est-à-dire qu'on utilise la technique de chute naturelle ou provoquée (miticide), puis on multiplie le nombre trouvé de mites par un facteur multiplicateur. Ce facteur multiplicateur est variable selon la saison, le lieu géographique et la présence ou non de couvain.

Sur une base très générale, on peut dire que le facteur multiplicateur est de 100 en automne et de 30 en été mais la variabilité est grande. Il faut de plus considérer que la technique de chute provoquée par Apistan® est la seule valable pour une évaluation de la charge de Varroa à n'importe quelle saison de l'année (**7A**) alors que la chute naturelle (24 ou 48 heures) ne serait valable que l'été et l'automne et non recommandée au printemps (Devlin)

A titre d'exemple, voici des facteurs multiplicateurs publiés par Steve Martin (**8**) qui a mis sur pied un calculateur à Varroas au Royaume-Uni.

Mois	Multiplicateur	Mois	Multiplicateur
Janvier	400	Juillet	30
Février	400	Août	30
Mars	100*	Septembre	100*
Avril	100*	Octobre	100*
Mai	30	Novembre	400
Juin	30	Décembre	400

\*Très variable à cause de l'expansion ou la diminution du couvain.

Après le comptage de mites sur le carton auto-collant, le nombre est multiplié par le facteur multiplicateur. Ainsi, si on compte 30 mites au mois de juin, on peut penser que la population totale de Varroas est d'environ  $30 \times 30 = 900$  mites. Mais quelle est la signification de ce nombre ? Constitue-t-il un danger pour la colonie ? Doit-on traiter immédiatement ou attendre à l'automne ?

C'est ici que se greffe la notion de seuil de viabilité économique (SVE). Le niveau d'infestation (déterminant le SVE) est une quantité qui doit être déterminée selon la région considérée.

## Le seuil de viabilité économique

Le taux d'infestation et/ou le niveau d'infestation peuvent exprimer le seuil de viabilité économique (**SVE**). C'est donc par le biais du taux et du niveau d'infestation (signal de traitement) que l'apiculteur protège le seuil de viabilité économique de ses ruches. Au-delà d'un certain taux ou d'un certain niveau d'infestation, le SVE sera affecté et des pertes économiques se produiront.

Le SVE varie selon la région géographique où sont les ruches et selon la période de l'année où on fait le comptage de la population de Varroa (Delaplane et Hood 1997). Le SVE peut même varier entre deux apiculteurs de la même région.

Néanmoins, il y a des taux d'infestation qui, de toute évidence, ne justifient pas un traitement. Par exemple, si après un roulement à l'éther ou un lavage à l'alcool d'un nombre significatif d'échantillons d'abeilles, je n'obtiens aucun varroa à la mi-septembre, il n'y a pas lieu de traiter pour l'automne en cours.

### Comment déterminer son SVE?

Il est possible pour chaque apiculteur ayant un nombre de ruches qui le justifie, de déterminer lui-même son seuil de viabilité économique (SVE). Cela veut dire que chaque méthode utilisée pour l'évaluation quantitative de mites doit se répéter au même moment de l'année, à la même place, avec la même quantité d'abeilles, etc...Par exemple le niveau d'infestation sera déterminé au même moment chaque année. Pour le lavage à l'alcool, cela veut dire que l'échantillon d'abeilles se prendra à la même place dans chaque colonie, recueillant le même nombre ou volume d'abeilles, le brassage des pots se fera toujours de la même force pendant la même durée.. Pour les cartons auto-collants, cela veut dire les laisser pendant le même nombre d'heures.

On détermine son propre SVE en plaçant à part quelques colonies à des fins d'évaluations. En automne, on désigne une dizaine de ruches, dans un même rucher, ayant des populations similaires et le même taux d'infestation de Varroa, disons par exemple, 2 mites au lavage à l'alcool. On traite la moitié du rucher au fluvalinate et l'autre moitié ne reçoit pas de traitement. Au printemps suivant, si les colonies non-traitées sont aussi fortes que les colonies qui ont été traitées, cela signifie que l'automne prochain, vous n'aurez pas à traiter les colonies qui auront un compte de deux mites ou moins au lavage à l'alcool. Pour le prochain test d'automne, on peut élever le compte à 3 ou 4 mites et recommencer la procédure. On continue à augmenter le seuil jusqu'à ce qu'on remarque une réduction de production dans les colonies non traitées. Cette façon de procéder exige une très bonne tenue de dossiers sur les ruches et il faut s'attendre à en perdre quelques unes.

