

Contrôle de l'efficacité du médicament APIVAR ND contre *Varroa destructor*, parasite de l'abeille domestique

J.-P. FAUCON, P. DRAJNUDEL, M.P. CHAUZAT et M. AUBERT*

Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, Site de Sophia Antipolis, Unité pathologie de l'abeille, Les templiers, 105, route des Chappes, BP 111, 06902 Sophia Antipolis, FRANCE

* Auteur chargé de la correspondance : E-mail : m.aubert@afssa.fr

RÉSUMÉ

Pour vérifier le bien fondé de soupçons portant sur une perte d'efficacité de l'Apivar ND (substance active : amitraze) due à l'apparition de résistance chez *Varroa destructor*, on a compté le nombre de varroas tombés dans 10 ruches traitées à l'automne et au début de l'hiver 2005 et le nombre de varroas résiduels dans ces ruches après traitement au début de l'année 2006. Ces données ont été comparées avec celles obtenues dans 5 ruches non traitées du même rucher situé à Sophia-Antipolis (Département des Alpes-Maritimes - France). Toutes provenaient du même rucher traité de la même manière à l'Apivar ND au cours des quatre années précédentes. Un nombre similaire de parasites a été obtenu dans les deux lots au cours de la période de traitement (en moyenne 1104 par colonie), mais dans le lot traité, les varroas sont morts en majorité au début du traitement alors que cette mortalité a peu diminué chez les témoins. Après le traitement, les colonies témoins hébergeaient en moyenne 622 acariens contre 2,8 pour les colonies traitées. En comparant ces charges parasitaires, on en déduit que l'Apivar ND a conféré une protection de 99,5% aux colonies traitées et que les résistances à l'amitraze décrites chez *V. destructor* n'ont pas encore de conséquence apparente, au moins dans les conditions du protocole suivi. La corrélation entre le nombre de parasites recueillis quotidiennement sur couvre-fond grillagé et le niveau parasitaire dans la ruche, confirmée dans cet essai, justifie de préconiser le décompte des varroas comme méthode d'avertissement pour l'apiculteur et comme élément de décision pour la mise en œuvre du traitement.

Mots-clés : *Varroa destructor*, abeille domestique, Apivar ND, amitraze, résistance, *Apis mellifera*.

SUMMARY

Control of the efficacy of APIVAR ND against *Varroa destructor*, a parasite of *Apis mellifera*

For assessing the efficacy of Apivar ND (active substance : amitraz) which has been suspected to be lower after resistance to amitraz had been observed in *Varroa destructor*, the number of varroas fallen on bottom board inserts have been followed in ten colonies treated Apivar ND during autumn and at the beginning of winter 2005 and the number of residual parasites at the beginning of the year 2006. Data were compared with those obtained from five non-treated colonies kept at the same location (Sophia-Antipolis - département des Alpes-Maritimes - France). All colonies had been selected from the same apiary, where they had been similarly cared for during the four previous years, including a yearly Apivar ND treatment. A similar number of mites have been trapped on the sticky boards during the treatment period (mean = 1104 per colony), however in treated colonies, most of the mites have been collected early in the period whereas, this number followed a very slow decrease in the control hives. After the treatment, control colonies had still 622 varroas (mean per colony) and the treated 2,8 only. By comparing the infestation level in both groups, the authors conclude that Apivar ND preserved treated colonies against 99,5% of the population found in control colonies. Resistance developed by *V. destructor* against amitraz has still not any significant impact on the efficacy of Apivar ND treatment, at least in the context of the followed protocol. The relationship between mite mortality and the total population of varroa in the hive, which has been confirmed in this trial, allows to advise bee-keepers to use varroa counting on bottom boards for following the infestation level and as a decision tool for treatment.

Keywords : *Varroa destructor*, honey-bee, Apivar ND, amitraz, resistance, *Apis mellifera*.

Introduction

A la faveur de l'extension de l'élevage d'*Apis mellifera* en Asie dans l'aire d'origine d'*Apis cerana*, *Varroa destructor* acarien parasite de cette dernière est passé sur l'abeille domestique européenne et s'est propagé sur tous les continents à l'exception de l'Australie et de l'île sud de la Nouvelle Zélande [14]. Ce parasite était considéré comme la plus grande cause de perte de colonies d'*A. mellifera* malgré les mécanismes d'adaptation que l'abeille domestique a pu développer [11]. En France, depuis l'introduction du parasite en 1982 [7], la situation est aussi grave et n'a pas évolué favorablement malgré la description de lignées d'abeilles plus tolérantes [23]. *Varroa destructor* soumet l'abeille adulte et son couvain à des agressions physiques (blessures), perturbatrices du comportement [34], spoliatrices (prise régulière d'hémolymphe) [3] et vectrices (inoculation de virus et autres agents infectieux) [19, 21, 25].

La lutte contre *V. destructor* est donc une composante essentielle de la conduite apicole. Afin de limiter la charge parasitaire en dessous d'un seuil compatible avec un développement harmonieux des colonies, trois médicaments disposant d'une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) sont disponibles en France : l'Apistan ND (molécule active : fluvalinate), l'Apivar ND (molécule active : amitraze), l'Apiguard ND (molécule active : thymol) [28]. L'amitraze utilisée depuis 1982 [8, 13] a été la molécule la plus souvent préconisée et la plus utilisée ces dernières années [27]. Plusieurs échecs de traitements à l'Apivar ND ont été considérés par certains apiculteurs comme le signe d'une perte d'efficacité de l'amitraze et il leur a alors été suggéré d'effectuer des déclarations aux centres de pharmacovigilance [29]. Nous décrivons ici un essai qui avait pour but de vérifier l'efficacité du médicament Apivar ND sur des colonies traitées régulièrement avec ce produit depuis quatre années.

