



GUIDE SCIENTIFIQUE

Dynamite

Une nouvelle approche pour
évaluer les médicaments en
condition d'encagement

CRÉATION D'UN ARRÊT DE PONTE ARTIFICIEL EN FIN D'ÉTÉ ET
RISQUES DE DÉPOPULATION DES COLONIES FORTEMENT INFESTÉES

Avec la participation active de :



Table des matières

- ◆ **Fiche technique DynaMite N°1:** Projet DynaMite : 5 ADAs et l'ITSAP
sur la ligne de départ **page 3**

- ◆ **Fiche technique DynaMite N°2:** Le protocole DynaMite. **page 5**

- ◆ **Fiche technique DynaMite N°3:** Indicateurs d'infestation totale : chutes naturelles
(CN) ou varroas phorétiques pour 100 abeilles (VP), lequel est
le plus fiable ?. **page 8**

- ◆ **Fiche technique DynaMite N°4:** Dépopulations d'abeilles en fin
de saison : quel effet du niveau d'infestation ? **page 12**

- ◆ **Fiche technique DynaMite N°5:** L'encagement simple : une stratégie
à risque en cas de forte infestation **page 13**

- ◆ **Fiche technique DynaMite N°6:** Evaluation de l'effet des médicaments à base
d'amitraz, appliqués en condition d'encagement, sur les varroas
et les colonies d'abeilles **page 14**

- ◆ **Fiche technique DynaMite N°7:** Evaluation de l'effet des médicaments à base de
pyréthrinoides (Tau-fluvalinate, Fluméthrine), appliqués en condition
d'encagement, sur les varroas et les colonies d'abeilles **page 19**

- ◆ **Fiche technique DynaMite N°8:** Evaluation de l'effet des médicaments à base
d'acide formique, appliqués en condition d'encagement, sur les varroas
et les colonies d'abeilles **page 24**

- ◆ **Fiche technique DynaMite N°9:** Evaluation de l'effet des médicaments à base de
thymol, appliqués en condition d'encagement, sur les varroas et les
colonies d'abeilles **page 32**

- ◆ **Fiche technique DynaMite N°10:** Intérêt des méthodes biotechniques
avec les stratégies de lutte classique **page 36**

Fiche N°01

Projet DynaMite : 5 ADAs et l'ITSAP sur la ligne de départ

DynaMite est un projet de recherche appliquée à l'apiculture associant cinq grandes régions apicoles. L'approche innovante de ce projet est centrée sur l'amélioration du bien-être animal des colonies d'abeilles mellifères en assurant le succès de la lutte contre Varroa en fin de saison de production, principale problématique sanitaire des exploitations apicoles françaises.

Lutte contre Varroa : six principes actifs disponibles sur le marché

Depuis l'arrivée de Varroa destructor en France métropolitaine en 1982, la lutte chimique a été systématisée en fin de saison de production, essentiellement via des stratégies de traitement longue durée (6 à 10 semaines et plus). La filière apicole dispose aujourd'hui d'une pharmacopée de 15 médicaments vétérinaires bénéficiant d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) pour lutter contre Varroa (Tableau 1.1). Ce panel se réduit à six familles de traitement si l'on considère les matières actives utilisées : amitraze, tau-fluvalinate et fluméthrine pour les médicaments utilisables en apiculture conventionnelle ; thymol, acide formique et acide oxalique pour les médicaments utilisables en apiculture biologique. Enfin pour une même substance active, les formulations restent souvent similaires entre spécialités commerciales, en particulier en conventionnel concernant les rubans à diffusion lente.

Amitraze (Apivar®, Apitraz®)	Tau-fluvalinate (Apistan®)	Fluméthrine (Bayvarol®, Polyvar yellow®)
Acide formique (Formic Pro®, VarroMed®)	Thymol (ApiLife Var®, Apiguard®, Thymovar®)	Acide oxalique (Api-Bioxal®, Oxybee®, VarroMed®, Varroxal®, Calistrip biox®)

Tableau 1.1 : les six principes actifs disponibles sur le marché et les spécialités commerciales associées.

Des efficacités de plus en plus aléatoires

Aujourd'hui, l'efficacité des médicaments, en particulier ceux associés à des modes d'application longue durée, s'avère de plus en plus aléatoire. L'emploi des médicaments, dans les conditions préconisées par les fabricants, n'est plus nécessairement un gage de réussite du traitement. Plusieurs phénomènes peuvent expliquer ces dysfonctionnements :

- ♦ Des niveaux d'infestation initiale trop élevés ;
- ♦ Et/ou des conditions d'applications non optimales (i.e., contraintes de températures pour les médicaments à base de thymol ou d'acide formique, présence de grandes quantités de couvain, etc.) ;
- ♦ Et/ou une baisse de sensibilité voire une résistance des populations de Varroa vis-à-vis des matières actives employées (documentées pour le tau-fluvalinate (Trouiller, 1998 ; Milani, 1999) et l'amitraze (Almecija et al., 2020 ; Almecija, 2021)).

Une méthode populationnelle combinée aux médicaments pour ré-évaluer leur efficacité

Depuis une dizaine d'années, les médicaments à base d'acide oxalique ont démontré leur efficacité en l'absence de couvain (Al Toufailia et al., 2015). L'absence de couvain est une condition spécifique d'efficacité pour ces traitements qui ne permettent pas la diffusion d'acide oxalique sur le long terme. Il est alors indispensable, lorsqu'elle ne se produit pas naturellement, de provoquer une absence artificielle de couvain pour exposer tous les varroas à l'acide oxalique appliqué dans la ruche.

L'absence de couvain dans la colonie, intervenue de façon naturelle ou provoquée, empêche les varroas de passer en phase de reproduction et les maintient sur les abeilles en phase phorétique. Sans pouvoir trouver refuge dans le couvain operculé, les parasites sont exposés à l'acaricide ce qui doit accélérer le déparasitage de la colonie. En effet, une des hypothèses pour expliquer la perte d'efficacité des médicaments longue durée, hormis les cas de résistance aux acaricides, est une résistance comportementale par évitement. D'après la littérature la période de phorésie dure cinq à dix jours entre deux cycles de reproduction dans le couvain. Elle est nécessaire aux femelles fondatrices varroas : durant cette période se produit la capacitation des spermatozoïdes stockés dans la spermathèque (Häusermann, 2016). Sa durée étant variable, un raccourcissement de la phase de phorésie a pu être sélectionnée sous l'effet des traitements : les varroas qui restent moins longtemps exposés aux acaricides ont plus de chance de survivre et de se reproduire.

L'intérêt d'une absence de couvain, naturelle ou provoquée, pour favoriser l'efficacité d'un traitement et le déparasitage de la colonie peut être généralisée à l'emploi de l'ensemble de la pharmacopée anti-varroas. En effet, parmi les principes actifs disponibles sur le marché, seul l'acide formique est assez volatil pour pénétrer les opercules du couvain (Fries, 1991). Il agit sur Varroa pendant sa phase de reproduction, provoquant environ 80 % de mortalité d'après nos précédents tests (Vallon, 2017). Les autres principes actifs disponibles sur le marché ne sont actifs que sur les varroas présents sur les abeilles, lorsque l'acararien est en phase de dispersion dans la colonie. Ces acaricides sont donc formulés afin d'agir durant ce « bref » instant du cycle de Varroa.

DynaMite est un projet expérimental qui évalue la pertinence d'associer la méthode populationnelle de l'encagement des reines à un traitement classique de lutte contre Varroa. La principale question à laquelle cette étude cherche à répondre est : quelle est l'efficacité des spécialités commerciales disponibles sur le marché lorsqu'elles sont appliquées sur des colonies mises progressivement hors couvain grâce à la méthode de l'encagement de reine ?

DynaMite, un projet du réseau ADA coordonné par l'Itsap

DynaMite est un projet exploratoire qui a pour but d'évaluer expérimentalement cette stratégie d'un point de vue du contrôle de Varroa. Pour atteindre cet objectif, DynaMite associe des associations de développement de l'apiculture (ADA) de 5 régions françaises : l'ADA Occitanie, l'ADAPI, l'ADAAURA, l'ADANA et l'ADAGE (cf. figure 1.2), coordonnées par l'Itsap, avec la participation d'ADA France pour le lien avec l'interprofession Interapi. Ce projet est financé par la commission Résolution de Problèmes de Production (comm. RPP) d'Interapi.

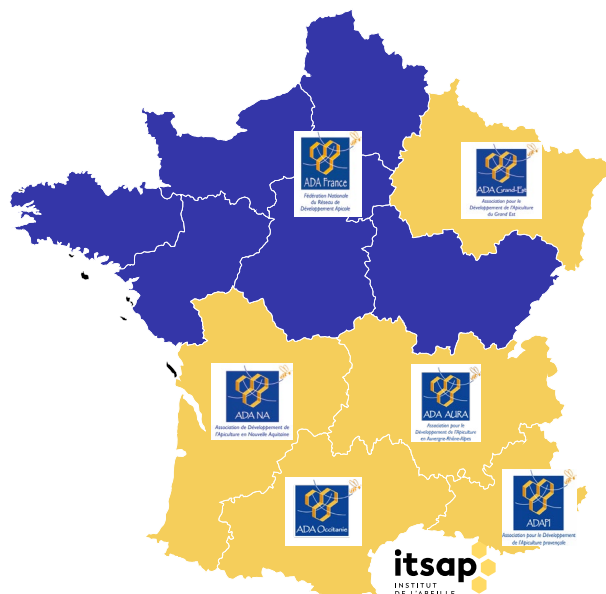


Figure 1.1 : les partenaires du projet DynaMite.

5 idées pour définir DynaMite

- ♦ Proposer une méthode innovante d'évaluation de l'efficacité d'un médicament en appliquant celui-ci sur une colonie mise hors couvain
- ♦ Réaliser un état de lieux de la pharmacopée apicole selon les traitements appliqués, en particulier pour les médicaments à longue durée d'application
- ♦ Démontrer l'intérêt des méthodes populationnelles pour optimiser l'exposition des varroas lors de l'application d'un médicament : DynaMite produit les premières références de cinétiques de chutes visant à accélérer le déparasitage des colonies.
- ♦ Définir les seuils critiques de pression parasitaire provoquant la dépopulation de la colonie lors d'un encagement de la reine
- ♦ Acquérir des références sur la relation entre les indicateurs Varroa : pression parasitaire (VP), chutes naturelles sur lange (CN) et niveau d'infestation de la colonie (VT).

DynaMite en quelques chiffres :

Afin de donner une idée de l'implication des différents partenaires du projet et des moyens mobilisés voici quelques éléments :

- ♦ Evaluation de l'efficacité de 6 médicaments AMM en France selon une approche innovante d'application
- ♦ Mise en œuvre des expérimentations par 5 ADAs, appuyées par l'Itsap et ADA France
- ♦ Réalisation des essais dans 6 ruchers pour un total de 270 ruches engagées nécessitant la mobilisation de 12 personnes sur le terrain
- ♦ Acquisition de données :
 - 810 descriptions de colonies effectuées avec la méthode ColEval
 - 810 indicateurs d'infestation (lavages de varroa phorétiques)
 - 4 410 données de chutes sur lange
 - 540 pesées de corps de ruche
- ♦ Un budget de plus de 106 000 euros apporté par InterApi, l'interprofession des produits de la ruche

Fiche N°02

Le protocole DynaMite

Les ruchers impliqués dans le projet DynaMite, aussi bien transhumants que sédentaires, ont été gérés normalement par leurs apiculteurs à des fins de productions. Seuls les traitements contre Varroa sont imposés par le protocole du projet.

Un protocole de suivi en 3 temps

Les ruchers impliqués dans le projet DynaMite, aussi bien transhumants que sédentaires, ont été gérés normalement par leurs apiculteurs pour des fins de productions et sans aucune influence de la part du projet, sauf pour les traitements contre Varroa. Les ruchers faisant l'objet de l'étude ont été suivis pendant une période de 8 semaines, elles-mêmes découpées en 3 parties (cf. figure 2.1). Différents

contrôles périodiques ont été appliqués sur les ruches impliquées dans l'étude : une évaluation des populations constituant chaque colonie (abeilles et couvains) à l'aide de la méthode ColEval, la mesure du poids (corps de ruche complet) ainsi que le prélèvement d'abeilles pour calculer le taux de varroas phorétiques (indicateur VP).

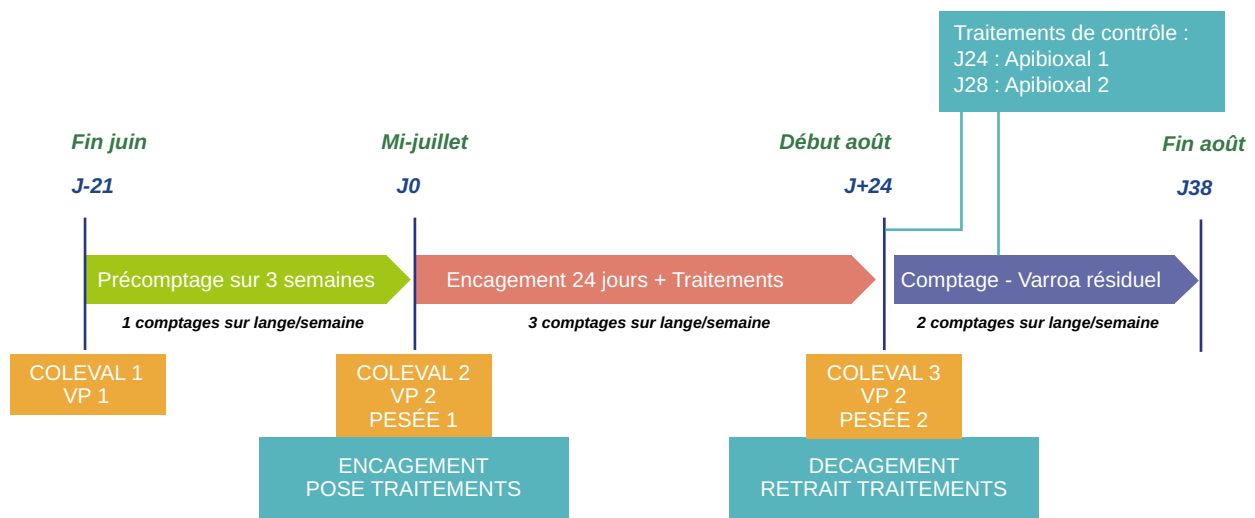


Figure 2.1 : schéma du protocole.

Première étape : décrire les colonies et leurs niveaux d'infestation Varroa

L'expérimentation débute trois semaines avant l'encagement, avec pour chaque colonie une évaluation des populations d'abeilles et de couvains (à l'aide la méthode Coleval) et de son niveau d'infestation. Un prélèvement d'abeilles est réalisé pour l'indicateur « varroas phorétiques » (VP) et les comptages des chutes naturelles sur langes (de façon hebdomadaire) pour l'indicateur « mortalité naturelle » (MN). Cette première étape permet d'allouer les ruches en fonction de leur niveau d'infestation Varroa et de la taille de la colonie, avant d'appliquer les modalités de traitement, afin d'avoir des lots de ruches similaires entre modalités sur chaque rucher.

Seconde étape : réaliser les traitements en appliquant les médicaments au moment de l'encagement des reines

Le médicament testé est appliqué dans la colonie le jour de l'encagement de la reine. Puis le suivi des chutes sur langes durant la période d'encagement est réalisé 3 fois par semaine. Cette fréquence élevée de comptages permet d'observer la dynamique de chute des varroas dans le temps de la manière la plus précise possible.

L'encagement dure 24 jours, quel que soit le traitement testé, pour aller au terme des naissances de couvain mâle.

Troisième étape : libérer les reines et déterminer les infestations résiduelles pour calculer l'efficacité

A l'issue de la période d'encagement les reines sont libérées et les traitements testés sont retirés (lanières, rubans ou supports de diffusion) puis les colonies sont traitées deux fois à l'Api-Bioxal (dégouttement puis sublimation) à 4 jours d'intervalle comme traitement de contrôle. Les comptages sur langes sont alors réalisés 2 fois par semaine. Les chutes observées lors du traitement de contrôle représentent les varroas résiduels. Elles correspondent, du moins pour les lots ayant reçu un traitement pendant l'encagement, au nombre de varroas n'ayant pas succombé en présence du médicament et permettent de calculer le pourcentage d'efficacité du traitement testé.

Les résultats présentent d'une part l'évolution de la pression parasitaire (VP), un indicateur familier pour les apiculteurs, et illustre la capacité du traitement à réduire ses effets.