A ma connaissance, il n'y a pas eu au Québec de déterminations précises, selon les régions, de niveaux d'infestations pour déterminer les SVE. Cependant, on peut raisonnablement se fier sur les données qu'ont produites d'autres régions du Canada, des Etats-Unis ou de l'Europe dont les caractéristiques climatologiques ressemblent aux nôtres.

A titre d'exemple, on retrouve des chiffres publiés par l'Université de Georgie, U.S.A. particulièrement pour la région sud-est de Piedmont (**8A**) Georgie.

Le SVE, étant défini comme le niveau d'infestation qui justifie un traitement, est donc de :

3172-4261 mites pour la population totale

ou 15-38 mites par un roulement à l'éther

ou 59-187 mites par le carton auto-collant

C'est donc dire que dans la région de Piedmont, Georgie, en principe, un résultat de test indiquant une population de Varroas inférieure à 3172, signifie qu'on peut retarder le traitement. Si le niveau se place entre 3172 et 4261 (peu importe le moment de l'année), un traitement est justifié et nécessaire **immédiatement** sinon il y aura des conséquences économiques négatives pour l'apiculteur. Egalement, si un roulement à l'éther révèle entre 15 et 38 mites ou qu'un carton auto-collant posé pour la nuit (18-24h) donne un comptage entre 59 et 187 mites, c'est que le SVE sera affecté s'il n'y a pas de traitement, donc **c'est le moment de traiter**. L'absence de traitement immédiat pourrait signifier l'effondrement de la colonie en peu de temps.

## Traitements et contrôle

### A- Traitements

Il est préférable que le traitement de la varroase se fasse en suivant les principes de la **GSAI**, c'est-à-dire qu'une évaluation du taux ou du niveau d'infestation soit effectuée pour justifier si un traitement doit être fait et, le cas échéant, à quel moment de la saison ce traitement doit-il être fait.

Actuellement, au Québec, du moins jusqu'en 2003, on utilisait souvent le fluvalinate, un pyréthrénoïde synthétique, incorporé dans des languettes et mis en marché sous le nom d'**Apistan®**. L'utilisation de ce produit doit se faire en respectant le mode d'emploi décrit par le fabricant. Dans une hausse à 10 cadres, deux languettes sont disposées au centre des cadres centraux en automne. Elles sont laissées en place pour 42 jours et ce, pour couvrir 2 cycles complets d'abeilles. Le principe actif, le fluvalinate, agit par contact avec l'abeille. Il ne peut pénétrer dans les alvéoles operculées. C'est un produit très stable, non volatil, qui est attiré par les graisses (comme la cire d'abeille). Il s'accumule dans la cire d'abeille avec le temps ; on a même démontré que les résidus de fluvalinate dans la cire pouvait tuer des mites même un an après le traitement. Le recyclage de la cire d'abeille ne détruit pas les résidus de fluvalinate.

Lors d'une utilisation normale, en suivant les recommandations du fabricant, il est peu probable de rencontrer des résidus en quantité potentiellement dangereuse dans le miel car l'attraction du fluvalinate pour les gras est très forte.

Une mauvaise utilisation de ce produit peut favoriser le développement d'une résistance de varroa à ce miticide. Le fait de laisser les languettes en place plus longtemps que recommandé par le fabricant augmente également la quantité de résidus de fluvalinate dans la cire.

Cette résistance s'est manifestée en 2002-2003 et depuis, nous recommandons pour 2003 et 2004, de remplacer le fluvalinate par le coumaphos (CheckMite®)

Pour traiter contre Varroa, on utilise également l'**acide formique** mais il a été suggéré d'utiliser ce produit au printemps à cause des températures moyennes plus élevées dans cette saison. Cet acide organique agit en fonction d'une température moyenne relativement chaude (entre 12°C et 26°C); le produit s'évapore lentement dans la

ruche. Ici encore, on doit suivre scrupuleusement le mode d'emploi déterminé par le fabricant.