Matériel et Méthodes

L'essai a porté sur 15 ruches Langstroth d'un même rucher. Depuis l'année 2002, toutes les ruches de ce rucher avaient été traitées de manière systématique à l'aide d'Apivar ND à raison de deux lanières par ruches placées à la mi-août et laissées en place 10 semaines. Les 15 ruches ont été sélectionnées pour cet essai avant tout traitement de l'année 2005, et ont été réparties en 2 lots de 10 et 5 ruches. Ces ruches avaient jusqu'à ce moment été conduites de la même manière et juste avant l'essai, elles comptaient chacune 7 à 10 cadres occupés par des abeilles adultes, 3 à 5 cadres de couvain, sans différence significative entre ces deux lots. Leur état sanitaire a été vérifié et trouvé bon. Toutes ces ruches ont été gardées sur le même emplacement dans le sud-est de la France (Sophia Antipolis, Alpes-Maritimes). Les ruches de chacun des lots étaient au moins distantes de 30 mètres et leur orientation, identique pour toutes les ruches d'un même lot, différait entre lots de manière à minimiser les phénomènes de dérive des butineuses et par là même, les contaminations entre lots.

Les ruches étaient équipées de plateaux grillagés avec tiroir permettant de glisser un linge graissé pour collecter et compter les parasites selon la méthode proposée par DIETZ et HERMANN [12]. Ce dispositif piège les parasites tombés alors que le grillage interdit toute possibilité de nettoyage de

ceux-ci par les abeilles. Les parasites recueillis sur les langes sont donc des individus morts du fait de traitements acaricides ou pour toute autre cause, et des individus viables mais piégés par la graisse adhésive.

Le 10 octobre 2005 (j0), deux lanières d'Apivar ND ont été placées dans chacune des 10 ruches du lot traité. Les 5 ruches du second lot (lot témoin) n'ont reçu aucun traitement. Le décompte des parasites et le remplacement des langes ont été réalisés dès le lendemain (j1) puis chaque mardi et vendredi (c'est-à-dire alternativement 3 et 4 jours plus tard) jusqu'au 24 décembre 2005 et une dernière fois, 11 jours plus tard, le 3 janvier 2006 (j85), date à laquelle les lanières ont été retirées. Tous les décomptes ont été effectués au rucher par division du linge en secteurs tracés dans la graisse au moyen d'une règle.

A partir du 3 janvier, ont été appliquées successivement à toutes les ruches des deux lots, 3 matières actives reconnues pour leur action létale sur *V. destructor* [5, 19]: l'acide oxalique, le coumaphos (Asuntol ND) et le fluvalinate (Apistan ND). L'utilisation successive de ces 3 matières actives est nécessaire en raison des résistances possibles [16, 18, 30, 33]. Le détail de ces traitements est indiqué dans le tableau I, leur date et celles des décomptes réalisés après ceux-ci sont décrits dans la figure 1.

Date des traitements	Matière active	Spécialité commerciale	Dosage	Posologie
3 janvier 2006 (j85)	Acide oxalique	Acide oxalique dihydrate (Merck)	35 g/l de sirop de saccharose 50/50	dégouttement entre les cadres occupés par les abeilles (5 ml par inter-cadre)
9 janvier 2006 (j91)	Coumaphos	Asuntol ND (Bayer)	15 g d'Asuntol ND pour 11 litres d'eau	
20 janvier 2006 (j102)	Fluvalinate	Apistan ND (Swarm)	lanières contenant 0,5 g de fluvalinate	2 lanières par colonies disposées entre les cadres au milieu de la grappe d'abeilles

TABLEAU I : Date et nature des traitements de contrôle mis en œuvre pour la mise en évidence des varroas après le traitement à l'Apivar ND.

A l'exception du premier décompte qui a été réalisé le jour suivant l'installation des lanières d'Apivar ND, le résultat des décomptes suivants a été corrigé au prorata de l'intervalle de temps séparant le décompte considéré du décompte précédent pour obtenir des résultats journaliers théoriques. Cette correction n'a évidemment aucune répercussion sur le calcul des sommes, des moyennes et autres paramètres statistiques évaluées sur des périodes complètes.

Pour les analyses statistiques (évaluation des moyennes, comparaison de moyennes et analyse de la variance pour comparer l'évolution des lots au cours du temps), la variable nombre de varroas recueillis sur les langes (n), a été normalisée en utilisant la transformation logarithmique selon la formule $\log_{10}(n+1)$. Les moyennes indiquées sont donc des moyennes

géométriques. Les comparaisons entre lots ont été effectuées selon la méthode d'analyse de la variance avec données répétées (influence des paramètres traitement et délais mesurés répétitivement sur les mêmes "individus", dans notre cas les colonies représentent les individus) à l'aide du logiciel JMP version 5 (SAS Institute).

Résultats

RÉCOLTE DES VARROAS SUR LES LANGES.

La figure 1 décrit la chute quotidienne moyenne des varroas dans les deux lots au cours du temps.