D'autre part les indicateurs de pourcentage d'efficacité, cinétique d'efficacité et nombre de varroas résiduels sont obtenus à partir des suivis sur lange. Ils sont utilisés pour évaluer les médicaments en conditions d'encagement, pour une durée d'application égale entre eux.

Tous les principes actifs disponibles sur le marché sont évalués

Les médicaments testés sont répartis entre les différents partenaires du projet à raison de 2 médicaments par rucher engagé dans l'essai (cf. tableau 2.1). Cette attribution est faite en lien avec les apiculteurs professionnels en région et leur intérêt pour tester certains médicaments plutôt que d'autres. Au total, 7 médicaments couvrant l'ensemble des principes actifs disponibles sur le marché ont été évalués avec cette nouvelle approche.

Principe actif	Médicament	Partenaire 1	Partenaire 2
Acide oxalique	Api- Bioxal®	Lots témoins (encagement seul avant traitement de contrôle), présents dans tous les ruchers suivis	
Amitraze	Apivar®	ADAPI	ADANA
Amitraze	Apivar®	ADAGE	ADA Occitanie
Tau-fluvalinate	Apistan®	ADAGE	ADAPI
Fluméthrine	Bayvarol®	ADA AURA (26)	
Thymol (+camphre, eucalyptus, menthol)	ApiLife Var®	ADA AURA (26)	ADA AURA (63)
Acide formique	Formic Pro®	ADA AURA (63)	ADANA

Tableau 2.1 : les différents médicaments testés selon les partenaires.

Points d'attention :

- Les médicaments ont été employés avec une durée d'application de 24 jours, correspondant à la durée de l'encagement, au lieu des :
 - 42 à 70 jours préconisés pour Apivar® et Apitraz®
 - 42 à 56 jours et 28 à 42 jours préconisés pour respectivement Apistan® et Bayvarol®
 - Le Formic Pro® a été employé selon deux types de préconisations du fabricant :
- Préconisation classique : les deux rubans sont appliqués en même temps pendant toute la durée de l'encagement (au lieu de 7 jours).
- Préconisations pour limiter les effets indésirables¹: un premier ruban est appliqué à J0 et le second après une semaine (au lieu de 5 jours) et jusqu'à la fin de l'encagement
 - 28 jours (4 applications renouvelées tous les 7 jours) préconisés pour Apilife Var®.
- La modalité « traité » correspond aux colonies pour lesquelles un médicament anti-varroas est appliqué durant l'encagement (24 jours) puis un traitement à base d'acide oxalique (Api-Bioxal®) hors couvain ; La modalité « témoin » correspond aux colonies pour lesquelles seul un traitement à base d'acide oxalique (Api-Bioxal®) est appliqué hors couvain à l'issue de l'encagement (24 jours).
- Pour une ruche, les dénombrements de varroas sur lange permettent de calculer plusieurs indicateurs selon la période de suivi :
 - L'infestation totale de la colonie (VT) : correspond au nombre total de varroas dénombrés pendant le traitement testé (J0 à J24) et le traitement de contrôle (J24 à J38)
 - Les varroas résiduels (VR) : correspond au nombre total de varroas dénombrés pendant le traitement de contrôle (J24 à J38)
 - L'efficacité (%Eff) : représente la part des chutes attribuées au traitement testé par rapport à l'infestation totale de la colonie ; elle est calculée selon la formule :

$$\%Eff = (VT - VR) / VT \times 100$$
- L'évolution de la population d'abeilles d'une colonie est calculée à partir des estimations visuelles sur cadres (COLEVAL) à J0 et à J24. La dépopulation est obtenue par la différence entre le nombre d'abeilles estimé à J0 et J24, rapporté au nombre d'abeilles estimé à J0. Ainsi les valeurs négatives de l'indicateur de dépopulation correspondent à un accroissement du nombre d'abeilles estimé dans la ruche.
- La dispersion des données pour un lot de colonies (« Témoin » ou « Traité ») est matérialisée par les 4 parties du box-plot (la boîte représentant 50% des données et 25% pour chaque moustache) au milieu duquel la médiane quantifie la valeur séparant le jeu de données en deux groupes de même nombre de colonies. La différence/similitude entre deux jeux de données est visualisée par le recouvrement plus ou moins important des boîtes des box-plot, les valeurs des médianes et l'étendue des « moustaches ».
- Pour faciliter la lecture « l'indicateur VP/100 abeilles » est simplifié en « VP ». Au moment d'appliquer les traitements, les niveaux de pression parasitaire (VP à J0) et leur variabilité sont spécifiques à chaque rucher du fait de leur historique propre. Les résultats sont ainsi présentés rucher par rucher.

¹L'emploi de deux demi-doses successivement a pour objectif de limiter les effets indésirables sur les colonies en particulier lorsque les températures sont proches de la limite haute d'application (Cabrerio et Querrioux, 2023).

Fiche N°03

Indicateurs d'infestation totale : chutes naturelles (CN) ou varroas phorétiques pour 100 abeilles (VP), lequel est le plus fiable ?

Le projet DynaMite permet de comparer les deux indicateurs Varroa communément utilisés par les apiculteurs : les chutes naturelles journalières (CN) et les mesures de varroas phorétiques pour 100 abeilles² (VP). Les chutes naturelles permettent d'estimer la population de varroas de la colonie quand les mesures de VP donnent une estimation de la pression parasitaire.

Les comptages des chutes naturelles sur lange (CN), exprimés en nombre de varroas morts par jour, ont été réalisés au cours des trois semaines précédant l'encagement des reines et l'application des traitements testés. Leur fréquence est d'un comptage par semaine pour un total de 3 comptages par colonie (J-14, J-7 et J0).

Les mesures de varroas phorétiques (VP) sont transformées par calcul en une pression parasitaire pour 100 abeilles² afin de pouvoir comparer cet indicateur entre ruches et entre ruchers. Les observations utilisées sont celles réalisées à J-21 et à J0, soit avant l'application du traitement. Les indices d'infestation parasitaire, que ce soit CN (Figure 3.1) ou VP (Figure 3.2), sont comparés aux niveaux d'infestation totale. L'infestation totale d'une colonie est obtenue par la somme des chutes sur lange comptabilisées pendant la durée de l'encagement et celle du traitement de contrôle. C'est le total des varroas dénombrés sur lange de J0 à J38, aussi appelé VT.

Lien entre chutes sur lange (CN) et infestation totale des colonies (VT) déterminée en condition d'encagement

Le lien entre les dénombrements sur lange (CN) par période d'une semaine et l'infestation totale des colonies est visualisé avec les figures 3.1 : A, B et C. La relation entre CN et VT est quantifiée par le coefficient R^2 affiché sur les graphiques. Ce coefficient diminue entre les chutes naturelles enregistrées la dernière semaine (J-7 à J0 : $R^2 = 0,403$), la pénultième semaine (J-14 à J-7 : $R^2 = 0,189$) et l'antépénultième semaine (J-21 à J-14 : $R^2 = 0,024$) précédant la période qui détermine l'infestation totale (J0 à J38). Ainsi pour des suivis de lange durant une semaine, la relation entre CN et infestation totale est meilleure si l'on prend en compte les comptages sur lange de la semaine la plus proche dans le temps (J-7 à J0).

La même analyse est réalisée en cumulant les observations sur lange pendant une période de 2 semaines (Figure 3.1 : D et E). Les chutes cumulées de J-14 à J0 expliquent mieux les infestations totales des colonies ($R^2 = 0,338$) que les chutes cumulées entre J-21 et J-7 ($R^2 = 0,109$). En augmentant la période de suivi sur lange à 2 semaines, la relation avec l'infestation totale est moins forte que lorsque les suivis sur lange sont réalisés pendant la semaine de suivi la plus proches dans le temps ($R^2 = 0,403$).

Enfin, la relation entre le cumul des chutes sur lange au cours des trois semaines de suivi et l'infestation totale obtient un coefficient $R^2 = 0,23$ (Figure 3.1 : F).

Cette relation est moins forte que celles considérant deux ou même une seule semaine précédant le moment d'estimer l'infestation totale.

²Fiche technique « lavage d'abeilles » de l'Itsap (2015)

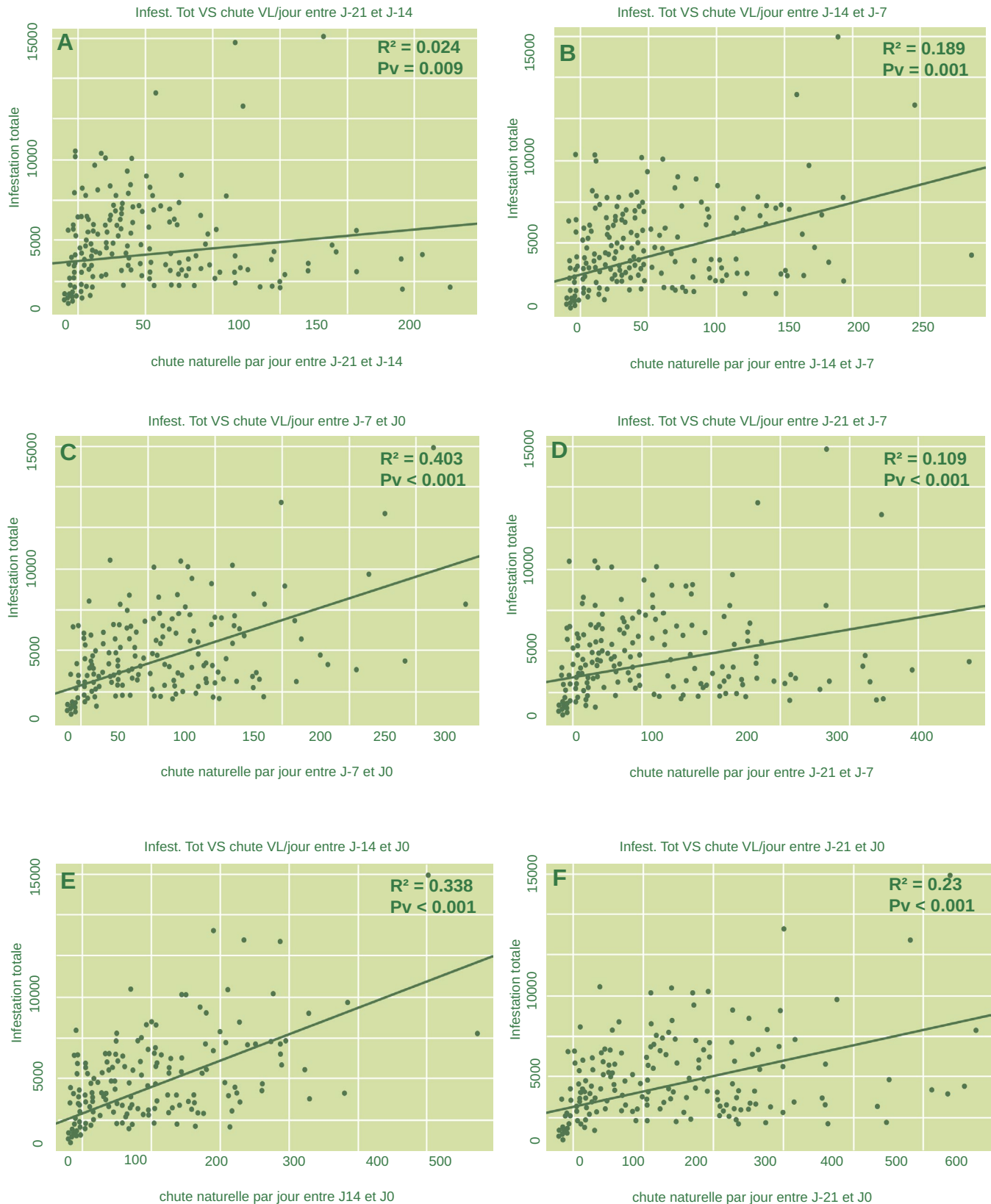


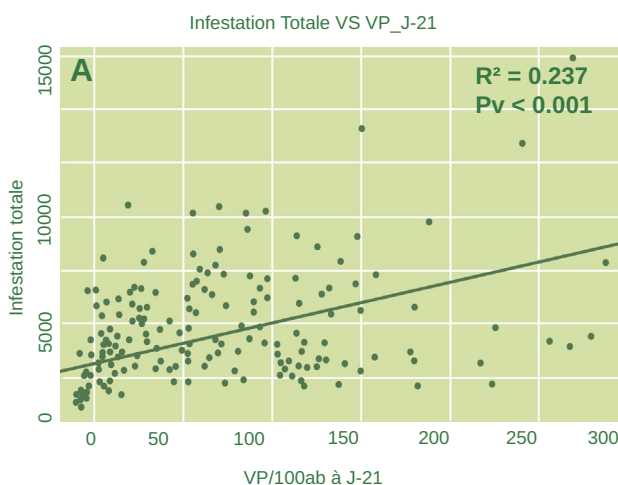
Figure 3.1 : corrélation entre chutes naturelles journalières (CN) et infestation totale. Les graphiques A, B et C représentent les corrélations avec CN considéré sur une semaine, respectivement J-21 à J-14, J-14 à J-7 et J-7 à J0. Les graphiques D et E représentent les corrélations avec CN considéré sur deux semaines, respectivement J-21 à J-7 et J-14 à J0. Enfin le graphique F représente les corrélations avec CN considéré sur trois semaines soit de J-21 à J0. L'analyse statistique (modèle linéaire) indique une corrélation significative entre CN et l'infestation totale (p value $< 0,05$). Le coefficient de détermination R^2 indique l'efficacité du modèle. Plus le R^2 tend vers 1, plus fort est le lien entre l'infestation totale et l'indicateur d'infestation.

Les analyses de corrélation indiquent que l'indicateur CN explique davantage l'infestation totale des colonies obtenue en condition d'encagement. Les observations sur lange, limitées à une courte période (1 semaine dans notre étude) et réalisées au plus proche du moment auquel le niveau d'infestation doit être évaluée, présentent le lien le plus fort avec l'infestation totale (VT).

Lien entre varroas phorétiques (VP) et infestation totale des colonies (VT) déterminée en condition d'encagement

Les relations entre l'indicateur VP issu des prélèvements d'abeilles trois semaines avant l'encagement (VP J-21) ou le jour même (VP J0) ont été comparés avec les infestations totales des colonies (Figure 3.2).

Le coefficient de corrélation obtenu avec l'indicateur VP prélevé à J0 ($R^2 = 0,299$ Figure 3.2 : B) est meilleur que le coefficient de corrélation obtenu avec l'indicateur VP prélevé à J-21 ($R^2 = 0,237$ Figure 3.2 : A).



Comme pour l'indicateur CN, les analyses de corrélation entre les indicateurs VP calculés à J-21 ou à J0 et l'infestation totale des colonies (VT) indiquent un meilleur lien lorsque la mesure est réalisée au plus proche du moment auquel le niveau d'infestation est recherché, soit avec VP J0.

Comparaison entre les indicateurs CN et VP pour estimer l'infestation des colonies

La relation entre l'infestation totale en condition d'encagement et les indicateurs CN et VP permet d'identifier l'indicateur le plus efficace pour estimer l'infestation d'une colonie. En particulier le suivi sur lange est préconisé durant 3 semaines afin de lisser les variations de chutes quotidiennes de varroas dues aux fluctuations d'émergence du couvain (Leziehl, 2011). Cependant l'indicateur VP est généralement préféré pour caractériser l'infestation des colonies car il est plus simple à mettre en œuvre et donne un résultat rapidement (Tableau 3.1).

Dans notre étude l'indicateur VP à J0 ($R^2 = 0,299$) est un moins bon indicateur Varroa que les chutes sur lange (CN) entre J-14 et J0 ($R^2 = 0,338$) ou entre J-7 et J0 ($R^2 = 0,403$). Cependant il est meilleur que les observations sur lange réalisées pendant trois semaines (entre J-21 et J0 : $R^2 = 0,23$).

Malgré tout, dans l'ensemble les R^2 ont des valeurs très proches et il faut garder à l'esprit que ces deux indicateurs Varroa expliquent au mieux 40% de l'infestation totale ($R^2 \leq 0,4$).

Cela montre que ces indicateurs CN et VP présentent des limites et notamment celle d'être des indicateurs avec une fiabilité relative et des imprécisions à l'échelle de la colonie.



Figure 3.2 : corrélation entre infestation totale et varroas phorétiques pour 100 abeilles (VP). Les graphiques A et B représentent les corrélations avec l'indicateur VP mesuré à J-21 et à J0. L'analyse statistique (modèle linéaire) indique une corrélation significative entre VP et infestation totale (p value < 0.05) dans les deux cas. Le coefficient de détermination R^2 indique l'efficacité du modèle. Plus le R^2 tend vers 1, plus fort est le lien entre l'infestation totale et l'indicateur d'infestation.