Le produit est présenté sous forme de tampons prêts à l'utilisation ou encore on peut les préparer soi-même. On retrouve sur le marché le Mitewipe® qui est un tampon imbibé (35 cc) d'acide formique 65% et appliqué pendant quatre jours. On replace un nouveau tampon après 4 jours et on renouvelle le traitement pour 5 autres fois, donc un total de 6 applications (3 applications si on ne traite que pour l'acariose)

On retrouve également le Mite-awayII® qui consiste en une application unique d'une durée de trois semaines d'un tampon contenant 250cc d'acide formique 65%.

En ce qui concerne la pénétration de l'acide formique dans l'alvéole, rien ne permet pour l'instant de l'affirmer sans aucun doute. Il est préférable d'exécuter le traitement selon les directives du fabricant en respectant la durée du traitement tout en gardant à l'esprit que les varroas immatures ne seront pas affectés dans l'alvéole par l'acide formique.

On retrouve l'acide formique à l'état naturel dans les miels de fleurs (**10**) (entre 17 et 85mg/kg). Toutefois, le miel peut contenir en moyenne jusqu'à 254 mg/kg après un traitement au printemps. C'est pourquoi en Suisse, le traitement à l'acide formique est recommandé surtout l'automne (température moyenne différente du Québec?) et en cas d'urgence seulement au printemps.

Des essais intéressants avec **l'acide oxalique** ont récemment été publiés (**11**) par Charrière et Imdorf (Suisse). Les auteurs démontrent que cette méthode de dégouttement (trickling) est très efficace, simple, rapide et peu coûteuse. Les colonies choisies (200) ont été traitées en août –septembre avec l'acide formique ou le thymol puis le traitement à l'acide oxalique s'est fait entre le 29 octobre et le 9 décembre 1999, à une température supérieure à 4°C (la période de traitement pourrait être ajustée pour les températures du Québec). Il est important que les colonies soient sans couvain puisque l'acide oxalique ne rejoint pas varroa dans le couvain. Les auteurs (**14**) estiment qu'un traitement à l'acide oxalique appliqué par pulvérisation dans des colonies sans couvain peut atteindre 95%. Ils sont bien tolérés par les abeilles et s'exécutent en un temps relativement court par ruche (environ 5 minutes). La teneur naturelle en acide oxalique du miel de printemps n'est pas accrue suite à ce traitement.

Il existe également des traitements avec des composants d'**huiles essentielles** mais ces applications rencontrent une meilleure performance dans des pays où le climat est plus clément qu'au Québec. Ainsi on a recours au thymol, à l'huile de "wintergreen", d'eucalyptus, de citronelle, de cannelle, de mélaleuka, de Patchouly, de menthe poivrée, de romarin, de spearmint, d'arbre à thé. Parmi ces produits, le thymol semble avoir une bonne efficacité en Suisse (90-97%) dans des conditions optimales.

## **B- Contrôle de la population de Varroas (approche en GSAI)**

La varroase constitue un défi tout à fait approprié (**16**) pour l'application de la **GSAI** qui repose sur des méthodes de contrôle variées, car le fait de se fier sur un seul produit

(Apistan®) pour contrôler la mite Varroa mène inévitablement au développement d'une résistance de Varroa à ce produit.

La **GSAI** dispose en effet de plusieurs types de contrôle:

l'Apistan®, l'acide formique, l'enlèvement du couvain de faux-bourçons, la sélection de reines à comportement hygiénique, le plateau de ruche anti-varroas, la formation de nucléi, l'utilisation d'huiles essentielles, les abeilles russes, les reines avec le caractère SRM (suppression de la reproduction de la mite), les alvéoles à 4,9mm (rétrogression), etc....