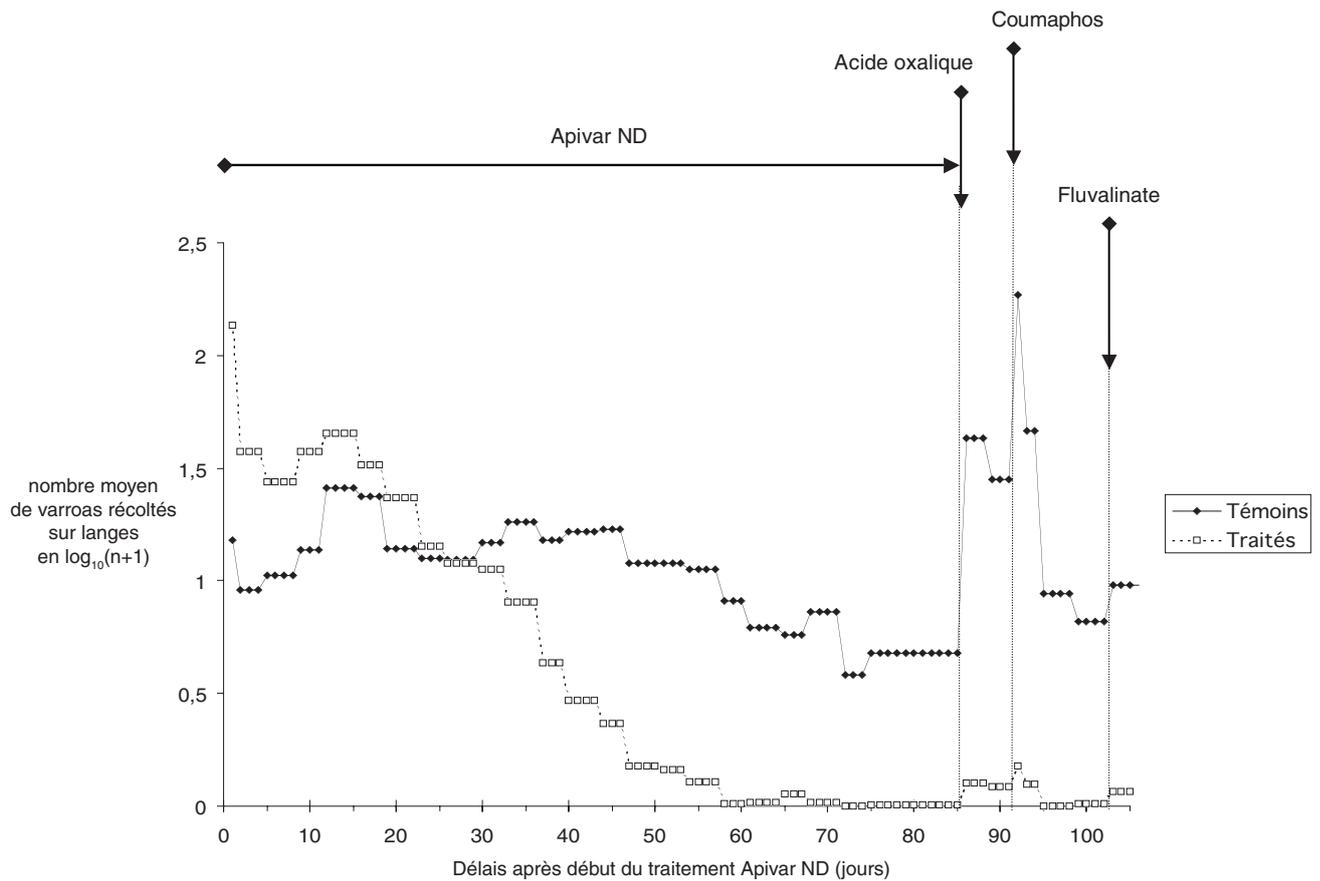


FIGURE 1 : Cinétique de la chute des varroas sur les langes au cours de l'essai. En ordonnée : moyenne des varroas décomptés quotidiennement (transformation logarithmique), en abscisse : chronologie en jour comptés à partir de la pose des lanières d'Apivar ND.

- Du 11 octobre au 3 janvier 2006, c'est à dire au cours du traitement Apivar ND et avant les traitements de contrôle :

Sur l'ensemble de la période "traitement à l'Apivar ND" (j0-j85), le nombre de varroas tombés quotidiennement a été compris entre 0 et 421 par ruche dans le groupe traité et entre 0 et 71 par ruche dans le groupe témoin. Ce nombre est quotidiennement très variable d'une ruche à l'autre y compris dans le même lot : ainsi, l'intervalle le plus élevé observé a été [28 ; 421] et [4 ; 71] dans les groupe traités et témoins respectivement. Pour l'ensemble de la période de traitement, le nombre total de varroas recueillis sur les langes a varié de 234 à 2566 par colonie dans le lot traité (moyenne par colonie = 1130) et de 402 à 3526 varroas par colonie dans le lot témoin (moyenne par colonie = 1052). La différence observée est très faible et statistiquement non significative (moyenne générale = 1104; $F_{1/13} = 0,025$; $P = 0,88$).

La cinétique de la chute des parasites au cours de cette période a cependant été très différente dans les deux lots. En effet, pour l'ensemble des 7 premiers décomptes qui couvrent la période j1 à j22, les varroas piégés ont été plus nombreux dans le lot traité : la moyenne quotidienne par colonie a oscillé entre 22 et 134 varroas par jour dans le lot traité et entre 8 et 25 varroas par jour dans le lot témoin. Cette différence est significative ($F_{1/13} = 4,88$ avec $P = 0,046$). Alors qu'aucune tendance évidente ne marque la cinétique du lot témoin, le lot

traité a connu une diminution continue du nombre des chutes d'acariens. Cette différence entre la cinétique observée dans les deux lots est confirmée par l'interaction des paramètres temps et traitement significative au seuil 0,006 ($F_{6/8} = 7,41$).