Considérés individuellement, ces indicateurs (CN ou VP) peuvent donner dans certains cas des valeurs élevées alors que l'infestation totale est faible et inversement. Il faut considérer que ces mesures sont très dépendantes de l'état populationnel des colonies (population totale et ratio abeille/couvain) qui peut varier selon la ruche et l'environnement. Pour avoir une estimation de l'état parasitaire d'un rucher, les mesures doivent être réalisées sur plusieurs colonies : au moins 8 colonies sur des ruchers supérieurs ou égal à 20 ruches, 5 colonies pour un rucher de 10 ruches et toutes les colonies pour un rucher de taille inférieure (Lee et al., 2010).

Avantages et inconvénients des méthodes d'estimation du niveau d'infestation totale

L'indicateur VP permet d'exprimer la pression parasitaire de façon relative ("pour 100 abeilles") plutôt que de façon absolue ("infestation totale de la colonie") comme c'est le cas avec les chutes sur lange (tableau 3.1). L'indicateur CN estime le nombre total de varroas présents dans la colonie et doit être interprété selon la quantité d'abeilles et de couvain pour estimer le risque lié à la pression parasitaire.

En effet, un même nombre de varroas peut être considéré comme plus ou moins alarmant selon que la colonie soit respectivement faible ou très peuplée.

La correction des données des chutes naturelles sur lange par les quantités d'abeilles et de couvain évaluées dans la colonie ne permet pas d'améliorer la qualité de cet indicateur.

Méthode de comptage	Chutes naturelles sur lange (CN)	Charge en varroas phorétiques pour 100 abeilles (VP)
Avantages	◆ Pas d'ouverture de ruche ◆ Praticable en hiver ◆ L'observation du lange donne des informations supplémentaires comme la taille du nid à couvain, la force de la colonie, la présence de teignes, etc.	◆ Indicateur plus représentatif de la pression parasitaire ◆ Résultat obtenu à l'issue de la visite ◆ Nécessite peu de matériel, indépendamment du nombre de ruches à prendre en compte ◆ Données normalisées et comparables quelle que soit la force de la colonie
Inconvénients	◆ Besoin d'équiper les ruches avec du matériel spécifique : planchers entièrement grillagés à tiroir, langes, etc ◆ Risque de sous-estimation si le plancher et le lange sont mal utilisés (prédation par les fourmis, lessivage par l'eau de pluie) ◆ Délai nécessaire avant d'obtenir un résultat (une semaine) et plusieurs déplacements sont nécessaires pour réaliser le suivi d'infestation	◆ Nécessite d'ouvrir la ruche et d'observer des cadres avant d'échantillonner les abeilles ◆ Risque de prendre la reine si le temps d'observation est limité ◆ Possible biais d'échantillonnage si la quantité d'abeilles prélevées est trop faible ◆ Méthode destructive pour plus de précision (abeilles lavées à l'alcool ou au détergent plutôt qu'au sucre glace) ◆ Non praticable en hiver, peu sensible au printemps ◆ Prendre en compte l'absence de couvain operculé pour interpréter le résultat (maximise le nombre de VP)

Tableau 3.1 : les avantages et inconvénients des différentes méthodes de suivi d'infestation.

Fiche N°04

Dépopulations d'abeilles en fin de saison : quel effet du niveau d'infestation ?

L'analyse des données de population d'abeilles issues des colonies témoins est riche en enseignements. Deux périodes peuvent être analysées :

- ♦ La période de pré-encagement entre J-21 et J0 qui permet d'observer la baisse de population d'abeilles en fin de saison indépendamment de la mise en place d'un médicament ;
- ♦ La période d'encagement entre J0 et J24 qui permet d'observer l'impact de l'encagement sur la taille de la colonie.

Une baisse de population d'abeilles en fin de saison bien connue

Evolution des populations entre J-21 et J0

Le modèle est basé sur les quantités d'abeilles et de couvain ainsi que sur la pression parasitaire à J-21.

Il permet d'identifier parmi ces facteurs ceux exerçant une influence sur les dépopulations de colonies en fin de saison (de J-21 à J0 dans notre étude) en considérant chaque rucher indépendamment.

Modèle : Dépop J-21/0 ~ nbAbJ-21 + NbCouvJ-21 + VpJ-21 + (1|Rucher)

Quel que soit le rucher suivi, la grande majorité des colonies connaissent une baisse de population à l'issue de la dernière miellée. Cette réduction de la quantité d'abeilles est d'autant plus importante :

- ♦ Que les colonies sont très populeuses : environ 3% de dépopulation en plus pour 1000 abeilles supplémentaires.
- ♦ Que les colonies sont parasitées : environ 0,4% de dépopulation en plus pour un 1 VP supplémentaire.

Cependant la quantité de couvain à J-21 peut atténuer la dépopulation. Plus il y a de couvain et moins la dépopulation est marquée : environ 0,7% de dépopulation en moins pour 1000 cellules de couvain supplémentaires.

Evolution des populations entre J0 et J24

Le modèle utilisé est basé sur les quantités d'abeilles et de couvain, l'infestation totale et la matière active du traitement à J0. Il permet d'identifier parmi ces facteurs ceux exerçant une influence sur la dépopulation de la colonie durant l'encagement (de J0 à J24 dans notre étude) en considérant chaque rucher indépendamment.

Modèle : Dépop J0/24 ~ nbAbJ0 + NbCouvJ0 + Infestation totale + matière active + (1|Rucher)

Globalement, une diminution des populations est observée sur l'ensemble des ruchers durant la période d'encagement entre J0 et J24, ce qui est logique en fin de saison et dans un contexte de blocage artificiel de la ponte. Néanmoins ces dépopulations sont d'autant plus importantes :

- ♦ Que les ruches sont très populeuses : environ 2% de dépopulation en plus pour 1500 abeilles supplémentaires
- ♦ Que les colonies sont parasitées (Figure 4.1) : environ 5% de dépopulation en plus pour 1000 varroas supplémentaires

De même que pour la période préalable à l'encagement, plus il y a de couvain à J0, moins la dépopulation qui suit est marquée. Il faut noter que le modèle ne révèle pas d'effet du type de traitement (matière active) sur les dépopulations.

Relation entre le niveau d'infestation des colonies DynaMite et l'évolution de leur population d'abeilles au cours de l'encagement (24 jours)

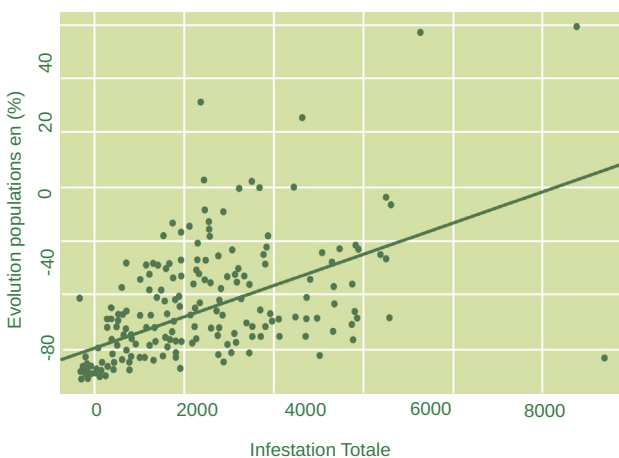


Figure 4.1 : impact de l'infestation totale sur l'évolution de la population d'abeilles pendant l'encagement, entre J0 et J24 (n=82).

Fiche N°05

L'encagement simple : une stratégie à risque en cas de forte infestation

Les colonies des lots « témoin » sur chaque rucher sont traitées selon le protocole classique d'encagement de la reine, suivi à sa libération d'un dégouttement puis d'une sublimation d'Api-Bioxal®. Cependant, en forçant la phorésie des varroas l'interruption artificielle de couvain peut accélérer la pression parasitaire et le basculement hôte/parasite en faveur de ce dernier. Les niveaux élevés d'infestation participent à la dépopulation des colonies en réduisant la longévité des ouvrières. La variabilité d'infestation entre les ruchers a permis de déterminer différents seuils de risque pour la mise en place d'une stratégie d'encagement associée à une action flash de médicament à base d'acide oxalique.

De fortes dépopulations ont pu être constatées au cours des 24 jours d'encagement. L'intensité de ces affaiblissements est étroitement liée aux niveaux d'infestations en varroas quantifiés sur lange (Figure 4.1).

L'analyse basée sur les données de pression parasitaire (VP) au moment de l'encagement (J0) indique un impact des varroas sur la dynamique de la population d'abeilles. Dès 1,5 VP l'intensité de la dépopulation augmente. En-dessous de ce seuil, l'impact de l'encagement sur la population peut être considéré nul à faible (Figure 5.1).

Au-dessus de ce seuil et jusqu'à 4 VP, la dépopulation dépasse 30% tout en restant inférieure à 50% : la colonie entre dans une zone à « risque » mais l'encagement reste envisageable. Au-delà de 4 VP, la colonie s'expose à une réduction de plus de la moitié de la population d'abeilles.

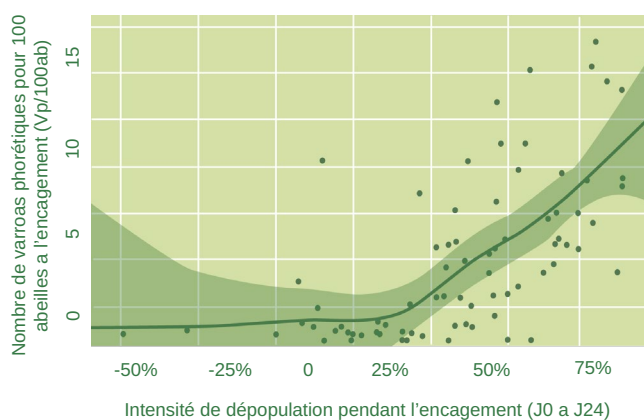


Figure 5.1 : intensité de dépopulation en fonction de la charge VP mesurée à l'encagement (J0) dans les lots témoins. Analyse par régression linéaire par morceaux (n=82).

Plus généralement, ces résultats suggèrent un impact des varroas dès 1,5 VP sur la survie du couvain et la longévité des ouvrières, donc sur la dynamique des colonies.

Or ce niveau d'infestation, pourtant relativement faible, est souvent dépassé à l'issue d'une saison de production. Dans ces conditions comment réduire le risque de dépopulation et l'affaiblissement des colonies avant l'hiver ?

Des méthodes populationnelles radicales comme la suppression de couvain, par retrait des cadres ou griffage, associées à l'application immédiate d'un médicament à base d'acide, peuvent être mises en œuvre afin de réduire rapidement la pression parasitaire. Pour des raisons pratiques et afin de limiter le stress des colonies, ces méthodes sont réservées à des itinéraires techniques spécifiques provoquant une réduction préalable du couvain : miellée bloquante, race exprimant un comportement d'estivage prononcé, transhumance en altitude, etc.

Dans ces conditions, l'application d'un traitement longue durée en même temps que l'encagement peut-il permettre de réduire le risque de dépopulation ?

Cette option permettrait :

- ♦ de déparasiter au plus tôt les abeilles, dès le début de l'encagement. L'encagement contraint à attendre 24 jours que la colonie soit totalement hors couvain pour appliquer un traitement « flash » d'acide oxalique ;
- ♦ d'optimiser l'efficacité du traitement longue durée : sans couvain, les fondatrices Varroa ne peuvent pas se soustraire à l'action de la plupart des médicaments longue durée autorisés en France.

Les résultats de DynaMite constituent les premières références d'évaluation de l'effet des médicaments AMM appliqués en condition d'encagement sur les varroas et les colonies d'abeilles.

VP/100ab < 1,5	1,5 < VP/100ab < 4,0	VP/100ab > 4,0
Faible risque de dépopulation	Risque de 30 à 50 % de dépopulation	Risque > 50 % de dépopulation
Encagement possible		Encagement seul déconseillé

Tableau 5.1 : seuils de la mesure VP lors de l'encagement et impact du niveau de pression parasitaire sur l'évolution des populations d'abeilles.

Fiche N°06

Evaluation de l'effet des médicaments à base d'amitraze, appliqués en condition d'encagement, sur les varroas et les colonies d'abeilles

Contexte des essais

Deux médicaments à base d'amitraze : l'Apitraz® et l'Apivar®, ont été testés sur quatre ruchers par l'ADA Occitanie, l'ADANA, l'ADAPI et l'ADA Grand Est.

- ♦ Le rucher d'Occitanie a fini sa saison de production sur tournesol dans le Lauragais, après des miellées d'acacia et de châtaignier. Il présente les colonies dont la pression parasitaire est la plus faible avec des valeurs médianes inférieures à 1 VP pour les lots traités et témoins (Figure 6.1) ; le rucher est soumis à une forte pression de prédation du frelon à pattes jaunes ;
- ♦ Le rucher de Nouvelle Aquitaine est resté sédentaire jusqu'en juillet profitant des miellées de châtaignier et de ronce principalement. Vers la fin de l'expérimentation il a été déplacé sur un emplacement de bruyère pour le soustraire à la pression du frelon à pattes jaunes. L'année précédente les colonies ont été traitées Apitraz® en été puis avec deux applications d'acide oxalique hors couvain en hiver ;
- ♦ Le rucher de PACA, de retour de lavandes en Drôme, présente des colonies moins peuplées en abeilles et en couvain que les autres ruchers ;
- ♦ Le rucher de Grand Est revient de la montagne où l'apiculteur l'a laissé trois semaines en attente d'une miellée de sapin qui n'a pas eu lieu. Il a donc subi un stress alimentaire associée à un retardement des traitements anti-varroas. L'état de santé des colonies est déjà impacté avant l'encagement/la pose des médicaments avec 33 colonies présentant des symptômes de varroose sur 45 ruches.

comportement et préfèrent se disperser hors de la colonie en cours d'effondrement.

De plus les colonies sont déjà en cours d'effondrement lors de la visite initiale, avec de fortes chutes naturelles de varroas (avant encagement et traitement). Ainsi, une partie des varroas reflétant la valeur réelle de l'infestation n'ont pas pu être pris en compte car ils ont déjà chuté avant la visite initiale.

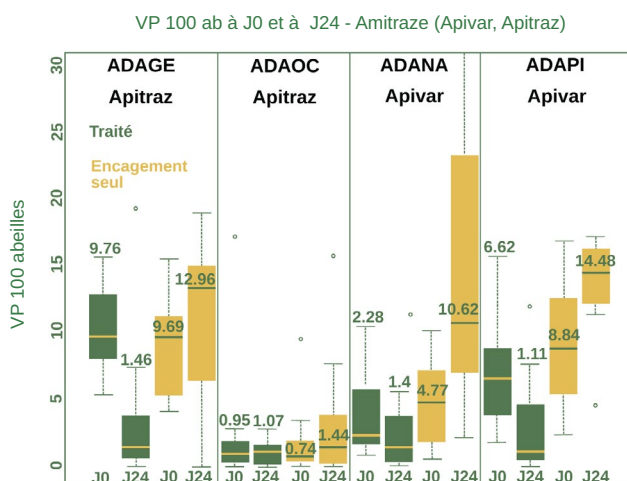


Figure 6.1 : niveaux et évolution des pressions parasitaires (VP) à J0 et J24 pour les colonies traitées avec de l'amitraze (Apivar® ou Apitraz®) pendant l'encagement (vert) ou sous l'effet de l'encagement seul (jaune), selon les ruchers.

En utilisant les seuils de risque de dépopulation établis (Tableau 5.1) il est possible d'évaluer le risque de dépopulation selon les niveaux de pression parasitaire VP caractérisés sur les ruchers à J0 (Figure 6.1) :

- ♦ avec majoritairement des colonies à moins de 1,5 VP pour les modalités « Témoin » comme « Traité », le rucher d'Occitanie présente un faible risque de dépopulation après l'encagement ;
- ♦ sur le rucher de Nouvelle Aquitaine les colonies se situent entre 2 et plus de 4 VP ce qui correspond à un risque de dépopulation de 30 à 50% voire plus (concerne surtout les colonies « Témoin ») ;
- ♦ les ruchers de PACA et de Grand Est présentent des pressions parasitaires majoritairement comprises entre 6 et 10 VP, avec certaines colonies atteignant jusqu'à 15 VP. Les risques de dépopulation sur ces ruchers sont très importants et supérieurs à 50% des abeilles.