Un des objectifs du contrôle est de s'assurer que le seuil de viabilité économique (SVE) n'est pas dépassé, d'appliquer le ou les traitements lorsque requis et ce, au moment précis où il le faut. Ce contrôle se fait donc par les méthodes exposées plus haut dans ce texte. Ces approches, le plus souvent combinées, servent à contrôler la charge de Varroa, c'est-à-dire à maintenir la population bien en-deça de seuil de viabilité économique. Certaines d'entre elles sont des mesures complémentaires qui s'avèrent nécessaires lorsque le traitement par un miticide n'est pas suffisant (par exemple, l'acide formique). Toutes ces interventions retardent le développement de Varroas et plusieurs d'entre elles ont l'avantage non négligeable de pouvoir être pratiquées en plein cœur de la saison mellifère.

Voici quelques-unes de ces approches dites biotechniques:

**a) L'enlèvement du couvain de faux-bourçons:**

Cette approche (12)est basée sur l'attraction de Varroa pour le couvain de faux-bourçon, une attraction 8 fois plus grande que celle pour le couvain d'ouvrières.

Il faut introduire les cadres à faux-bourçons assez tôt au printemps (période la plus importante pour l'application de cette technique) pour qu'ils soient bâtis assez rapidement. Il faut s'assurer de ne pas laisser éclore les faux-bourçons de ces cadres et donc, les retirer dès qu'ils sont operculés. On peut faire congeler les cadres puis retirer les larves. On peut ainsi réutiliser les cadres. Cette mesure biotechnique devrait également être pratiquée en été (3 à 5 fois) et permet de retarder le traitement à l'automne suivant s'il y a lieu.

**b) La formation de nucléi**

C'est une autre mesure biotechnique complémentaire efficace qui enlève une quantité importante de Varroas dans la colonie-mère. La division se fait tout de suite après la première miellée du printemps de sorte que la colonie-fille puisse être assez forte pour la prochaine miellée. La reine est laissée dans la colonie-mère sauf en période de fièvre d'essaimage. Après la division, les nucléi sont placés loin des colonies-mères (3 kilomètres). La division en nucléi non seulement réduit la population (distribution) de Varroas mais prévient également l'essaimage, compense pour les pertes hivernales, renforce les colonies faibles et contribue à donner un regain de jeunesse aux colonies-mères. On parle d'une réduction moyenne de 30% de Varroas. En fait, ce n'est pas strictement la population de varroas qui diminue mais sa distribution ou sa dilution dans un nombre d'abeilles dont le nombre augmente.

**c) Le plateau de ruche anti-varroas**

Cette méthode économique, facile, durable et propre s'intègre parfaitement bien dans le concept de la **GSAI**. Un projet d'expérimentation a été réalisé par Jean-Pierre Chapleau de Les Reines Chapleau et le rapport final (15) a été déposé en mars 2002. Les résultats obtenus en 2000 et 2001, bien que pas toujours statistiquement significatifs, indiquent néanmoins que le plateau contribue de manière très positive à diminuer la population de Varroas. L'auteur conclue que le plateau anti-varroas est un bon moyen de ralentir la progression de la mite. Certaines exigences doivent cependant être respectées: le fond doit être fermé par un tiroir amovible (pour sortir les débris une fois par mois et faire les dépistages), ce qui évite des baisses de température. La grille du plateau doit être au moins à 4 cm du fond du tiroir pour prévenir la remontée des varroas dans la ruche.

Il semble également que deux études ont rapporté une augmentation significative de la surface du couvain de la ruche lorsque le plateau anti-varroas était utilisé (Pettis & Shimanuki et Ellis, Delaplane & Hood).

Le plateau permet donc de ralentir la progression de l'infestation et possiblement de réduire la fréquence des traitements. Il facilite grandement l'évaluation de l'infestation, permettant ainsi une décision judicieuse quant au moment approprié pour un traitement. Il augmente également l'efficacité des miticides.

c) **Les abeilles russes** (encore en évaluation, importation des Etats-Unis encore Interdite.)

Ces abeilles dont l'origine serait le territoire Primorsky en Russie (17) ont été introduites en Amérique du Nord durant les années 1990. Les reines importées furent relâchées dans un rucher-quarantaine à Grand Terre Island en Louisiane.