A suivi une brève période (de j23 à j32) au cours de laquelle le nombre moyen de varroas piégés a été similaire dans les deux lots avec une moyenne située dans un intervalle de 10 à 14 varroas par jour et par colonie.

A partir de j33, le nombre d'acariens comptés est devenu plus élevé dans le lot témoin que dans le lot traité et la diminution fut telle dans ce dernier lot qu'à j47, la moyenne devient inférieure à 1 acarien, alors que cette moyenne est de 11 dans le lot témoin. Malgré une diminution apparente dans le lot témoin également, l'écart entre les deux lots s'est encore creusé jusqu'à la fin du traitement (j85) puisqu'à cette date la moyenne dans le lot traité est de 0,02 varroas alors qu'elle s'est maintenue à 3,8 varroas par jour et par colonie dans le lot témoin. Cette différence entre lots est confirmée par l'analyse de la variance portant sur cette troisième période : $F_{1/13} = 26,9$, significatif au seuil 0,0002. Au cours de cette période, la moyenne quotidienne par colonie a en effet oscillé entre 0 et 7 varroas par jour dans le lot traité et entre 2,8 et 17 varroas par jour dans le lot témoin. Sur l'ensemble de cette période la récolte totale d'acariens a été effectivement plus abondante dans les ruches non traitées ($F_{1/13} = 15,32$ avec $P = 0,002$).

En résumé, un nombre similaire d'acariens a été obtenu dans

les deux lots, mais la cinétique de cette récolte a été différente :

- dans les colonies traitées, cette récolte a été concentrée au début du traitement, puis a diminué jusqu'à devenir inférieure à 1 peu avant la 7^{ème} semaine du traitement et rarissime à la fin du test,

- dans les colonies témoins en revanche, bien que la récolte des acariens ait marqué une légère tendance à la baisse, cette récolte est devenue à la fin du traitement 190 fois plus abondante en moyenne que chez les traités.

- Après les traitements de contrôle :

Après le traitement Apivar ND, les différents traitements de contrôle pratiqués sur toutes les ruches ont entraîné la chute de 0 à 14 acariens au total dans les colonies traitées (moyenne : 2,8) et de 233 à 982 acariens dans les colonies témoins (moyenne : 622). La différence observée est très hautement significative ($F_{1/13} = 162$ significatif au seuil $P < 0,001$).

EVALUATION DE L'EFFICACITÉ DU TRAITEMENT APIVAR ND

Alors que le nombre total de varroas retrouvés au cours de la période de traitement à l'Apivar ND, n'est pas significativement différent dans les colonies traitées et témoins, l'élimination des varroas encore présents dans les colonies après 12 semaines, révèle à cette période la quasi absence du parasite dans les colonies traitées, et sa présence à un niveau élevé dans les colonies non traitées.

Plusieurs évaluations chiffrées peuvent être utilisées :

a) le rapport du nombre moyens de parasites présents dans le lot traité versus le lot témoin non traité au cours de la même période.

Nous avons évalué l'efficacité moyenne de l'Apivar ND dans notre essai selon la formule :

$$100 (N_{\text{témoins}} - N_{\text{traités}}) / N_{\text{témoins}}$$

où $N_{\text{témoins}}$ et $N_{\text{traités}}$ représentent le nombre moyen de varroas récoltés après le triple traitement de contrôle respectivement dans les lots témoins et traités. Selon les données du tableau II, l'efficacité du traitement a été de 99,5%.

b) le rapport du nombre de parasites récoltés au cours du traitement et du total des parasites récoltés au cours du traitement et après celui-ci à la faveur des traitements de contrôle. Au bout de 12 semaines, ce rapport qui ne prend donc en compte que les données obtenues sur ruches traitées a varié de 98,9 à 100% (moyenne = 99,6%).

c) le nombre absolu de parasites encore présents après le traitement dans les colonies traitées. Le rapport précédent pourrait être très élevé donc apparemment satisfaisant, alors que l'effectif e parasite serait encore en nombre suffisamment élevé pour rétablir à courte échéance un niveau d'infestation léthal. On assimile le nombre de parasites qui ont survécu au traitement à $N_{\text{traités}}$ soit dans notre essai : 0 à 14 acariens par colonie (voir tableau II). Ce tableau détaille les résultats obtenus à l'issue du traitement (12 semaines) ainsi que les résultats observés à 6 semaines, durée de traitement préconisée par le fabricant pour l'Apivar ND.

	Ruches témoins						Ruches traitées Apivar ND										
	62T	27T	28T	29T	30T	Moyenne	32A	33A	34A	35A	37A	38A	39A	40A	41A	43A	Moyenne
cumulée de J1 à J42	274	141	1888	1477	1256	671	684	1203	1049	1466	1891	1980	2543	720	1511	225	1114
à J42	23,5	2,3	43,8	24,5	12,3	16	1,3	1,8	1	7,5	2	1,5	5,5	2,3	0,5	1	2
récolte de varroas cumulée de J43 à J85	668	28,3	656	638	242	287	5,3	19,8	4	41,5	12	9,5	18,5	23,3	1,5	8	11
à J85	9,2	0,36	7,6	5,5	2,3	3,8	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02
cumulée de J86 à J106 (récolte de contrôle)	794	233	982	950	538	622	7	14	0	4	2	4	5	1	2	1	2,8
récolte à J85 / récolte de contrôle (%)	1,16	0,16	0,77	0,57	0,42		0,2 / 7	0	-	0	0	0	0	0	0	0	

TABLEAU 2 : Récolte de varroas sur les langes dans les ruches traitées à l'Apivar ND et les ruches témoins : à j42, à j85 (soit 6 et 12 semaines après le début du traitement), cumul des récoltes entre ces deux dates et cumul des récoltes des traitements de contrôle. Rapport du nombre de varroas récoltés à j85 sur le nombre cumulé des récoltes lors des traitements de contrôle.