Situation parasitaire initiale des ruchers et risques de dépopulation lors de l'encagement

Les niveaux de pression parasitaire VP (Figure 6.1) reflètent bien les niveaux d'infestation (VT) des ruchers (Figure 6.5) : les valeurs et les distributions des indicateurs de pression parasitaire et d'infestation à J0 décrivent et classent les ruchers de la même façon. Le rucher de l'ADA Occitanie est très peu infesté, le rucher de l'ADANA présente un niveau d'infestation moyen, celui de l'ADAPI et de l'ADAGE sont très infestés. Sur le rucher de Grand Est les quantités de varroas présents dans les colonies (VT) sont réduites au regard de la forte pression parasitaire (VP). Ce décalage peut être constaté lorsque la varroose est dans un état de développement avancé : les acariens changent alors de

Evolution de la pression parasitaire (VP) selon le traitement employé

Après 24 jours d'encagement la pression parasitaire augmente dans tous les groupes « Témoin » (Figure 6.1). La disparition du couvain créée par l'encagement impose la phorésie aux varroas. Les varroas qui émergent avec le couvain se cumulent à ceux déjà en phorésie.

Les valeurs de VP à J24 indiquent les niveaux de pression parasitaire qui sont révélés par l'encagement. Les plus fortes augmentations sont observées sur les ruchers d'Occitanie et de Nouvelle Aquitaine avec le doublement des valeurs médianes de VP entre J0 et J24 (de 0,74 à 1,44 VP et de 4,77 à 10,62 VP respectivement). En PACA et Grand Est la pression parasitaire augmente, dans une moindre mesure, pour atteindre respectivement 12,96 VP et 14,48 VP, soit des niveaux de pression parasitaire très élevés.

Réduction de la pression parasitaire par l'application d'un médicament durant l'encagement

L'application d'un médicament pendant l'encagement expose les varroas à l'acaricide au fur et à mesure de leur émergence du couvain d'abeilles. À l'issue des 24 jours d'encagement associé aux rubans d'amitraz, les pressions parasitaires des colonies traitées sont réduites à des niveaux faibles sur tous les ruchers : de 1,07 VP en Occitanie à 1,46 VP en Grand Est (Figure 6.1 en vert). La réduction de VP sur les ruchers de l'ADAGE, de l'ADAPI et de l'ADANA est significative entre J0 et J24. Les pressions parasitaires des colonies « traitées » à J24 sont aussi significativement inférieures aux pressions parasitaires des lots « témoin » sur leurs ruchers respectifs. Cette réduction est d'autant plus importante que la pression parasitaire initiale était élevée. Enfin, sur le rucher d'Occitanie les valeurs de VP ne sont pas significativement différentes entre J0 et J24 pour le lot « traité », la pression parasitaire de ce rucher reste faible.

Le traitement à base d'amitraz au cours de l'encagement a permis de contrôler la pression parasitaire sur tous les ruchers, même les plus infestés. Quel que soit le niveau d'infestation initial des colonies, les VP des lots « traités » à J24 sont en grande majorité en dessous du seuil de 2 VP recommandé en sortie d'été.

Evolution des colonies durant l'encagement (populations d'abeilles et poids des ruches)

Deux médicaments à base d'amitraz : l'Apitraz® et l'Api-La tendance globale est à la réduction des populations d'abeilles, avec un bémol en Occitanie où certaines colonies montrent une augmentation de leur population (dépopulation négative), en particulier dans le lot traité (Figure 6.2). Après la miellée d'été le développement des colonies a tendance à régresser, avec une réduction des quantités de couvain à partir de juillet. Ce phénomène se produit de façon plus ou moins précoce selon les régions. Cependant selon les conditions locales, comme sur le rucher de l'ADA Occitanie, un regain de population est possible lorsque les ressources de l'environnement sont favorables.

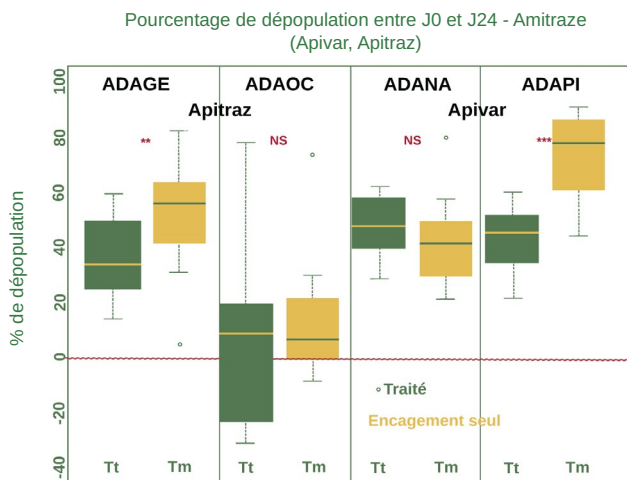


Figure 6.2 : dépopulations estimées des colonies traitées avec Apitraz® ou Apivar® (vert) ou en condition témoin (jaune) pendant la durée de l'encagement (de J0 à J24). NS : différence non significative entre Traité et Témoin ; ** : différence significative ; *** : différence très significative (test non paramétrique de Wilcoxon).

Les dépopulations les plus marquées (lots « témoin ») sont observées sur les ruchers ayant subi les pressions parasitaires les plus « à risque » : en PACA, en Grand Est et dans une moindre mesure en Nouvelle Aquitaine. Les niveaux de dépopulation observés varient de 20 jusqu'à 90% selon les colonies. Sur le rucher de l'ADA Occitanie les dépopulations sont moins marquées : de l'ordre de 0 à 30%, avec un quart des colonies du lot « témoin » présentant une augmentation du nombre d'abeilles.

Effet des médicaments à base d'amitraz en condition d'encagement sur les dépopulations dans les ruchers fortement infestés

Les dépopulations des lots « témoin » et « traité » ne sont pas différentes sur les ruchers de l'ADA Occitanie et de l'ADANA, considérés respectivement comme « sans risque » et « à risque modéré ». Sur les ruchers de l'ADAPI et de l'ADAGE, les colonies des lots « traité » sont moins dépeuplées (10 à 60%) que celles du lot « témoin (30 à 90%) ; ces différences sont significatives (test non paramétrique de Wilcoxon). En particulier sur le rucher de PACA où la pression parasitaire initiale est très élevée, l'emploi d'Apivar® a permis de limiter les dépopulations par rapport au lot « témoin » en éliminant 95 % des varroas durant l'encagement (Figure 6.4).

Sur les ruchers fortement infestés, le déparasitage rapide réalisé par l'application des rubans d'amitraz pendant l'encagement a permis de réduire les dépopulations par rapport à un encagement seul ; sur les ruchers présentant un risque moyen à faible, ce traitement n'induit pas de différence de dépopulations entre colonies « traitées » et « témoins ».

Effet du traitement employé sur l'évolution du poids des colonies

Après 24 jours d'encagement la pression parasitaire augmente. Globalement le poids des colonies a tendance à plus ou moins se réduire dans l'ensemble des ruchers (Figure 6.3). Cependant les variations de poids au cours de l'encagement ne sont pas significativement différentes entre J0 et J24 (test non paramétrique de Wilcoxon) pour les colonies témoins comme pour les colonies traitées. Par ailleurs, les fortes pressions frelon constatées sur les ruchers d'Occitanie et de Nouvelle Aquitaine n'ont pas provoqué de perte de poids significative entre J0 et J24.

Poids des corps à J0 et à J24 - Amitraze (Apivar, Apitraz)

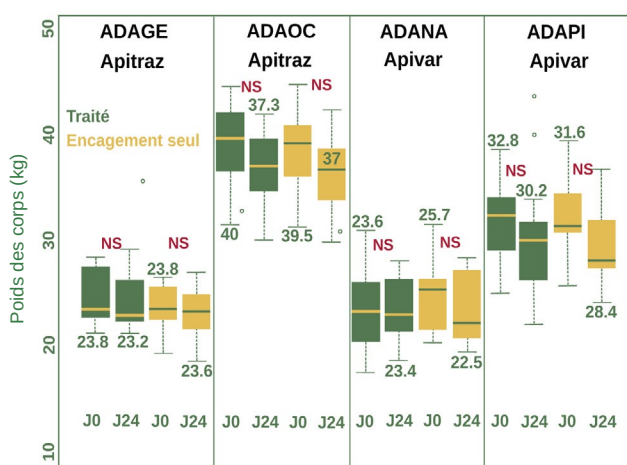
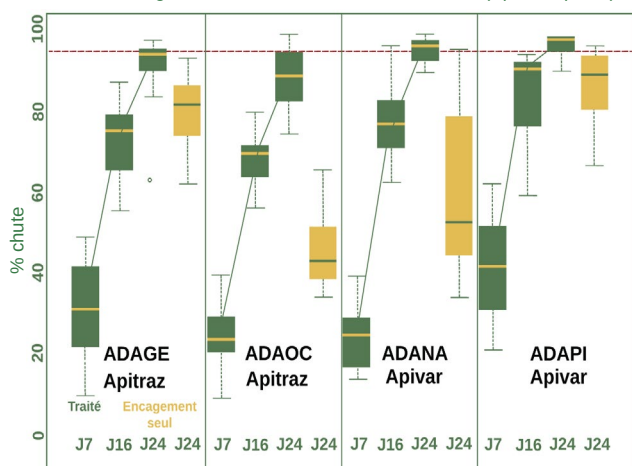


Figure 6.3 : évolution de poids des colonies entre J0 et J24 pour les lots traités Apitraz® ou Apivar® (en vert) ou en condition témoin (en jaune) selon les ruchers. NS=différence non-significative ; * = différence significative (test non paramétrique de Wilcoxon).

Cinétique des chutes de varroas selon le traitement appliqué pendant l'encagement

Pour chaque colonie, les chutes de varroas sont cumulées depuis J0 jusqu'à J7, J16 et J24 pour calculer l'efficacité atteinte à chaque période. Le calcul des efficacités intermédiaires à J7 et J16 permet de visualiser la dynamique d'efficacité du médicament appliqué pendant l'encagement, jusqu'à la disparition complète du couvain (Figure 6.4). Le calcul appliqué aux colonies témoins permet de quantifier la proportion de chutes de varroas intervenues avant le traitement hors couvain à l'Api-Bioxal® et attribuée à l'encagement seul.

Pourcentage de chute à J7, J16 et J24 - Amitraze (Apivar, Apitraz)



Chutes de varroas provoquées par l'encagement seul (modalité « témoin »)

Les chutes de varroas pendant l'encagement peuvent représenter une part importante de l'infestation des colonies : près de 45% pour le rucher de l'ADA Occitanie, 55% sur le rucher de l'ADANA et jusqu'à 85 et 90% pour respectivement les ruchers de l'ADAGE et de l'ADAPI (Figure 6.4 en orange). La proportion de chutes pendant l'encagement est d'autant plus importante que le rucher est infesté et présente un niveau élevé de VP à J0 (Figure 6.1). Pour le rucher ADAGE, la pression parasitaire illustre mieux ce phénomène car sur ce rucher le niveau d'infestation (VT) est réduit du fait de l'état avancé de varroose d'une partie des colonies.

L'application de médicaments à base d'amitraze couplée à l'encagement permet d'éliminer environ 95% à 98% des varroas au bout de 24 jours de traitement pour les ruchers de l'ADANA, de l'ADAPI et de l'ADAGE (Figure 6.4). Les scores sont plus homogènes et groupés sur le rucher de l'ADAPI qui se démarque de celui de l'ADANA par sa médiane plus élevée. Le rucher de l'ADAGE obtient aussi une efficacité médiane de l'ordre de 95% mais plus variable : entre 84 et 97%. Enfin, sur le rucher de l'ADA Occitanie l'efficacité est plus faible : seulement 90%, avec une variabilité importante (75 à 100%) et un cas pouvant être considéré comme un échec de traitement avec 55 % d'efficacité. Ainsi l'efficacité du traitement à base d'amitraze en condition d'encagement augmente et sa variabilité diminue avec l'augmentation du niveau d'infestation du rucher.

L'application d'un médicament à base d'amitraze durant l'encagement augmente l'efficacité du traitement : pour l'ensemble des ruchers, l'efficacité à J24 de la modalité « traitée » est systématiquement supérieure à celle de la modalité « témoin » (Figure 6.4). De plus, la distribution des efficacités des colonies « traitées » est plus réduite que celle des colonies « témoins », même lorsque l'encagement seul a provoqué la chute d'une grande partie des varroas. C'est le cas pour les ruchers de l'ADAGE et de l'ADAPI et dans une moindre mesure pour le rucher de l'ADANA (Figure 6.4, en orange).

En prenant en compte l'écart d'efficacité entre les lots « traité » et « témoin », le gain attribué à l'emploi d'amitraze par rapport à l'encagement seul est de +45% environ en Occitanie et Nouvelle Aquitaine ; l'écart est seulement de +10% en PACA et +15% en Grand Est. Pour ces deux derniers ruchers, l'encagement a déjà provoqué la chute d'une partie des varroas (Figure 6.4, en orange). Le niveau d'efficacité attendu pour les médicaments AMM à base d'amitraze est de 95% après 6 à 10 semaines d'application lorsque les préconisations d'emploi sont respectées et en l'absence de varroas résistants.

Ainsi, les suivis d'efficacité réalisés depuis une vingtaine d'années pour ce médicament montrent que son efficacité après 10 semaines d'application varie entre 80 et 95% selon les études et les années (ADAPI, 2017 ; ADAPI et ADA Occitanie, 2022 ; Vandame, 2024 ; Giraud et Throude, 2025). L'Apivar® testé en conditions d'encagement dépasse ce niveau d'efficacité après 24 jours d'encagement et sur les ruchers les plus infestés.

Figure 6.4 : évolution de la proportion de la population de varroas dénombrés sur lange au cours de l'encagement (à J7/J16/J24) avec un traitement Apivar® ou Apitraz® (en vert) et proportion de chutes à J24 dues à l'encagement seul (en jaune) sur chaque rucher. La ligne en pointillés représente le niveau de 95% d'efficacité.

Effet du couvain sur la cinétique d'efficacité du traitement testé

L'encagement favorise les chutes de varroas en prolongeant leur phase de phorésie et leur exposition à l'acaricide, avec pour résultat une accélération attendue de la cinétique de chute par rapport à un emploi classique « en présence de couvain ».

La cinétique d'efficacité permet de visualiser l'intensité du déparasitage au cours des 24 jours d'encagement. Au cours de la première semaine, les varroas en phorésie sont exposés à l'acaricide appliqué mais ont encore la possibilité d'accéder à du couvain ouvert. Après la première semaine d'encagement, tout le couvain est operculé, puis les varroas du couvain sont exposés à l'action du médicament au fur et à mesure de l'émergence des abeilles jusqu'à J24.

Au bout de la première semaine d'encagement, le rucher de l'ADAGE est mieux déparasité que celui de l'ADANA. A partir de la seconde semaine, la cinétique d'efficacité augmente avec le niveau d'infestation initiale du rucher.

La cinétique la plus rapide est observée sur le rucher de l'ADAPI, très infesté, et inversement le rucher d'Occitanie, le moins infesté, présente la cinétique la plus lente (Figure 6.4).

Niveau d'infestation totale des ruchers et nombre de varroas résiduels à l'issue des traitements

L'infestation des colonies (VT) varie de quelques centaines de varroas (250 à 400) pour le rucher d'Occitanie, très peu infesté, jusqu'à 4000 à 5000 varroas pour le rucher de PACA, ce qui représente une très forte infestation des colonies (Figure 6.5). Le rucher de Nouvelle Aquitaine a un niveau d'infestation intermédiaire entre 1300 et 2400 varroas. Le rucher de Grand Est dont les colonies étaient en cours d'effondrement doit être considéré à part : les quantités de varroas présents dans les colonies (VT) sont similaires à celles de l'ADANA mais réduites au regard de sa forte pression parasitaire (VP) (Figure 6.1). Le niveau d'infestation VT ne reflète plus son état sanitaire très dégradé car une partie des varroas a déjà chuté du fait de la varroose déclarée sur ces colonies. Ainsi l'indicateur VT permet de quantifier de façon précise et fiable le niveau d'infestation, sauf lorsque les colonies sont dans un état avancé de varroose.

A l'issue de la période d'encagement, les niveaux de varroas résiduels des lots « témoin » des ruchers sont de l'ordre de 200 à 700 VRt ; ceux des lots « traités » avec l'amitraz au cours de l'encagement sont de l'ordre de 50 à 250 VR. Dans chacun des ruchers le nombre de varroas résiduels des lots « témoin » (VRt) est systématiquement supérieure à celui des lots « traités » (VR) (Figure 6.5).