L'évaluation des stocks d'abeilles russes aux USA a montré une proportion moindre de mites dans le couvain (48% de la population totale de mites retrouvées dans le couvain) par rapport aux abeilles nord-américaines (70% de la population totale de mites retrouvées dans le couvain). Les tests ont montré que malgré une infestation forte des abeilles russes par Varroa, les couvains de ces colonies, autant celui des ouvrières que celui des faux-bourçons, démontraient un niveau d'infestation moins grand que celui des colonies nord-américaines. Moins de varroas dans le couvain signifie conséquemment un niveau plus bas de la population totale de Varroas.

En 1999, l'Association des Apiculteurs de l'Ontario (OBA), la Société d'Apiculture de l'Est (Eastern Apiculture Society), L'Association des Apiculteurs de Saskatchewan (SBA) et le Conseil Canadien du Miel ont décidé d'importer des abeilles russes pour évaluation. Des permis furent émis par l'ACIA pour autoriser l'importation d'œufs et de semence russes. En 2000, les trois premières lignées de reines russes relâchées par le USDA-ARS furent importées. Ces reines furent inséminées avec la semence russe importée mais quelques reines russes ont également été accouplées à des faux-bourçons ontariens, produisant ainsi une F1 hybride. En 2001, on a créé une aire d'accouplement sur une île de Georgian Bay en Ontario pour créer des lignées russes pures

Les résultats d'évaluation de ces colonies russes en comparaison avec les colonies d'Ontario semblent très prometteurs. Les abeilles russes démontrent de très bonnes

aptitudes hygiéniques et une bonne résistance à *Acarapis woodi* (acariose). Elles résistent bien à nos hivers et offrent des capacités productives similaires aux abeilles nord-américaines.

On a quand même trouvé quelques aspects négatifs qui méritent une recherche plus approfondie; elles ont un taux élevé de supercédure. On croit cependant que cette caractéristique est génétique et de ce fait, peut être atténuée par sélection.

Les abeilles russes présentent actuellement une source potentielle de stock d'abeilles tolérantes à Varroa.

Pour voir un peu ce qui se passe aux USA dans ce domaine, veuillez cliquer sur le lien cité dans les références (17)

#### **e) Le gène de la SRM (encore en évaluation)**

Chez les abeilles avec la caractéristique SRM (suppression de la reproduction de la mite), la mite fondatrice (18) entre dans l'alvéole juste avant l'operculation mais n'arrive pas ou peu à se multiplier. Les conclusions des recherches en cours incitent à penser que le génotype des abeilles-hôtes infestées par Varroa a un effet très important sur la capacité de reproduction de la fondatrice. Bien que le mécanisme ne soit pas encore connu, il n'est pas impossible que cette répression ou suppression de la reproduction de la fondatrice puisse venir de la larve même.

#### **f) Les alvéoles à diamètre réduit (évaluation avancée)**

Cette approche est le fruit de recherches effectuées pendant de nombreuses années par un couple apiculteurs (Ed et Dee Lusby) de Tucson, Arizona (19).

Dans leur exposé, les Lusby précisent d'abord que la grosseur des abeilles dépend de la grosseur des alvéoles. En conséquence, un diamètre alvéolaire de 4,9 mm favoriserait de plus petites abeilles et empêcherait *Acarapis woodi* de se loger dans les spiracles de l'abeille. Egalement, selon les auteurs, la dimension alvéolaire de 4,9 mm réduirait de beaucoup la possibilité de reproduction de *Varroa destructor*. Certains fabricants américains de cadre offrent déjà des cadres avec des bases alvéolaires à 4,9 mm mais les résultats restent à suivre.

### **La résistance**

La résistance de Varroa au fluvalinate a été rapportée dans de nombreux pays. Les premiers cas furent signalés en Lombardie, Italie, en 1991.

La résistance est la capacité d'un organisme à tolérer des doses toxiques d'une substance qui serait normalement létale pour la majorité d'une population d'une même espèce (20).

La résistance au fluvalinate est héréditaire donc elle transmise à la progéniture des fondatrices. La fréquence de ce trait génétique sera proportionnelle à l'intensité de la pression de la sélection (utilisation de fluvalinate dans ce cas-ci) que l'on impose à la population de Varroas.