CHARGE PARASITAIRE EN L'ABSENCE DE TRAITEMENT ET NOMBRE DE PARASITES TROUVÉS SUR LES LANGES

Pour un jour donné, le nombre de varroas qui tombent par suite du traitement ou naturellement peut-être mis en relation avec l'effectif total de la population parasitaire présente dans la ruche. Le tableau II détaille les résultats des décomptes d'acariens à j85 (données corrigées pour un jour de récolte) ainsi que le nombre de varroas obtenus ensuite à la faveur des trois traitements de contrôle (somme pour l'ensemble des contrôles). Pour les colonies traitées, ce ratio est compris entre 0 et 0,2/7 % et entre 0,16 et 1,16 % pour les colonies témoins. En d'autres termes, selon cet essai, en l'absence de traitement, la population de varroas présente dans la ruche au seuil de l'hiver peut être comprise entre 86 et 640 fois le nombre d'acariens recueillis sur lange le même jour.

DURÉE DU TRAITEMENT ET CHARGE PARASITAIRE

Dans les colonies traitées, la poursuite du traitement au-delà de 6 semaines jusqu'à 12 semaines, a entraîné pendant cet intervalle de deux semaines supplémentaire la récolte de 1,5 à 41,5 acariens sur les langes. Ces résultats sont en moyenne supérieurs au cumul des acariens piégés au cours des traitements de contrôle (test de Student pour séries appariées : $t = 3,75$, significatif au seuil 0,05 pour 9 degrés de liberté).

Discussion

EVALUATION DE L'EFFICACITÉ DU TRAITEMENT APIVAR ND

Evaluer l'efficacité de l'Apivar ND par le nombre de parasites éliminés par le traitement rapporté au nombre total de parasites présents dans la même colonie avant traitement est discutable. En effet cette dernière donnée n'est pas connue et son approximation par la somme des parasites tombés pendant le traitement et des parasites ensuite éliminés est biaisée. En effet, les abeilles développent naturellement des comportements qui aboutissent à l'élimination d'un certain nombre de parasites. L'élimination dans le groupe traité n'est donc pas exclusivement l'effet du traitement et la négliger amènerait à surestimer l'efficacité du traitement. D'une part, le traitement contre-carre l'évolution naturelle de la population parasitaire, puisqu'avec chaque varroa éliminé est également éliminée sa descendance potentielle que le simple décompte des varroas tués par l'Apivar ND ne peut prendre en compte. Evaluer l'efficacité du traitement (ou la protection qu'il confère) en comparant le nombre de varroas présents à la fin du traitement dans un lot traité par rapport à ce même nombre dans un lot témoin non traité est au sens statistique une estimation sans biais. Cette évaluation n'est évidemment légitime que si les deux lots de colonies sont comparables en tout point y compris pour ce qui concerne le niveau de leurs populations initiales en abeilles et en parasites. Ceci n'a pas été vérifié par un décompte des parasites avant traitement mais colonies témoins et traitées étaient issues du même rucher et ont été réparties de manière homogène entre lots.

RÉSISTANCE DE *VARROA DESTRUCTOR* À L'AMITRAZE.

La résistance de *Varroa destructor* vis-à-vis de l'amitrazé a été décrite par plusieurs auteurs [15, 26, 31]. Plusieurs investigations menées en France sur la recherche du temps létal de l'amitrazé vis-à-vis de *Varroa destructor* ont montré que celui-ci avait augmenté de 24,9 secondes en 1995 à 59,4 secondes en 2001 [17]. Ceci constitue d'ores et déjà un signal qui devrait inciter à alterner les produits de traitement.

Cependant, cet essai démontre que la diminution de la sensibilité de *V. destructor* à l'amitrazé n'a encore aucune conséquence apparente sur l'efficacité du traitement, au moins dans les conditions de cet essai. Il faut en effet rappeler que ce sont précisément sur les varroas de ce rucher, traité de manière répétitive avec Apivar ND depuis quatre ans, que nous avons mis en évidence l'allongement du temps létal, ceci n'a pas empêché la destruction de 99,5 % d'entre eux par ce produit. LE CONTE et al. ont obtenu dans la région d'Avignon (département du Vaucluse - France) des résultats comparables [24].

Bien entendu, l'impact de ces résistances ne peut être écarté car leur émergence dans la population parasitaire correspond nécessairement à une sélection - c'est-à-dire à la survie plus fréquente des individus porteurs de résistance.

De fait, certaines circonstances diminuent l'intensité du contact de l'acarien avec le produit et pourraient alors réduire son efficacité (inefficacité du traitement et non du produit) voire favoriser l'émergence d'individus moins sensibles (une dose trop faible ne tuera pas les individus les mieux pourvus en mécanismes de détoxification qui seront alors sélectionnés). Ces circonstances peuvent être :

- la présence de couvain operculé dans la colonie lors du traitement, les alvéoles operculées tenant les parasites (femelles ou nymphes) à l'abri de l'acaricide. Au pire, pour une operculation se produisant à j0, la femelle et sa descendance seront protégées jusqu'à j12 ou j14, et la phase phorétique (au cours de laquelle l'acarien sera soumis à l'acaricide de manière irrégulière) durera au minimum 4 jours si du couvain est présent et en cours d'operculation [1] ;
- une météorologie défavorable : en période froide, l'activité des abeilles au sein de la grappe sera plus réduite et la diffusion du produit actif sera moindre,
- le déplacement de la grappe d'abeilles en dehors du contact des lanières. Nous avons pu observer ce phénomène lors du traitement d'autres ruchers (résultats non publiés).