Le nombre de varroas résiduels dépend de la quantité de varroas présents dans la colonie (VT) et de l'intensité du déparasitage (% d'efficacité). Comme pour un suivi d'efficacité classique, la lecture des résultats de varroas résiduels obtenus avec le protocole DynaMite considère les niveaux d'efficacité calculés sur les ruchers (Figure 6.4) en tenant compte des niveaux d'infestation des colonies (Figure 6.5) :

- ♦ Le rucher d'Occitanie présente le nombre de varroas résiduels le plus faible (médiane inférieure à 50) malgré des efficacités basses (90%) et très variables (entre 75 et 100%) mais des infestations très faibles (250-400 VT) ;
- ♦ Le rucher de Nouvelle Aquitaine présente une médiane de moins de 100 VR, pour des efficacités de l'ordre de 95% peu variables (90 à 100%), appliquées sur des niveaux d'infestation « moyens » (1300-2400 VT) et très variables (entre 400 et 6000 VT) ;
- ♦ Le rucher de PACA présente une médiane de moins de 100 VR, pour des efficacités de l'ordre de 98% et peu variables, malgré un niveau d'infestation (VT) « élevé » (1300-2400 VT) et très variable (entre 1700 et jusqu'à 8000 varroas) ;
- ♦ Le rucher de Grand Est présente la médiane la plus élevée, supérieure à 100 VR et très peu variable entre colonies « traitées », pour des efficacités de l'ordre de 95% mais variables (entre 85 et 97%), appliquées sur des niveaux d'infestation « moyens » (1300-2400 VT) et peu variables.

Le nombre de varroas résiduels de certaines colonies à l'issue des traitements est relativement élevé au regard des attentes. Pourtant les traitements atteignent le niveau d'efficacité attendu (95%) dans les conditions idéales de leur emploi, c'est à dire en absence de varroas résistant et en respectant les préconisations d'emploi.

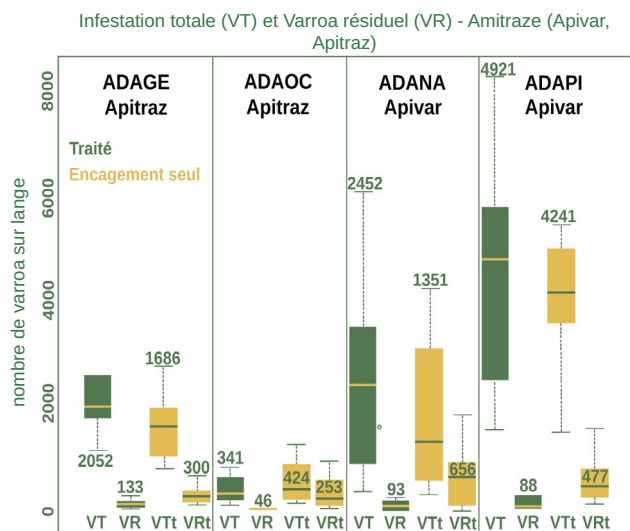


Figure 6.5 : comparaison des chutes totales de varroas sur lange durant l'encagement et les traitements de contrôle (VT) et des chutes de varroas dénombrés lors des traitements de contrôle (VR) pour chaque lot ayant reçu un traitement Apivar® ou Apitraz® (en vert) ou un encagement seul (en orange), sur chaque rucher.

Effet de la présence de varroas résistants sur l'efficacité

Les facteurs pouvant affecter la réussite d'un traitement sont nombreux : conditions d'emploi spécifiques non réunies, niveau d'infestation des colonies trop élevé, perte de sensibilité des varroas à l'acaricide utilisé, etc.

En particulier la mise en évidence de populations de varroas résistants est une problématique de premier plan sur le territoire hexagonal (InterApi, 2022). La perte de sensibilité aux acaricides peut aboutir dans certains cas à des échecs de traitements selon la proportion de varroas concernés dans les colonies.

Des tests phénotypiques de la sensibilité des varroas à l'amitraz (bio essai en laboratoire) ont été réalisés par la société Apinov à la demande de l'ADAGE. Les résultats indiquent un niveau de sensibilité « moyen » à l'amitraz associé à une baisse d'efficacité de 5 à 10% du médicament.

Ce résultat s'interprète pour les colonies du lot « traité » du rucher en Grand Est, en considérant les conditions particulières d'emploi de l'Apitraz®, par :

- ♦ L'absence de colonie en échec de traitement avéré (<80%)
- ♦ Une variabilité plus importante des efficacités observées sur les colonies traitées par rapport aux autres ruchers de l'étude ayant une efficacité médiane de 95% ou plus
- ♦ L'absence de niveau élevé de varroas résiduels pour des quantités de VT « moyennes »

Ce résultat peut aussi être attribué aux faibles niveaux d'infestation des colonies : les varroas qui échappent à l'effet de l'acaricide ont plus de « poids » dans le calcul d'efficacité et les résultats sont mathématiquement plus variables.

Ce qu'il faut retenir des tests de médicaments à base d'amitraz :

- ♦ Sur les ruchers à forte pression parasitaire avec un risque de dépopulation lié à l'encagement, le déparasitage rapide réalisé par l'application des médicaments à base d'amitraz pendant l'encagement a permis de réduire les dépopulations ; ce n'est pas le cas lorsque la pression parasitaire est moyenne ou faible ;
- ♦ L'intensité des chutes de varroas pendant l'encagement est d'autant plus importante que le rucher présente un niveau élevé de pression parasitaire ;
- ♦ L'efficacité obtenue en conditions d'encagement est supérieure pour les colonies « traitées » par rapport aux colonies « témoin » pour tous les ruchers. Cela inclut les ruchers les plus infestés où les chutes de varroas étaient importantes, même en absence de traitement (ruches « témoins »), du fait de l'effondrement des colonies ;
- ♦ Les variables mesurées pour évaluer l'effet des médicaments à base d'amitraz en condition d'encagement ne révèlent pas de différence notable entre l'emploi d'Apitraz® et d'Apivar®.

Fiche N°07

Evaluation de l'effet des médicaments à base de pyréthrinoïdes (Tau-fluvalinate, Fluméthrine), appliqués en condition d'encagement, sur les varroas et les colonies d'abeilles

Contexte des essais

Deux médicaments à base de pyréthrinoïdes ont été testés sur trois ruchers : l'Apistan® (Tau-fluvalinate) par l'ADA Grand Est et l'ADAPI, et le Bayvarol® (fluméthrine) par l'ADA AURA en Drôme (26).

- ♦ Le rucher de Grand Est revient de la montagne où l'apiculteur était en attente d'une miellée de sapin qui n'a pas eu lieu. Il a donc subi une situation de stress alimentaire associée à un retardement des traitements anti-varroas de trois semaines. Il présente la pression parasitaire initiale la plus élevée (médiane > à 9 VP) lors de la mise en place de l'essai et l'état de santé des colonies est déjà impacté avant l'encagement/l'application des médicaments (33 colonies avec symptômes varroose sur 45) ;
- ♦ Le rucher de PACA, de retour de lavandes en Drôme, présentait des colonies moins peuplées en abeilles et en couvain que les autres ruchers, avec des niveaux de pression parasitaire très élevés : médianes comprises entre 6 et 9 VP ;
- ♦ Le rucher Rhône-Alpin de Drôme a terminé son parcours de production sur lavande avant d'intégrer l'expérimentation.

Situation parasitaire initiale des ruchers et risques de dépopulation lors de l'encagement

Les niveaux de pression parasitaire VP (Figure 7.1) reflètent bien les niveaux d'infestation (VT) des ruchers (Figure 7.5) : les valeurs et les distributions des indicateurs de pression parasitaire et d'infestation à J0 décrivent et classent les ruchers de la même façon. Le rucher de l'ADA AURA en Drôme et celui de l'ADAPI ont des niveaux d'infestation similaires pour les colonies « traitées ». Les colonies « témoin » sont plus fortement parasitées sur le rucher de l'ADAPI à J0 (8,84 VP), similaire à la pression parasitaire du rucher de l'ADAGE.

Le rucher de Grand Est présente une pression parasitaire plus forte mais sur ce rucher les quantités de varroas présents dans les colonies (VT) sont réduites au regard de la forte pression parasitaire (VP) à J0. Ce décalage peut être constaté lorsque la varroose est dans un état de développement avancé, les acariens changent alors de comportement, préférant se disperser hors de la colonie en cours d'effondrement. De plus les colonies sont déjà en cours d'effondrement lors de la visite initiale, avec de fortes chutes naturelles de varroas (avant encagement et traitement). Ainsi, une partie des varroas reflétant la valeur réelle de l'infestation n'ont pas pu être pris en compte dans le calcul de VT car ils ont déjà chuté avant la visite initiale.

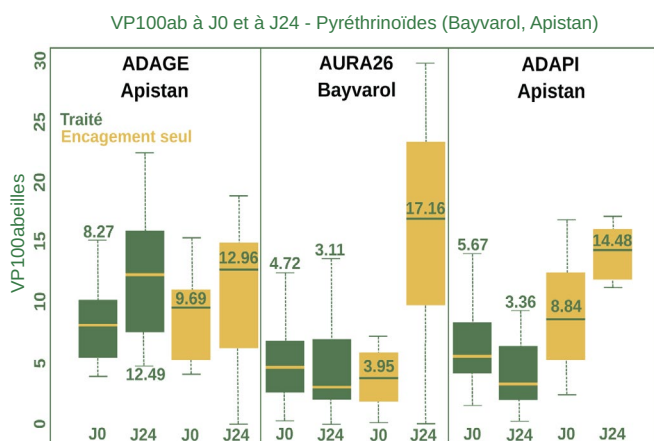


Figure 7.1 : évolution des pressions parasitaires (VP) et de leurs distributions entre J0 et J24 pour les colonies traitées avec des pyréthrinoïdes (Apistan® ou Bayvarol®) pendant l'encagement (vert) ou sous l'effet de l'encagement seul (jaune), selon les ruchers.

En utilisant les seuils de risque de dépopulation établis (Tableau 5.1) il est possible d'évaluer le risque de dépopulation selon les niveaux de pression parasitaire VP caractérisés sur les ruchers à J0 (Figure 6.1) :

- sur le rucher AURA 26 la moitié des colonies se situent à moins de 4 VP ce qui correspond à un risque de dépopulation de 30 à 50% voire plus, l'autre moitié des colonies ont un risque de forte dépopulation (> 50%) ;
- les ruchers de PACA (lot « témoin ») et de Grand Est présentent des pressions parasitaires majoritairement comprises entre 6 et 10 VP, avec certaines colonies atteignant jusqu'à 15 VP. Les risques de dépopulations sur ces ruchers sont très importants et supérieurs à 50% des abeilles.

Evolution de la pression parasitaire (VP) selon le traitement employé

Après 24 jours d'encagement la pression parasitaire augmente dans tous les groupes « Témoin » (Figure 7.1). La disparition du couvain créée par l'encagement impose la phorésie aux varroas, ceux qui émergent du couvain se cumulent à ceux déjà en phorésie. Les valeurs de VP à J24 indiquent les niveaux de pression parasitaire au sein des colonies qui sont révélés par l'encagement. La plus forte augmentation est observée sur le rucher de la Drôme (ADA AURA) avec une valeur médiane de VP multipliée par plus de quatre : l'indicateur de pression parasitaire augmente de 3,95 VP à 17,16 VP entre J0 et J24. En PACA et Grand Est la pression parasitaire augmente aussi, dans une moindre mesure, pour atteindre 12,96 VP et 14,48 VP respectivement, soit des niveaux de pression parasitaire très élevés.

Réduction de la pression parasitaire par l'application d'un médicament durant l'encagement

L'application d'un médicament pendant l'encagement expose les varroas à l'acaricide au fur et à mesure de leur émergence du couvain d'abeilles. Cependant à l'issue des 24 jours d'encagement associé aux rubans de pyréthrinoides, l'évolution des pressions parasitaires des colonies traitées sont très variables (Figure 7.1 en vert).

Sur le rucher de l'ADAPI, la pression parasitaire est réduite de 5,67 VP à 3,36 VP entre J0 et J24, mais reste encore trop élevée (> 2 VP) pour la majorité des colonies « traitées ». Sur le rucher de Drôme, la réduction de pression parasitaire de 4,72 VP à 3,11 VP entre J0 et J24 concerne une partie seulement des colonies ; la pression parasitaire reste globalement identique entre J0 et J24 et encore trop élevée après le traitement (> 2 VP). Enfin sur le rucher de l'ADAGE les pressions parasitaires des colonies « traitées » augmentent de 8,27 VP à 12,49 VP entre J0 et J24, de façon similaire à celle des colonies « témoins » dont la pression parasitaire augmente de 9,69 VP à 12,96 VP dans le même temps.

Le traitement à base de pyréthrinoides au cours de l'encagement n'a pas permis de contrôler la pression parasitaire pour l'ensemble des ruchers. Les pressions parasitaires (VP) à J24 des colonies des lots « traités » restent en grande majorité au-dessus du seuil de 2 VP recommandé en sortie d'été. De plus, sur le rucher de Grand Est la pression parasitaire des colonies traitées augmente de la même façon que celle des colonies « témoin ».

Evolution des colonies durant l'encagement (populations d'abeilles et poids des ruches)

La tendance globale est à la réduction des populations d'abeilles sur l'ensemble des ruchers, pour les colonies « traitées » comme « témoins ». Certaines colonies en PACA montrent une augmentation de leur population (dépopulation négative) dans le lot traité (Figure 7.2). Après la miellée d'été le développement des colonies a tendance à régresser avec une réduction des quantités de couvain à partir de juillet. Ce phénomène se produit de façon plus ou moins précoce selon les régions. Cependant selon les conditions locales, un regain de population est possible lorsque les ressources de l'environnement sont favorables.

Pourcentage de dépopulation entre J0 et J24 - Pyréthrinoides (Bayvarol, Apistan)

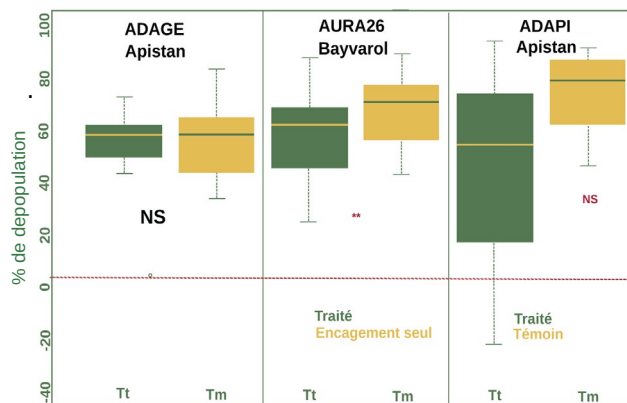


Figure 7.2 : dépopulations estimées des colonies traitées avec Apistan® ou Bayvarol® (vert) ou en condition témoin (jaune) pendant la durée de l'encagement (de J0 à J24). NS : différence non significative entre Traité et Témoin ; * : différence significative (test non paramétrique de Wilcoxon).

La dépopulation des colonies est observable dans tous les ruchers et pour toutes les modalités, à l'exception du rucher de PACA où certaines colonies traitées voient leur population d'abeilles augmenter (Figure 7.4). Sur ce rucher la différence de dépopulation entre le lot traité (Apistan®) et le lot témoin (encagement seul) est significativement à l'avantage du lot traité qui présente des niveaux d'infestation moindre que le lot témoin. Ainsi, sur le rucher ADAPI l'emploi d'Apistan® a limité les dépopulations par rapport à un encagement simple, pour lequel les colonies étaient plus infestées. Le résultat n'est pas reproduit pour le lot traité du rucher de Grand Est où les colonies étaient en souffrance au début de l'essai. Un manque d'efficacité de l'Apistan® concerne une grande partie des colonies (Figure 7.4), ce qui explique l'absence de bénéfice associé au traitement. Sur le rucher de Drôme, moins infestés, les évolutions des populations d'abeilles des lots traités et témoin ne sont pas significativement différentes.

Les dépopulations médianes sont supérieures à 50% sur l'ensemble des ruchers (Figure 7.2). Les dépopulations les plus marquées sont observées sur les lots « témoin » des ruchers de l'ADAPI et de l'ADA AURA en Drôme, avec des pertes d'abeilles allant de 40 à 90% pour les colonies ayant les niveaux de pression parasitaire les plus élevés.