Il faut comprendre que cette caractéristique génétique est présente ou absente chez un individu. Dans une population donnée, on retrouvera donc un certain taux d'individus résistants. Plus la pression sélective augmente, plus ce nombre d'individus résistants

augmentera. Une certaine conduite du rucher basée sur des méconnaissances de la part de certains apiculteurs contribue à augmenter cette pression sur la sélection d'individus résistants. Par exemple, on entend couramment dire que l'utilisation d'une faible dose de fluvalinate accélérera le processus de résistance, ce qui est inexact. En fait, la meilleure manière d'accélérer l'apparition de la résistance (et d'en augmenter également le taux) est d'utiliser la dose la plus élevée de toxiques (le fluvalinate dans ce cas-ci). Ceci élimine de façon rapide une bonne partie des individus susceptibles, laissant la place aux résistants. De plus, le fait de laisser plus longtemps les bandes de fluvalinate augmente la possibilité de détruire les quelques individus susceptibles qui auraient survécu au traitement normal. En bout de ligne, ce qui reste dans la colonie constitue une partie résistante plus importante de la population.

La détection de la résistance de Varroa au fluvalinate peut se faire selon la méthode officielle du USDA, la méthode de Pettis. Cette méthode est bien expliquée dans l'article de Pierre Villemure (20) mentionné en références. Le test sert à déterminer si l'apiculteur devrait ou non utiliser le fluvalinate comme traitement d'automne.

Je suggère de faire le test de Pettis AVANT le traitement. En effet, si l'apiculteur décèle de la résistance après le traitement, il sera placé devant l'alternative d'utiliser l'acide formique, si la température le permet mais c'est peu probable car la saison sera trop avancée, ou ne rien faire et attendre au printemps pour traiter à l'acide formique s'il ne perd pas son cheptel.

S'il y a absence de résistance, l'apiculteur pourra faire son traitement en ayant la certitude relative de l'efficacité de son traitement et la satisfaction de ne pas gaspiller de l'argent pour un produit qui, dans le cas de résistance, serait plus ou moins efficace.

#### Pour éviter la résistance:

1. Profiter de la résistance ou tolérance à Varroa par certaines souches d'abeilles. Ces souches nécessiteront moins de traitement.
2. Se servir de la notion de seuil de viabilité économique ainsi, les traitements ne seront donnés qu'au moment opportun.
3. Alternier l'utilisation des miticides selon leurs modes d'action différents. Par exemple, le fluvalinate et l'acide formique, le fluvalinate et le coumaphos. C'est l'approche la plus efficace pour éviter la résistance.

Le problème de résistance de Varroa aux traitements ne peut se résoudre sur une base individuelle où chaque apiculteur tente de résoudre "son" problème de résistance. A cause de la grande mobilité de Varroa, le problème de la résistance se répandra aussi rapidement que Varroa lui-même. Il faut donc une approche concertée des différentes instances qui devront s'assurer que les apiculteurs comprennent l'ampleur et la dynamique du phénomène, puis, une planification de stratégie qui devra se faire sur une échelle provinciale, voire même nationale.