En dehors de ces circonstances non optimales, c'est aussi parfois à tort que le traitement à l'Apivar ND peut être jugé peu efficace à en juger par un trop grand nombre de varroas récoltés lorsque les traitements de contrôle sont exécutés trop tardivement après le retrait des lanières. Un tel résultat révélera plus probablement une recontamination à partir de colonies du même rucher ou par des ruchers avoisinants ; ce phénomène correspond au mode de propagation naturelle du parasite. Il importe donc d'une part de réaliser les traitements de contrôle suffisamment dès après le traitement Apivar ND et de se souvenir d'autre part que la simultanéité des traitements de toutes les colonies d'une même zone est une recom-

mandation habituelle de lutte préconisée quelle que soit la maladie transmissible.

Enfin, il faut bien mentionner l'usage d'amitrazé sous des formes variées préparée de manière extemporanée à partir d'autres spécialités vétérinaires (Tactic ND) ou phytosanitaires. Le plus souvent, les protocoles adoptés induisent une action immédiate et non rémanente du produit pourtant indispensable contre ce parasite. En l'absence de protocoles précisément décrits, l'efficacité de ces pratiques doit être passablement inconstante, et doit aussi contribuer à l'émergence de résistances.

LA MÉTHODE DES LANGES COMME MÉTHODE D'ESTIMATION DU NIVEAU D'INFESTATION PAR *VARROA DESTRUCTOR*

La méthode des langes est parmi toutes les méthodes d'estimation de la population de varroas, la moins fastidieuse et, contrairement aux méthodes impliquant le décompte de varroas sur abeilles adultes et dans le couvain, elle n'est pas destructive. Pour ces deux raisons, elle présente l'avantage de pouvoir être mise en œuvre en continue et par les apiculteurs eux-mêmes.

Le suivi en parallèle par différents auteurs du nombre d'acariens piégés sur langes et de la population totale des acariens phorétiques par échantillonnage d'abeilles adultes a donné un ratio compris dans les intervalles suivants : 0,6 - 17,8 % [2], 0,6 - 9,7 % [9], 2,8 - 23,9 % [10]. Le ratio obtenu dans la présente étude, situé dans l'intervalle 0,16 et 1,16 % apparaît du même ordre de grandeur.

Branco et al, [4], définissent les conditions précises qui doivent être toutes deux satisfaites pour qu'il y ait corrélation entre chutes de varroas et population parasitaire totale : a) présence de couvain (l'absence de couvain se traduit par une augmentation importante de la mortalité des varroas), et b) une population pas trop importante de varroas. La régression du nombre moyen hebdomadaire d'acariens tombés naturellement (au cours des deux semaines précédentes) sur le nombre total d'acariens obtenus grâce aux traitements de contrôle ($y = 1,035x - 2,818$ avec $r^2 = 0,915$). En utilisant la même approche, nous obtenons pour les 5 ruches témoins, une relation de la forme $y = 2,302x - 5,123$ avec $r^2 = 0,935$. Même si pentes et facteurs constants diffèrent (l'évaluation de Branco et al. portaient sur davantage de données et sur un plus grand intervalle de valeurs), il est intéressant d'observer que nous observons une régression très significative de même nature entre ces deux paramètres.

LA MÉTHODE DES LANGES COMME ÉLÉMENT DE DÉCISION DU TRAITEMENT

La corrélation entre nombre de varroas recueillis quotidiennement sur linge et la population totale parasitaire a conduit logiquement de nombreux auteurs à définir un seuil de récolte au-delà duquel un traitement est indispensable. Compte tenu de la dynamique de la ruche et de la dynamique parasitaire, ce seuil varie en fonction de la saison. Ainsi, en Suisse, FLURI et al [20], recommandent un traitement quand

le nombre de varroa récolté quotidiennement dépasse 3 fin mai ou 10 fin juillet : ces seuils sont encore éloignés des seuils dommageables qui sont 30-50 varroas/jour en été, mais ils servent de base de décision à des traitements qui doivent éviter d'atteindre des infestations problématiques durant les périodes de miellées au cours desquelles il ne sera plus possible de traiter. Aux Etats-Unis DELAPLANE et HOOD [10] définissent un seuil nécessitant un traitement dans l'intervalle de 59 à 187 varroas récoltés par jour, ceci dans le cadre d'une stratégie d'Integrated Pest Management qui prend en compte les facteurs économiques (risque de perte de colonie, niveau de la récolte de miel), et le souci d'éviter autant que possible l'usage de produits toxiques rémanents pour limiter les résidus dans les produits de la ruche et retarder l'apparition de résistances chez le varroa.

Comme le préconisent ces auteurs, des études similaires devraient être entreprises dans d'autres régions afin d'évaluer quelles valeurs prennent ces seuils sous des climats différents.

DURÉE ET AUTRES MODALITÉS DU TRAITEMENT

Plusieurs études ont montré la capacité de varroa de ré-envahir les ruches avec une fréquence variable selon les saisons : les données extrêmes publiées étant 2 individus par semaine au printemps [32] et 70 en été [22]. Si ces recontaminations s'additionnent et que la colonie produit encore du couvain, elles peuvent mettre en péril sa survie hivernale. C'est la raison pour laquelle nous conseillons de conserver les lanières dans les ruches pendant 10 semaines au lieu des 6 préconisées. La lecture du tableau II indique d'ailleurs dans cet essai, la destruction de 2 à 42 varroas par colonie au cours de l'intervalle 6 semaines - 12 semaines. Il est vrai que malgré les précautions prises, des recontaminations étaient d'autant plus probables que les ruches traitées côtoyaient des ruches non traitées.