Effet des médicaments à base de pyréthrinoides en condition d'encagement sur les dépopulations dans les ruchers fortement infestés

La différence de niveau de dépopulation entre les lots « témoin » et « traité » n'est pas significative sur les ruchers de l'ADA AURA 26 et de l'ADAGE.

Dans ce dernier rucher la pression parasitaire a provoqué un effondrement des colonies avant le début de l'expérimentation. Sur le rucher de l'ADAPI en PACA, l'emploi d'Apistan® réduit significativement les dépopulations (test non paramétrique de Wilcoxon) pour la majorité des colonies « traitées » en éliminant 95 % des varroas durant l'encagement (Figure 7.4).

Sur le rucher fortement infestés de PACA le déparasitage rapide réalisé par l'application d'Apistan® a permis de limiter les dépopulations par rapport à un encagement seul. Sur les autres ruchers présentant un risque fort de dépopulation, l'emploi de médicaments à base de pyréthrinoides n'a pas permis de réduire la pression parasitaire et par conséquent les dépopulations observées sont élevées.

Effet du traitement employé sur l'évolution du poids des colonies

Quel que soit le rucher et la modalité de traitement (Apistan®, Bayvarol® ou témoin), le poids des ruches est similaire à J0 et J24 entre les modalités « traitées » et « témoin » (différence non significative, test non paramétrique de Wilcoxon, Figure 7.3).

Globalement l'emploi de médicaments à base de pyréthrinoides pendant l'encagement n'a pas eu d'effet sur l'évolution du poids des ruches par rapport aux ruches « témoins » et entre J0 et J24.

Poids des corps à J0 et à J24 - Pyréthrinoides (Bayvarol, Apistan)

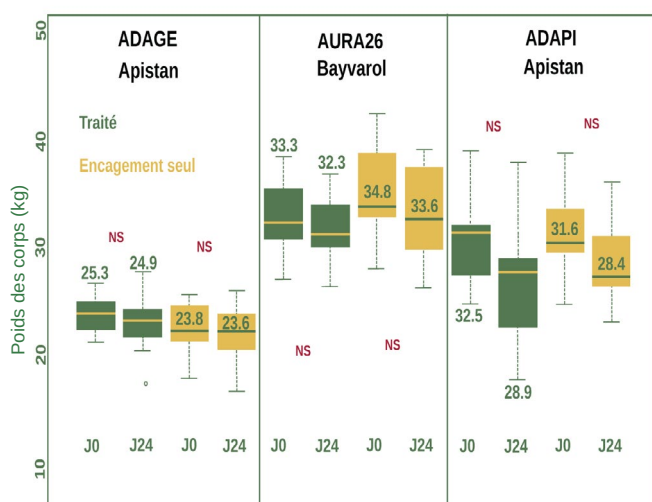


Figure 7.3 : évolution du poids des colonies entre J0 et J24 pour les lots traités Apistan® ou Bayvarol® (en vert) ou en condition témoin (en jaune) selon les ruchers. NS=différence non-significative ; * = différence significative (non paramétrique de Wilcoxon).

Cinétique des chutes de varroas selon le traitement appliqué pendant l'encagement

Pour chaque colonie, les chutes de varroas sont cumulées depuis J0 jusqu'à J7, J16 et J24 pour calculer l'efficacité atteinte à chaque période. Le calcul des efficacités intermédiaires à J7 et J16 permet de visualiser la dynamique d'efficacité du médicament appliqué pendant l'encagement jusqu'à la disparition complète du couvain (Figure 6.2). Le calcul appliqué aux colonies témoins permet de quantifier la proportion de chutes de varroas intervenues avant le traitement hors couvain à l'Api-Bioxal® et attribuées à l'encagement seul.

Pourcentage de chute à J7, J16 et J24 - Pyréthrinoides (Bayvarol, Apistan)

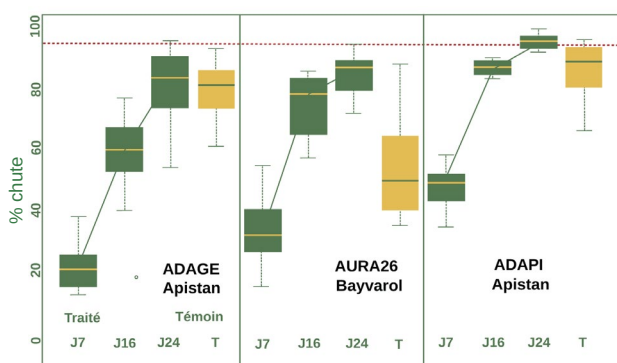


Figure 7.4 : évolution de la proportion de la population de varroas dénombrés sur lange au cours de l'encagement (à J7/J16/J24) avec un traitement Apistan ou Bayvarol (en vert) et proportion de chutes à J24 dues à l'encagement seul (en jaune) sur chaque rucher.

Chutes de varroas provoquées par l'encagement seul (modalité « témoin »)

Quel que soit le rucher et la modalité de traitement (Apistan®, La proportion des chutes associée à l'encagement (Figure 7.4 en orange) est très variable selon les ruchers : de 50% sur le rucher de l'ADA AURA 26 et jusqu'à 80 et 90% pour le rucher de Grand Est et le rucher PACA respectivement, ces deux derniers étant fortement infestés lors de l'encagement. Les chutes au cours de l'encagement sont plus importantes sur les ruchers présentant un niveau élevé de VP à J0 et a contrario plus faibles sur le rucher moins infesté (Figure 7.1). Ce phénomène peut être rattaché à l'effondrement des colonies d'abeilles pour le rucher ADAGE, plus qu'à la pratique de l'encagement : lors de la phase finale de la varroose, les varroas sont eux aussi impactés et leurs chutes augmentent.

Chutes de varroas provoquées par le traitement appliqué durant l'encagement

L'application de médicaments à base de pyréthrinoides couplée à l'encagement permet d'éliminer environ 85% à 95% des varroas au bout de 24 jours de traitement pour respectivement les ruchers de la Drôme (AURA 26) et de l'ADAPI (Figure 7.4). Pour le rucher de l'ADAGE, l'efficacité calculée à J24 pour la modalité « traitée » est de 80%, avec une variabilité plus importante que pour les autres ruchers.

L'application d'un médicament à base de pyréthrinoides durant l'encagement augmente l'efficacité du traitement : pour les ruchers de l'ADAPI et de l'ADA AURA 26, l'efficacité à J24 de la modalité « traitée » est systématiquement supérieure à celle de la modalité « témoin » (Figure 7.4). De plus, la distribution de l'efficacité entre les colonies « traitées » est plus réduite que celle des colonies « témoins ». Pour le rucher de l'ADAGE le niveau d'efficacité à J24 pour les ruches « traitées » n'est pas différent de celui des ruches « témoin » et la distribution des efficacités entre ruches est variable.

En prenant en compte l'écart d'efficacité entre les lots « traité » et « témoin », le gain d'efficacité attribué à l'emploi de pyréthrinoïdes est d'environ +35% en AURA 26 (médicament testé à base de Fluméthrine), mais seulement +5% sur le rucher de PACA et sans différence notable pour le rucher de Grand Est, tous deux traités avec un médicament à base de Tau-fluvalinate.

Ces variations peuvent être expliquées par la différence entre les deux matières actives testées (bien qu'appartenant à la même famille chimique) mais aussi par des contextes régionaux différents selon les ruchers aussi bien pour les dernières miellées réalisées, l'état des populations d'abeilles et de couvain, le niveau d'infestation initial mais aussi la sensibilité des varroas à l'acaricide utilisé. En effet, l'existence avérée de cas de varroas résistants est une problématique de premier plan sur le territoire national (InterApi, 2022). La perte de sensibilité des varroas à certains acaricides pouvant aboutir à des échecs de traitements selon la proportion de varroas concernés dans les colonies. C'est le cas sur le rucher de l'ADAGE dont les varroas ont été testés « résistants » au Tau-fluvalinate.

Le niveau d'efficacité attendu pour les médicaments AMM à base de pyréthrinoïdes est de 95% après 4 à 8 semaines d'application lorsque les préconisations d'emploi sont respectées et en l'absence de varroas résistants. L'Apistan® testé en conditions d'encagement sur le rucher de l'ADAPI atteint ce niveau d'efficacité après 24 jours d'encagement et sur des ruches très infestées.

Effet du couvain sur la cinétique d'efficacité du traitement testé

L'encagement favorise les chutes de varroas en prolongeant leur phase de phorésie. De plus, il optimise l'exposition des varroas à l'acaricide lorsqu'il est couplé à l'emploi d'un médicament, avec pour résultat une accélération attendue de la cinétique de chute par rapport à un emploi classique « en présence de couvain ».

La cinétique d'efficacité permet de visualiser l'intensité du déparasitage au cours des 24 jours d'encagement. Durant la première semaine, les varroas en phorésie sont exposés à l'acaricide appliqué mais ont encore la possibilité d'accéder à du couvain ouvert. Après la première semaine d'encagement, tout le couvain est operculé puis les varroas du couvain sont exposés à l'action du médicament au fur et à mesure de l'émergence des abeilles jusqu'à J24.

Au bout de la première semaine d'encagement, le rucher de l'ADAPI est mieux déparasité que celui de l'ADAAURA en Drôme. A partir de la seconde semaine, la cinétique d'efficacité augmente avec le niveau d'infestation initiale du rucher. La cinétique la plus rapide est observée sur le rucher de l'ADAPI, plus infesté quand l'efficacité obtenue sur le rucher de la Drôme (AURA 26), moins infesté, présente une cinétique plus lente (Figure 7.4).

Niveau d'infestation totale des ruchers et nombre de varroas résiduels à l'issue des traitements

Les infestations des colonies (VT) révèlent une variabilité parfois importante au sein d'un même rucher (AURA 26, ADAPI), ce qui est une observation classique : d'une ruche à l'autre l'infestation peut varier de quelques centaines de varroas à plusieurs milliers. Des différences sont également mises en évidence entre les ruchers, avec des valeurs médianes de moins de 2000 varroas pour le rucher de Grand Est et plus de 3000 à 4000 varroas (médianes) pour les ruchers AURA 26 et PACA.

Enfin, les niveaux d'infestation total observés sur le rucher de Grand Est doivent être interprétés en tenant compte de l'état des colonies (en phase d'effondrement), alors que les VP obtenus sur ce rucher sont plus élevés que ceux du rucher AURA 26 (Figure 7.1) quand les infestations totales du rucher de Grand Est sont inférieures à celles du rucher en Drôme.

Le rucher ADAPI traité avec l'Apistan® présente des niveaux de varroas résiduels peu variables avec une valeur médiane de 146 VR (Figure 7.5) associé à une efficacité « bonne et homogène » (Figure 7.4). A contrario sur le rucher ADAGE, pour lequel les varroas expriment une forte résistance au Tau-fluvalinate, les niveaux de varroas résiduels sont plus variables avec une valeur médiane de 395 VR, relativement faible du fait du peu de varroas restant dans les colonies (Figure 7.5) qui étaient en cours d'effondrement à la première visite.

Le rucher AURA 26, traité avec Bayvarol®, présente un niveau de varroas résiduels plus variable et élevé (médiane de l'ordre de 500 VR) bien que l'efficacité observée soit du même ordre que celle obtenue avec l'Apistan® sur le rucher de Grand Est (Figure 7.4). Ce résultat est attribué au niveau d'infestation plus important des colonies sur ce rucher (Figure 7.5).

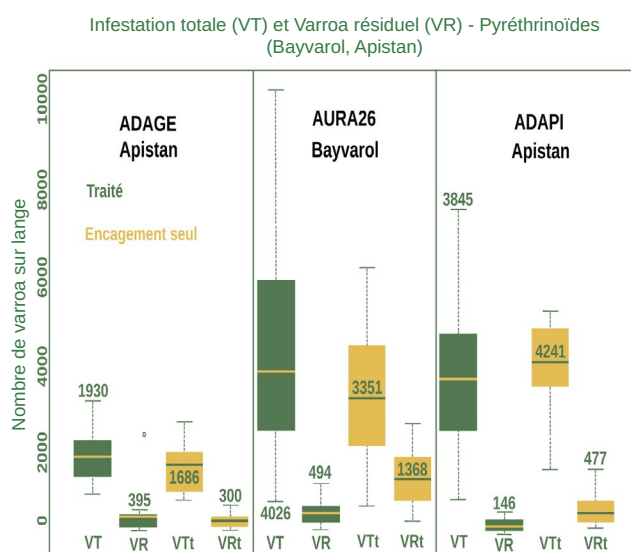


Figure 7.5 : comparaison des chutes totales de varroas sur lange durant l'encagement et les traitements de contrôle (VR) pour chaque lot ayant reçu un traitement Apistan® ou Bayvarol® (en vert) ou un encagement seul (en jaune) sur chaque rucher.

Le nombre de varroas résiduels dépend de la quantité de varroas présents dans la colonie (VT) et de l'intensité du déparasitage (% d'efficacité). Comme pour un suivi d'efficacité classique, la lecture des résultats de varroas résiduels obtenus avec le protocole DynaMite considère les niveaux d'efficacité calculés sur les ruchers (Figure 7.4) en tenant compte des niveaux d'infestation des colonies (Figure 7.5) :

- ♦ Le rucher de Grand Est présente une médiane élevée, avec près de 400 VR, pour des efficacités de l'ordre de 85% mais très variables (entre 55 et 95%), appliquées sur des niveaux d'infestation « moyen » (1700-1900 VT) et peu variables. Cependant les niveaux d'infestation observés (VT) sont biaisés par l'état sanitaire du rucher à J0 ;
- ♦ Le rucher de PACA présente une médiane de moins de près de 150 VR, pour des efficacités de l'ordre de 95% et peu variables, malgré un niveau d'infestation (VT) « élevé » (3800 VT) et très variable (entre 500 et jusqu'à 8000 varroas pour les extrêmes) ;
- ♦ Le rucher de la Drôme (AURA 26) présente la médiane la plus élevée : 494 VR, pour des efficacités de moins de 90% (variables de 70 à 95%), appliquées sur des niveaux d'infestation « élevés » (4000 VT) et très variable (entre 500 et 10000 pour les extrêmes).

Le nombre de varroas résiduels à l'issue des traitements est relativement élevé. Bien que les varroas n'aient plus de couvain dans lequel se réfugier, l'exposition à l'acaricide reste toujours dépendante de la formulation du médicament (dont la dose, le mode d'action et de dispersion de l'acaricide) ainsi que de la sensibilité des varroas présents dans la colonie

Effet de la présence de varroas résistants sur le calcul de l'efficacité

Les facteurs pouvant affecter la réussite d'un traitement sont nombreuses : conditions d'emploi spécifiques non réunies, niveau d'infestation des colonies trop élevé, perte de sensibilité des varroas à l'acaricide appliqué, etc.

En particulier la mise en évidence de populations de varroas résistants est une problématique de premier plan sur le territoire hexagonal (InterApi, 2022). La perte de sensibilité aux acaricides peut aboutir dans certains cas à des échecs de traitements selon la proportion de varroas concernés dans les colonies.

Les colonies du rucher ADAGE étaient en phase d'effondrement du fait de leur niveau d'infestation élevé. Des tests phénotypiques de la sensibilité des varroas de ce rucher au Tau-fluvalinate (bio essai en laboratoire) ont été réalisés par la société Apinov à la demande de l'ADAGE. Les résultats indiquent une « forte résistance » au Tau-fluvalinate avec seulement 18% de varroas morts au bout des 24h de test. Ce résultat s'interprète pour les colonies du lot « traité » du rucher en Grand Est, en considérant les conditions d'encagement lors de l'emploi de l'Apistan®, par :

- ♦ L'absence de différence dans la proportion de chutes à J24 entre lots traité et témoin sur ce rucher (Figure 7.4)
- ♦ L'augmentation de l'indicateur VP entre J0 et J24 pour le lot traité (Figure 7.1 en vert) ;
- ♦ Le nombre similaire de varroas résiduels des lots « traité » et « témoin » à J24 (Figure 7.5).

Ce qu'il faut retenir des tests de médicaments à base de pyréthrinoïdes :

- ♦ Sur le rucher à forte pression parasitaire avec un risque lié à l'encagement, le déparasitage rapide réalisé par l'application d'Apistan® a permis de réduire les dépopulations ; ce n'est pas le cas lorsque le rucher présente des populations de varroas exprimant une forte résistance à l'acaricide utilisé ;
- ♦ L'intensité des chutes de varroas pendant l'encagement est d'autant plus importante que le rucher présente un niveau élevé de pression parasitaire ;
- ♦ En l'absence de résistance avérée des varroas du rucher à l'acaricide employé, les colonies « traitées » avec des médicaments à base de pyréthrinoïdes en conditions d'encagement présentent des efficacités supérieures et des niveaux de varroas résiduels inférieurs à ceux des colonies « témoins ».