1. Anderson, D., Proceedings of the 36<sup>th</sup> Apimondia Apiculture Congress, Vancouver, Canada, pp.59-62, September 1999.
2. Vandame Rémy, Colin Marc, Abeilles européennes et abeilles africanisées au Mexique, INRA-Station de Zoologie et Apidologie 84914 Avignon cedex 9  
<http://www.apiculture.com/article/vandame/vandame1.htm>
- 2A. Dillier, F.-X., Fluri, P., Guerin, P., Varroa destructor a son "nez" sur ses pattes. In L'Abeille de France et l'apiculteur, Septembre 2002, vol.884
3. Simoneau, A., Virus chez les Abeilles in L'Abeille, Fédération des Apiculteurs du Québec, Vol.22, no 2 Automne 2001
- 3A. Varroa Mites [http://www.ent.uga.edu/bees/Disorders/Varroa\\_mites.htm](http://www.ent.uga.edu/bees/Disorders/Varroa_mites.htm)
4. Morse, Roger, Integrated pest management for varroa mites in Bee Culture Magazine, November 1999.
5. Marcedo, Paula A., Ellis Marion D. in Nebguide  
<http://www.ianr.unl.edu/pubs/insects/g1430.htm>
6. Erickson, E.H., Atmowidjojo, H., Hines, L. Producing Varroa Tolerant Honey Bees  
<http://gears.tucson.ars.ag.gov/rf/abi/tolerant.html>
7. Desjardins, France, Communication personnelle Avril 2002
- 7A. Devlin, Shawn Michael, Comparative analysis of sampling methods for Varroa mites (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) on honey bees (*Apis mellifera* L.). Thesis submitted for the requirements for the degree of Master of Pest Management at Simon Fraser University, August 2001.
8. De Tom Barrett sur [BEE-L@listserv.albany.edu](mailto:BEE-L@listserv.albany.edu) 14 avril 2002
- 8A UGA Honey bee Program-Honey Bee Disorders-Varroa Mites  
[http://www.ent.uga.edu/bees/Disorders/Varroa\\_mites.htm](http://www.ent.uga.edu/bees/Disorders/Varroa_mites.htm)

- 8B** Charrière J.-D., Imdorf, A., Station fédérale de recherches laitières de Liebefeld, Bern, Suisse  
[http://www.apiculture.com/articles/varroas\\_fr.htm](http://www.apiculture.com/articles/varroas_fr.htm)
- 8C** Hansen H., Brodsgaard Camilla J. Varroa treatment in Denmark  
<http://www.biavl.dk/english/varroa-english/outline.htm>
- 9.** MAPAQ, DÉSA, Bulletin zoosanitaire no 22A, Avril 2000  
[http://www.agr.gouv.qc.ca/qasa/desa/bul\\_no22A.html](http://www.agr.gouv.qc.ca/qasa/desa/bul_no22A.html)
- 10.** Bogdanov, S., Imdorf, A., Charrière, J.-D., Fluri, P., Kilchenmann, V., Qualité des produits apicoles et sources de contamination in La Santé de l'Abeille, no 191, Septembre-Octobre 2002
- 11.** Charrière, Jean-Daniel, Imdorf, Anton Oxalic acid treatment by trickling against *Varroa destructor* : recommendations for use in Central Europe and under temperate climate conditions in Bee World (83)2: 51-60 (2002)
- 12.** Charrière, J.-D., Imdorf A., Bachofen Boris, Tschan Anna, in The removal of capped drone brood: an effective means of reducing the infestation of Varroa in colonies, Swiss Bee Research Center, Dairy Research Station, Liebefeld, Bern (1998).
- 13.** Charrière, J.-D., Maquelin, C., Imdorf A., Bachofen, B., in What part of the Varroa population is removed by creating a nucleus? Swiss bee Research Center, Liebefeld, Bern
- 14.** Charrière, J.-D., Imdorf, A., Fluri, P., in Acide oxalique par pulvérisation- une méthode hautement efficace pour lutter contre *Varroa destructor* Centre Suisse de recherches apicoles, Liebefeld, Bern.
- 15.** Chapleau, Jean-Pierre in Projet d'expérimentation d'un plateau de ruche "antivarroas" dans la perspective du développement d'une stratégie de lutte intégrée contre la varroase de l'abeille au Québec. Rapport final mars 2002.
- 16.** Rice, N.D., Winston M.L. in IPM for Varroa control. Hivelights Vol 14, #1, Feb 2001
- 17.** Wilson, G., Nasr, M., Kevan, P. in Varroa resistance and economics traits of russian honeybees in Canada in Hivelights, Vol.15, no.5 Supplement 2002 Section 2 CBRF Reports  
<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/oct01/bee1001.htm>
- 18.** Sheppard, Steve in Research Reviewed, Bee Culture Jan 2002
- 19.** <http://www.beesource.com/pov/lusby/index.htm>

**20.** Villemure, Pierre. Varroas résistants au fluvalinate in L'Abeille, Vol.22  
no 3, Hiver 2002. Fédération des Apiculteurs du Québec

**20A** Thomas, John in Mite Resistance, Bee Culture Magazine, August 1998

=====