De manière pratique, certaines modalités du traitement de contrôle doivent être rappelées. La méthode la plus sûre pour évaluer de manière exhaustive la population résiduelle totale nécessiterait de sacrifier les colonies, ce serait évidemment économiquement absurde et éthiquement non satisfaisant. On utilisera donc des produits acaricides différents de celui utilisé pour le traitement. L'idéal est d'utiliser successivement deux molécules à effet ponctuel (coumaphos, acide oxalique) et une troisième à libération lente (Apistan ND) pour tenir cependant compte de l'éventualité de la présence de couvain. Dans notre situation, à la fin du traitement, le couvain était à son minimum, l'usage de produits à effet ponctuel était logique et il n'était pas nécessaire de prolonger le temps de dénombrement à la suite au traitement à l'Apistan). Le nombre de jours à l'issue desquels il faudra compter les varroas dépendra des propriétés de la matière active utilisée. L'acide oxalique a par exemple une action létale lente et étalée sur 2 à 3 semaines [6] mais son effet est ponctuel.

Conclusions

Le traitement de la varroase des abeilles avec le médicament Apivar ND s'est révélé très efficace dans nos conditions d'expérimentation, nonobstant le fait que l'usage répété au

cours des quatre années précédentes ait pu entraîner l'émergence de résistances. Le risque d'échec thérapeutique apparaît donc minime si le mode d'utilisation préconisé est respecté.

Ce type d'expérimentation devrait cependant être reproduit en différents points du territoire français afin de vérifier que la résistance à l'amitraz n'est pas incompatible avec un bon succès thérapeutique. Ces expérimentations pourraient être conduites avec la participation des organisations sanitaires apicoles. Le protocole proposé est suffisamment simple pour pouvoir être suivi strictement.

Cette expérimentation conduit à rappeler l'intérêt du décompte des varroas : c'est en effet la méthode la plus simple pour l'apiculteur de détecter la présence du parasite et d'évaluer même approximativement son abondance. S'il ne la pratique pas, l'apiculteur pourra croire à tort que ses colonies sont indemnes et sera incité à ne pas traiter. Il devra se souvenir aussi qu'un petit nombre de varroas recueillis en un jour sur lange est l'indice d'une population parasitaire qui peut être jusqu'à 600 fois plus nombreuse.

Des règles pratiques de l'usage de l'ApiVAR ND doivent aussi être rappelées :

- le traitement doit être effectué le plus tôt possible en saison (fin août, début septembre) car il évitera à l'abeille plusieurs semaines de parasitisme et lui permettra d'entrer confortablement en hivernage;
- ce traitement doit prendre en compte la possibilité de recontaminations;
- la perte de contact entre les lanières et les abeilles conduisant à une moindre diffusion du produit actif vers celles-ci peut diminuer l'efficacité du traitement. Dans la mesure du possible, une vérification du positionnement des lanières devrait être réalisée par l'apiculteur en milieu de traitement;

Pour une bonne mesure de l'efficacité des traitements, deux traitements de contrôle successifs avec deux acaricides différents doivent être réalisés immédiatement après l'enlèvement des lanières et les décomptes des parasites doivent être prolongés durant au moins dix jours.