Fiche N°08

Evaluation de l'effet des médicaments à base d'acide formique, appliqués en condition d'encagement, sur les varroas et les colonies d'abeilles

Contexte des essais

La particularité de ce médicament est son temps d'application, de 7 jours. Lors de notre expérimentation l'action du médicament s'est donc produite alors même que les colonies conservaient encore du couvain.

Cependant, démontré que l'acide formique est la seule molécule disponible sur le marché à avoir un effet sur les varroas en phase de reproduction dans le couvain (Fries, 1991), contrairement aux autres médicaments disponibles et testés. L'encagement concomitant à l'emploi du Formic Pro®, avec une durée supérieure à la durée d'action attendue, permet de se placer dans les mêmes conditions d'application concernant l'effet de l'encagement sur les chutes de varroas (lots témoin).

Le médicament à base d'acide formique Formic Pro® a été testé sur deux ruchers : par l'ADANA et par l'ADA AURA en Auvergne (Puy-de-Dôme : 63).

- ♦ Le rucher de l'ADANA a bénéficié sur l'emplacement de la fin d'une miellée toutes fleurs au printemps puis la dernière miellée de châtaignier/ronces. À cause de la pression frelon sur le rucher fin juillet, vers la fin de l'expérimentation, le rucher a été déplacé sur un emplacement en fin de miellée de bruyère erica ;
- ♦ Sur le rucher d'Auvergne, positionné en plein soleil, la température fin juillet au moment de la pose des rubans avoisinait les 30°C ce qui représentait un risque pour les colonies. Les préconisations d'emploi du Formic Pro® indiquent une plage de températures diurnes à respecter entre 10°C et 29,5°C et une plage de températures d'utilisation idéale entre 20 et 25°C.

De plus l'encagement de la reine pendant l'application d'acide formique peut représenter un stress supplémentaire pour la colonie. Afin de ne pas retarder le traitement des colonies la décision a été prise d'appliquer les rubans de Formic Pro® l'un après l'autre à 7 jours d'intervalle, afin de limiter les effets indésirables pour les colonies.

La durée entre les applications des rubans est modifiée de celle proposée par le laboratoire Andermatt France distributeur de cette spécialité commerciale afin de s'adapter à notre protocole d'essai.

Le Formic Pro® ayant été appliqué de façon différente selon les conditions du rucher expérimental, les résultats sont présentés séparément.

Emploi du Formic Pro® selon l'application préconisée de deux rubans simultanément

Situation parasitaire initiale des ruchers et risques de dépopulation lors de l'encagement

Lors d'un encagement classique, la pression parasitaire augmente du fait de la diminution de couvain et donc la phorésie provoquée des varroas. Il faut attendre l'application d'acide oxalique pour voir baisser cette pression, et cette attente peut pousser les colonies vers des taux de varroas phorétiques élevés. Le rucher de Nouvelle Aquitaine a une pression parasitaire autour de 5 VP au début de l'encagement : entre 4,77 et 5,32 VP de valeur médiane pour les lots témoin et traités respectivement (Figure 8.1), certaines colonies pouvant atteindre plus de 10 VP individuellement dans le lot traité. En utilisant les seuils de risque de dépopulation établis (Tableau 5.1) le risque de dépopulation estimé est très important et supérieurs à 50% des abeilles.

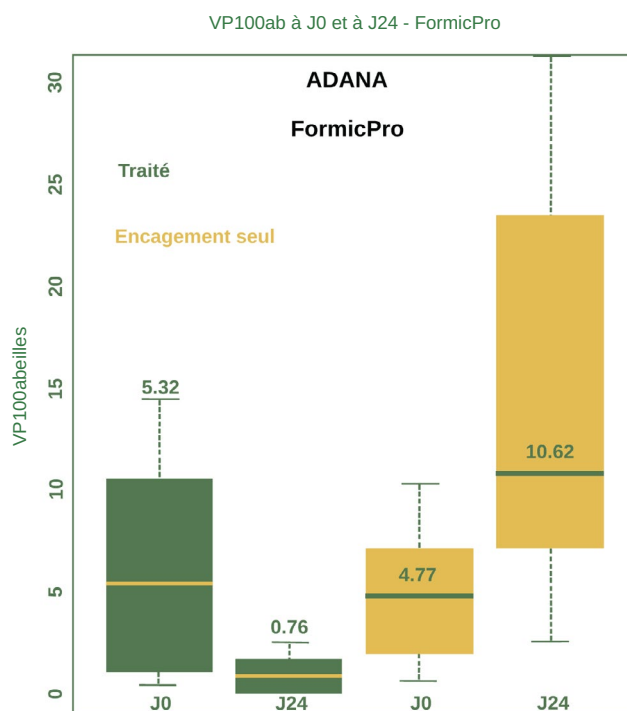


Figure 8.1 : niveaux et évolution des pressions parasitaires (VP) à J0 et J24 pour les colonies traitées avec de l'acide formique (deux lanières de Formic Pro® appliquées simultanément) pendant l'encagement (vert) ou sous l'effet de l'encagement seul (jaune), sur le rucher de l'ADANA.

Evolution de la pression parasitaire (VP) selon le traitement employé

Après 24 jours d'encagement la pression parasitaire augmente pour le lot témoin de 4,77 à 10,62 VP, avec une grande variabilité : plusieurs ruches dépassant même 30 VP (Figure 8.1 en orange). La disparition du couvain crée par l'encagement impose la phorésie aux varroas. Selon la quantité de couvain operculé à J0 et le taux d'infestation des colonies, la quantité de varroas sur les abeilles (VP) peut augmenter très fortement en 24 jours. Les varroas qui émergent avec le couvain se cumulent à ceux déjà en phorésie. Les valeurs de VP à J24 indiquent les niveaux de pression parasitaire au sein des colonies qui sont révélés par l'encagement.

Réduction de la pression parasitaire par l'application d'un médicament durant l'encagement

L'application d'un médicament pendant l'encagement expose les varroas à l'acaricide au fur et à mesure de leur émergence du couvain d'abeilles. Dans le cas de l'emploi de l'acide formique, les varroas en phase de reproduction dans le couvain sont aussi impactés par les vapeurs acaricides. Ainsi une forte réduction de l'indicateur de pression parasitaire est observée sur les colonies traitées (et encagées) : de 5,32 à 0,76 VP entre le début de l'encagement et la libération des reines à J24 (Figure 8.1 en vert).

La pression parasitaire est inférieure au seuil de 2 VP visé à l'issue d'un traitement de fin d'été. De plus la pression parasitaire des colonies traitées est très peu variable.

Le traitement a permis de contrôler la pression parasitaire : malgré leur niveau élevé d'infestation initiale, les VP des lots « traités » avec deux rubans de Formic Pro® simultanément sont en grande majorité en dessous du seuil de 2 VP recommandé en sortie d'été.

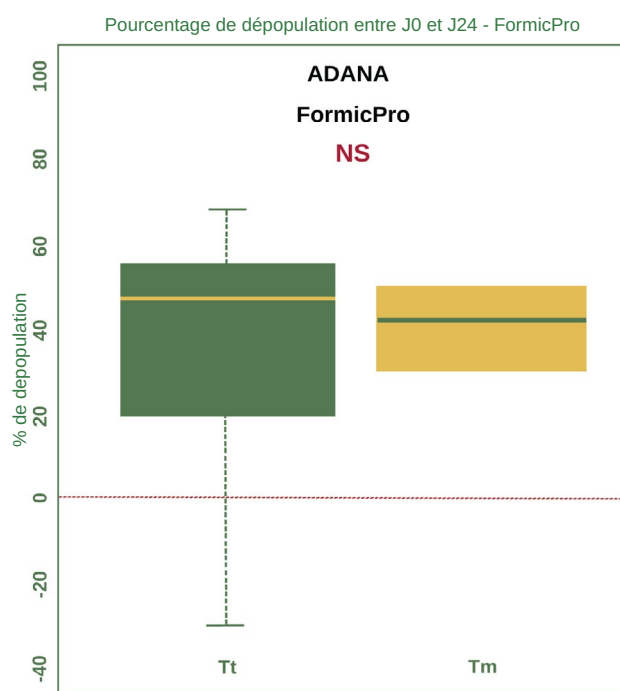


Figure 8.2 : dépopulations estimées des colonies traitées avec deux rubans de Formic Pro® appliqués simultanément (en vert) ou en condition témoin (en jaune) sur le rucher de Nouvelle Aquitaine (NS=différence non-significative (non paramétrique de Wilcoxon)).

Evolution des colonies durant l'encagement (populations d'abeilles et poids des ruches)

Après la miellée d'été le développement des colonies a tendance à régresser avec une réduction des quantités de couvain à partir de juillet. Ce phénomène se produit de façon plus ou moins précoce selon les régions.

Cependant, selon les conditions locales, un regain de population est possible lorsque les ressources de l'environnement sont favorables ce qui explique que certaines colonies affichent une dépopulation négative.

La tendance est à la réduction des populations d'abeilles d'environ 40% (+/- 20%) sur les colonies « témoin » (Figure 8.2) ce qui correspond à une dépopulation en adéquation avec celle estimée.

Effet des médicaments à base d'acide formique en condition d'encagement sur les dépopulations dans les ruchers fortement infestés

Un accroissement du nombre d'abeilles est observé sur certaines colonies du lot « traité ». Cependant, la dépopulation des colonies « traitées » est très variable (de -30% à 70%) mais n'est pas significativement différente de celle du lot témoin (encagement seul).

Inversement, l'application de deux rubans de Formic Pro® simultanément durant l'encagement, une pratique considérée comme risquée, n'a pas induit de dépopulation supplémentaire.

Effet du traitement employé sur l'évolution du poids des colonies

Globalement le poids des colonies a tendance à se réduire (Figure 8.3). Cependant, les variations de poids au cours de l'encagement ne sont pas significativement différentes entre J0 et J24 pour les colonies témoins comme pour les colonies traitées (Figure 8.3).

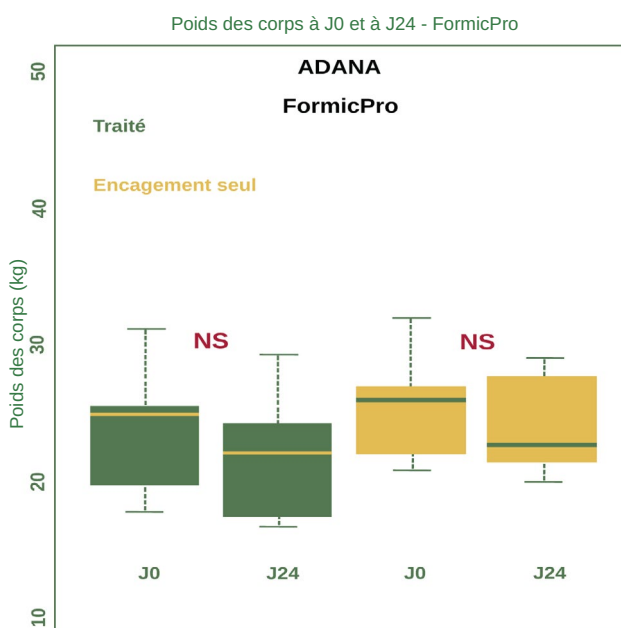


Figure 8.3 : évolution entre J0 et J24 du poids des colonies traitées avec deux rubans de Formic Pro® simultanément (en vert) ou en condition témoin (en jaune) sur le rucher de Nouvelle Aquitaine. NS=différence non-significative (non paramétrique de Wilcoxon).

Cinétique des chutes de varroas selon le traitement appliqué pendant l'encagement

Pour chaque colonie, les chutes de varroas sont cumulées depuis J0 jusqu'à J7, J16 et J24 pour calculer l'efficacité atteinte à chaque période. Le calcul des efficacités intermédiaires à J7 et J16 permet de visualiser la dynamique d'efficacité du médicament appliqué pendant l'encagement jusqu'à la disparition complète du couvain (Figure 8.4). Le calcul appliqué aux colonies témoins permet de quantifier la proportion de chutes de varroas intervenues avant le traitement hors couvain à l'Api-Bioxal® et attribuées à l'encagement seul.

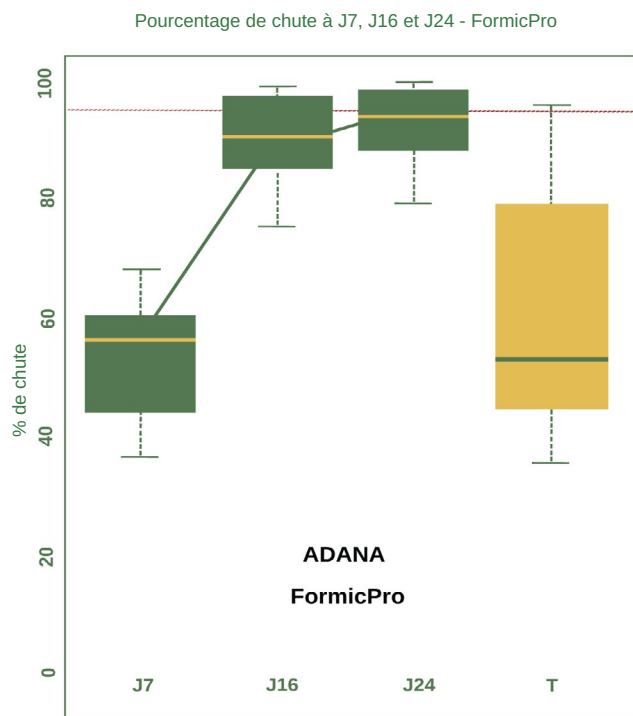


Figure 8.4 : évolution de la proportion de la population de varroas dénombrés sur lange au cours de l'encagement (à J7/J16/J24) avec l'application simultanée de deux rubans de Formic Pro® (en vert) et proportion de chutes à J24 dues à l'encagement seul (en jaune) sur le rucher de Nouvelle Aquitaine.

Chutes de varroas provoquées par l'encagement seul (modalité « témoin »)

Les chutes de varroas pendant l'encagement peuvent représenter une part importante de l'infestation des colonies: près de 55% pour les colonies « témoin », en lien avec une pression parasitaire initiale élevée, de l'ordre du 5 VP (Figure 8.1).

Chutes de varroas provoquées par le traitement appliqué durant l'encagement

Les chutes de varroas durant l'encagement sont augmentées par l'application de Formic Pro® : l'efficacité à J24 de la modalité « traitée » est supérieure à celle du lot « témoin ». En prenant en compte l'écart d'efficacité, le gain attribué à l'emploi d'acide formique (deux rubans appliqués simultanément) est de +40%. Une réduction de l'infestation de 95% est observée au bout de 24 jours pour les colonies traitées par l'application simultanée de deux rubans d'acide formique au cours de l'encagement (Figure 8.4).

Les scores sont cependant variables selon les colonies: entre 80 et 100% d'efficacité. Cette variabilité est fréquemment observée avec les médicaments dont l'action dépend des conditions d'emploi (ici les températures, la ventilation par la colonie, etc.).

Le niveau d'efficacité observés après 24 jours d'encagement correspond au seuil de 95% visé pour les médicaments conventionnels et peut être considéré comme un bon score. En effet, l'acide formique n'est pas soumis aux mêmes exigences d'efficacité que les médicaments « conventionnels » du fait que ce soit un acide organique autorisé en AB.

Effet du couvain sur la cinétique d'efficacité du traitement testé

La cinétique d'efficacité permet de visualiser l'intensité du déparasitage au cours des 24 jours d'encagement. Au cours de la première semaine les varroas en phorésie sont exposés à l'acaricide appliqué mais ont encore la possibilité d'accéder à du couvain ouvert. Après la première semaine d'encagement, tout le couvain est operculé puis les varroas du couvain sont exposés à l'action du médicament au fur et à mesure de l'émergence des abeilles jusqu'à J24.

L'encagement seul favorise les chutes de varroas en prolongeant leur phase de phorésie. De plus il optimise l'exposition des varroas à l'acaricide lorsqu'il est couplé à l'emploi d'un médicament avec pour résultat une accélération de la cinétique de chute. Cependant, dans le cas de l'acide formique dont on connaît l'action sur les varroas en phase de reproduction, on peut s'attendre à ce que la présence de couvain en début d'encagement ne perturbe pas l'effet du traitement.