Bibliographie

1. - BOOT W. J., CALIS J. N. M., BEETSMA J. Invasion of *Varroa jacobsoni* into honey bee brood cells : a matter of chance or choice ? *Journal of Apicultural Research*, 1993, **32**, 167-174.
2. - BOOT W. J., SISSELAAR D., CALIS J. N. M., BEETSMA J. Invasion of *Varroa jacobsoni* into drone brood cells of the honey bee, *Apis mellifera*. *Apidologie*, 1995, **26**, 109-118.
3. - BOWEN-WALKER P. L., GUNN A. The effect of the ectoparasitic mite, *Varroa destructor* on adult worker honeybee (*Apis mellifera*) emergence weights, water, protein, carbohydrate and lipid levels. *Entomol. Exp. Appl.*, 2001, **101**, 207-217.
4. - BRANCO M. R., KIDD N. A., PICKARD R. S. A comparative evaluation of sampling methods for *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) population estimation. *Apidologie*, 2006, **37**, 452-461.
5. - CHARRIERE J. D., IMDORF A., FLURI P. Oxalic acid treatment by trickling against *Varroa destructor* : recommandations for use in central Europe and under temperate climate conditions. *Bee World*, 2002, **83**, 51-60.
6. - CHARRIERE J. D., IMDORF A., KUHN R. Tolérance pour les abeilles de différents traitements hivernaux contre varroa. *Santé de l'Abeille*, 2004, **201**, 177-186.
7. - COLIN M. E., FAUCON J. P., HEINRICH A., FERRY R., GIAUFFRET A. Etude du premier foyer français de varroatose de l'abeille. *Bull. Acad. Vét. Fr.*, 1983, **56**, 89-93.
8. - COLIN M. E., LUX M., DANDEU J. P. La Varroatose, lutte chimique ou lutte biologique? *Point Vét.*, 1987, **19**, 165-170.
9. - DELAPLANE K. S., HOOD W. M. Effects of delayed acaricide treatment in honey bee colonies parasitized by *Varroa jacobsoni* and a late-season treatment threshold for the southeastern USA. *J. Apicult. Res.*, 1997, **36**, 125-132.
10. - DELAPLANE K. S., HOOD W. M. Economic threshold for *Varroa jacobsoni* Oud. in the southeastern USA. *Apidologie*, 1999, **30**, 383-395.
11. - DEVAUBLANC G. Coévolution abeille-varroa : études sur la survie de l'abeille domestique *Apis mellifera* à l'acaricide parasite *Varroa destructor*. Mémoire de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, Lyon (EPHE), option Sciences de la Vie et de la Terre, 132 p. Extrait dans *Bulletin Technique Apicole*, 2004, **31**, 111-124.
12. - DIETZ A., HERMANN H. R. Biology, detection and control of *Varroa jacobsoni*: a parasitic mite on honey bees, 1-80 pages, Dept. Ent., Athens, 1988.
13. - DUCOS DE LAHITTE J., HAVRILECK B. Le traitement de la varroatose par l'amitraz à froid : mode d'action et fiabilité. *Rev. Méd. Vét.*, 1987, **138**, 585-587.
14. - ELLIS J. D., MUNN P. A. The worldwide health status of honey bees. *Bee World*, 2005, **86**, 88-101.
15. - ELZEN P. J., BAXTER J. R., SPIVAK M., WILSON W. T. Amitraz resistance in *Varroa*: New discovery in North America. *Am. Bee J.*, 1999, **139**, 362.
16. - ELZEN P. J., EISCHEN F. A., BAXTER J. R., PETTIS J., ELZEN G. W., WILSON W. T. Fluvalinate resistance in *Varroa jacobsoni* from several geographic locations. *Am. Bee J.*, 1998, **138**, 674-676.
17. - FAUCON J. P., DRAJNUDEL P. Preliminary observations on the loss in efficacy of amitraz for controlling *Varroa destructor* in French apiaries. I. Bernardinelli and N. Milani : Proceedings of the First European Conference of Apidology EurBee, Udine, Italy, 19-23 sept., Arti Grafiche Friulane, Udine, 2004, 106.
18. - FAUCON, J. P., DRAJNUDEL, P., FLÉCHÉ, C. Etude de la baisse d'efficacité de l'Apistan en France, dans la région frontalière avec l'Italie. Recherche du temps létal - Autres moyens de lutte. Congrès International d'Apiculture Apimondia, Lausanne. 1995.
19. - FERNANDEZ N., COINEAU Y. *Varroa* Tueur d'abeilles. Bien le connaître, pour mieux le combattre, 1-239 pages, Atlantica, Anglet 2002.
20. - FLURI, P., IMDORF, A., CHARRIERE, J. D. Rubrique *Varroa*: d'avril à novembre. D'après différents articles publiés dans la Revue Suisse d'Apiculture durant l'année 1999. 1999, 1-11.
21. - GAREDEW A., SCHMOLZ E., LAMPRECHT I. The energy and nutritional demand of the parasitic life of the mite *Varroa destructor*. *Apidologie*, 2004, **35**, 419-430.
22. - GREATTI M., MILANI N., NAZZI F. Reinfestation of an acaricide - treatment apiary by *Varroa Jacobsoni* Oud. *Exp. App. Acarol.*, 1992, **16**, 279-286.
23. - LE CONTE Y. Honey bees surviving *Varroa destructor* infestations in France. I. Bernardinelli and N. Milani : Proceedings of the First European Conference of Apidology EurBee, Udine, Italy, 19-23 sept., Arti Grafiche Friulane, Udine, 2004, 104.
24. - LE CONTE Y., CRAUSER D., BÉCARD J. M. Essai d'efficacité thérapeutiques de l'amitraz contre *Varroa destructor*. *Abeille de France*, 2007, 26.
25. - MARTIN S. J. The role of *Varroa* and viral pathogens in the collapse of honeybee colonies: a modelling approach. *J. Appl. Ecol.*, 2001, **38**, 1082-1093.
26. - MATHIEU L., FAUCON J. P. Changes in the response time for *Varroa jacobsoni* exposed to amitraz. *Journal of Apicultural Research*, 2000, **39**, 155-158.

27. - MERRINGTON, O. Bibliographie on the use of amitraz for *Varroa* control in bees (*Apis* spp.) (1979-1989). 1990, - 36.
28. - MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE : Note de service DGAL / SDSPA / N2002 - 8045. 2002.
29. - MONOD D., BARBANÇON J. M. Varroase : contrôle de l'efficacité des médicaments. *Abeilles et Fleurs*, 2005, **667**, 23.
30. - PETTIS J. A scientific note on *Varroa destructor* resistance to coumaphos in the United States. *Apidologie*, 2004, **35**, 91-92.
31. - RODRIGUEZ-DEHAIBES S. R., OTERO-COLINA G., PARDIO SEDAS V., VILLANUEVA JIMENEZ J. A. Resistance to amitraz and flumethrin in *Varroa destructor* populations from Veracruz, Mexico. *Journal of Apicultural Research*, 2005, **44**, 124-125.
32. - SAFOSKI F., KÖENINGER N., FUCHS S. Seasonality of honeybee colony invasions by *Varroa jacobsoni* Oudemans. *Apidologie*, 1990, **21**, 547-550.
33. - SPREAFICO M., EORDEGH I., BERNARDINELLI I., COLOMBO M. First detection of strains of *Varroa destructor* resistant to coumaphos. Results of laboratory, tests and field trials. *Apidologie*, 2001, **32**, 49-55.
34. - VANDAME R., MORAND S., COLIN M. E., BELZUNCES L. P. Parasitism in the social bee *Apis mellifera* : quantifying costs and benefits of behavioral resistance to *Varroa destructor* mites. *Apidologie*, 2002, **33**, 433-445.