Pour les colonies du lot « traité », plus de la moitié des chutes (55%) est observée au terme de la première semaine (Figure 8.4) qui correspond à la durée d'action des rubans. Le niveau des chutes observées durant la première semaine de traitement est équivalent à celui observées pour un encagement seul (Figure 8.4).

Par la suite, les chutes continuent d'augmenter durant la seconde semaine pour atteindre 90% dès J16 : durant cette période le couvain operculé continue d'émerger et avec lui les varroas présents et déjà impactés par l'acide formique. Durant la troisième semaine seulement 5% de chutes s'ajoutent pour porter le niveau d'efficacité à 95%. A ce moment, la quasi-totalité des varroas exposés à l'acide formique sont déjà tombés ce qui tend à prouver que le couvain ouvert présent lors de la première semaine n'a pas servi de refuge aux varroas fondatrices, nombreuses en phorésie (Figure 8.1).

Niveau d'infestation totale des ruchers et nombre de varroas résiduels à l'issue des traitements

Les infestations des colonies (VT) révèlent une variabilité parfois importante au sein du rucher de Nouvelle Aquitaine : d'une ruche à l'autre l'infestation peut varier de quelques centaines de varroas à plusieurs milliers. Avec des valeurs médianes autour de 1400-1500 varroas, les niveaux d'infestation peuvent atteindre jusqu'à 4000 à 5000 varroas pour les colonies les plus infestées (Figure 8.5).

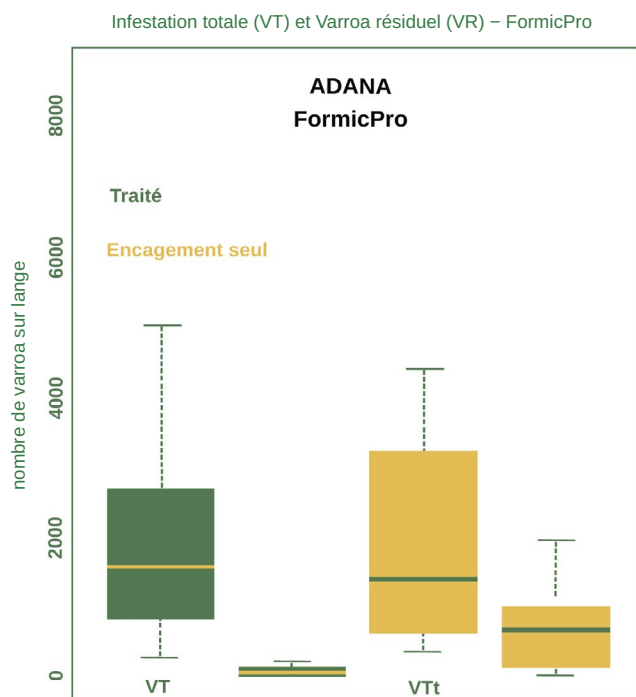


Figure 8.5 : comparaison des chutes totales de varroas sur lange durant l'encagement et le traitement de contrôle (VT) et des chutes de varroas dénombrés lors des traitements de contrôle (VR) pour les colonies ayant reçu deux rubans de Formic Pro® simultanément (en vert) ou un encagement seul (en jaune) sur le rucher de Nouvelle Aquitaine.

Les colonies traitées avec deux rubans de Formic Pro® simultanément présentent des niveaux de varroas résiduels très réduits (36 VR) et très peu variables par rapport à la variabilité du nombre de varroas totaux (Figure 8.5).

Les colonies ayant bénéficié uniquement de l'encagement pendant la même période ont un nombre de varroas résiduels bien plus élevé (plus de 650 VRt). Dans notre essai, l'application de Formic Pro® pendant l'encagement permet de réduire très fortement le nombre de varroas résiduels à l'issue du traitement d'été.

Le nombre de varroas résiduels dépend de la quantité de varroas présents dans la colonie (VT) et de l'intensité du déparasitage (% d'efficacité). Comme pour un suivi d'efficacité classique, la lecture des résultats de varroas résiduels obtenus avec le protocole DynaMite prend en compte les niveaux d'efficacité calculés sur les ruchers (Figure 8.4) en tenant compte des niveaux d'infestation des colonies VT (Figure 8.5). Le niveau de varroas résiduels très faible est obtenu du fait d'une bonne efficacité du traitement en condition d'encagement (95% d'efficacité, bien que variable), appliqué sur des colonies ayant un niveau d'infestation moyen (1500 VT).

A l'issue de l'évaluation du médicament les colonies « traitées » présentent des niveaux de varroas résiduels très faibles et très inférieurs aux colonies du lot « témoin » (Figure 8.5).

Enfin, bien que les parasites n'aient plus de couvain dans lequel se réfugier, l'exposition à l'acaricide reste toujours dépendante de la formulation du médicament (dose, mode d'action et de dispersion de l'acaricide) ainsi que de la sensibilité des varroas présents dans la colonie.

Il n'y a pas de cas documenté de résistance de varroas à l'acide formique et l'action de cet acaricide sur les varroas en phase de reproduction dans le couvain explique les très bons résultats obtenus. Cependant on observe toujours une variabilité d'efficacité du fait de l'influence des températures sur la vaporisation de l'acide formique. Les fluctuations de température peuvent perturber la vaporisation de l'acide formique au sein de la ruche, ainsi que l'action des abeilles cherchant à évacuer les vapeurs en ventilant.

Ce qu'il faut retenir du test du Formic Pro® (acide formique) appliqué selon les préconisations classiques :

- ◆ L'emploi des deux rubans d'acide formique appliqués simultanément pendant l'encagement n'a pas impacté significativement les populations d'abeilles ou le poids des colonies ; les conditions d'emploi ont été respectées concernant la fenêtre de températures diurnes ;
- ◆ L'acide formique a une durée d'action de 7 jours et impacte les varroas du couvain operculé. L'encagement pendant 24 jours n'est a priori pas nécessaire pour augmenter leur exposition à l'acaricide. Cependant l'emploi d'acide formique induit une augmentation des chutes de varroas de +40% par rapport à l'encagement seul ;
- ◆ L'application de médicaments à base d'acide formique couplée à l'encagement permet d'éliminer 95% des varroas au bout de 24 jours de traitement, avec cependant une certaine variabilité d'efficacité d'une ruche « traitée » à l'autre ;
- ◆ L'efficacité obtenue en conditions d'encagement est supérieure pour les colonies « traitées » par rapport aux colonies « témoins », alors que la pression parasitaire est relativement élevée et que l'encagement seul a provoqué la chute de la moitié des varroas ;
- ◆ A l'issue du traitement durant l'encagement les niveaux de varroas résiduels sont très satisfaisants ($VP < 2$; $VR < 50$) et très peu variables, alors que les colonies présentaient des niveaux d'infestation parfois importants. ont été respectées concernant la fenêtre de températures diurnes.

Emploi du Formic Pro® par application de demi-doses (deux rubans successivement à une semaine d'intervalle) pour limiter les effets indésirables sur les colonies

Du fait de températures diurnes trop élevées (30°C) et malgré la précaution prise d'employer une demi-dose sur une période étendue, la combinaison d'un encagement avec l'emploi du Formic Pro® a impacté les colonies traitées sur le rucher du Puy-de-Dôme. Au cours de la première semaine, 8 reines des 13 colonies du lot traité dans le rucher AURA 63 sont mortes. Dans le même temps les pertes dans le lot témoin s'élevaient à 3 colonies sur 15. Appliquer de l'acide formique sur une colonie où la reine est encagée et où elle ne peut pas se déplacer dans la ruche pour échapper, au moins partiellement, au nuage d'acide formique est risqué. Les colonies mortes au cours de l'étude ne sont pas prises en compte et exclues des données présentées. Les résultats obtenus pour ce rucher doivent donc être interprétés avec vigilance car basés sur peu de répétitions.

Emploi du Formic Pro® par application de demi-doses (deux rubans successivement à une semaine d'intervalle) pour limiter les effets indésirables sur les colonies

Le rucher de Nouvelle Aquitaine présente une pression parasitaire inférieure à 0,5 VP au début de l'encagement : entre 0,19 et 0,41 VP pour les lots traité et témoin respectivement (Figure 8.6). Cela représente de très faibles niveaux de pression parasitaire. En utilisant les seuils de risque de dépopulation établis (Tableau 5.1) le risque de dépopulation estimé est faible et permet la mise en œuvre de l'encagement seul.

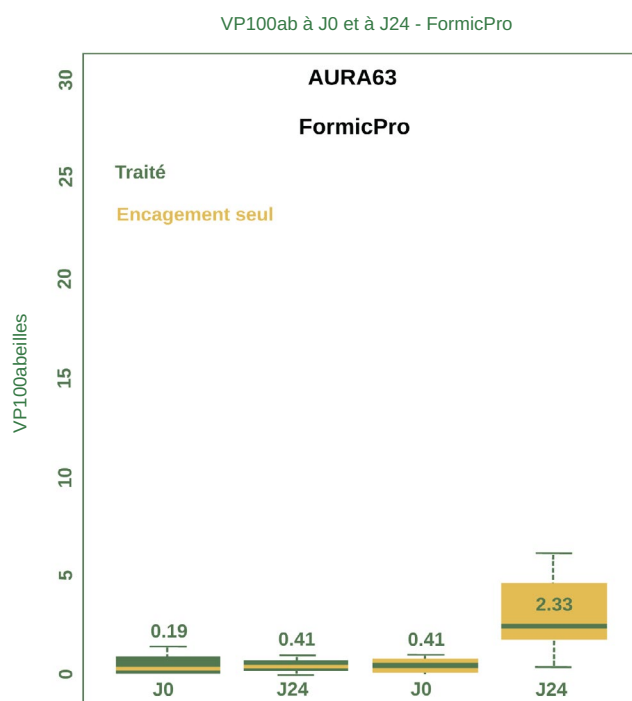


Figure 8.6 : niveaux et évolution des pressions parasitaires (VP) à J0 et J24 pour les colonies traitées avec de l'acide formique (deux rubans de Formic Pro® appliqués successivement) pendant l'encagement (vert) ou sous l'effet de l'encagement seul (jaune), sur le rucher du Puy-de-Dôme (AURA 63).

Evolution de la pression parasitaire (VP) selon le traitement employé

Après 24 jours d'encagement la pression parasitaire augmente pour le lot témoin de 0,41 VP jusqu'à 2,33 VP, avec de la variabilité entre colonies : quelques ruches dépassant 5 VP (Figure 8.6 en orange). Ces valeurs indiquent une augmentation de la pression parasitaire au sein des colonies « témoin », qui est révélée par l'encagement (tous les varroas sont phorétiques lors de la fin de la période d'encagement).

Réduction de la pression parasitaire par l'application d'un médicament durant l'encagement

L'application d'un médicament pendant l'encagement expose les varroas à l'acaricide au fur et à mesure de leur émergence du couvain d'abeilles. Dans le cas de l'emploi de l'acide formique, les varroas en phase de reproduction sont aussi impactés par les vapeurs acaricides. Après 24 jours d'encagement associé à l'application de deux rubans de Formic Pro® successivement, la pression parasitaire des colonies traitées ne diminue pas par rapport à J0 (doublant au contraire de 0,19 VP à 0,41 VP) mais sa variabilité est réduite (Figure 8.6 en vert). De plus la pression parasitaire reste inférieure au seuil de 2 VP à l'issue d'un traitement de fin d'été. Ce bon résultat est à considérer en tenant compte de la situation particulière de ce rucher qui présente un très faible niveau d'infestation initial, mais aussi un nombre réduit de colonies à la suite d'une importante perte de reines sur ce rucher.

Evolution des colonies durant l'encagement (populations d'abeilles et poids des ruches)

La tendance globale est à la réduction des populations d'abeilles autour de 30 à 40% (+/- 20%) (Figure 8.2). Après la miellée d'été, le développement des colonies a tendance à régresser avec une réduction des quantités de couvain à partir de juillet. Ce phénomène se produit de façon plus ou moins précoce selon les régions.

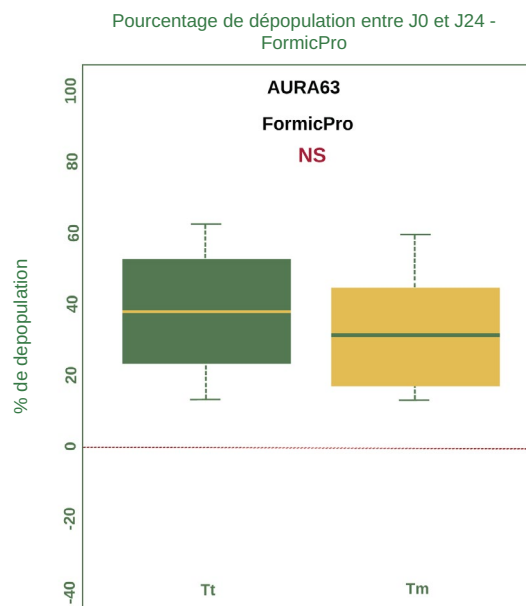


Figure 8.7 : dépopulations estimées entre J0 et J24 des colonies traitées avec deux rubans de Formic Pro® appliqués successivement (en vert) ou en condition témoin (en jaune) sur le rucher du Puy-de-Dôme (AURA 63) (NS=différence non-significative) (test non paramétrique de Wilcoxon).

Effet des médicaments à base d'acide formique en condition d'encagement sur les dépopulations

Du fait d'une pression parasitaire initiale très basse, le risque de dépopulation lié à l'encagement est faible (Tableau 5.1). Malgré l'augmentation de la pression parasitaire observée sur les colonies du lot « témoin », les dépopulations du lot « traité » ne sont pas significativement différentes de celles du lot « témoin » (test non paramétrique de Wilcoxon). Ainsi l'emploi de deux rubans de Formic Pro® successivement n'a pas eu d'effet sur les dépopulations des colonies survivantes.

Effet du traitement employé sur l'évolution du poids des colonies

Globalement, le poids des colonies a tendance à se réduire (Figure 8.8) mais les variations de poids des colonies témoins au cours de l'encagement ne sont pas significativement différentes entre J0 et J24 (test non paramétrique de Wilcoxon). Au contraire, les colonies traitées avec deux rubans de Formic Pro® appliqués successivement perdent significativement du poids (- 2,8 kg) entre J0 et J24 (Figure 8.8).

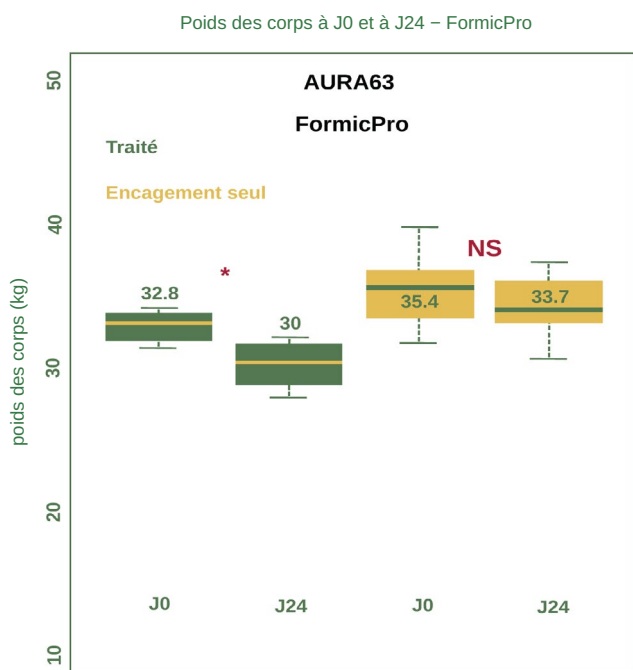


Figure 8.8 : évolution entre J0 et J24 du poids des colonies traitées avec deux rubans de Formic Pro® successivement (en vert) ou en condition témoin (en jaune) sur le rucher du Puy-de-Dôme (AURA 63). NS=différence non-significative ; * = différence significative (non paramétrique de Wilcoxon).

Cinétique des chutes de varroas selon le traitement appliqué pendant l'encagement

Pour chaque colonie les chutes de varroas sont cumulées depuis J0 jusqu'à J7, J16 et J24 pour calculer l'efficacité atteinte à chaque période. Le calcul des efficacités intermédiaires à J7 et J16 permet de visualiser la dynamique d'efficacité du médicament appliqué pendant l'encagement jusqu'à la disparition complète du couvain (Figure 8.9). Le calcul appliqué aux colonies témoins permet de quantifier la proportion de chutes de varroas intervenues avant le traitement hors couvain à l'Api-bioxal® et attribuées à l'encagement seul (en orange).

Chutes de varroas provoquées par l'encagement seul (modalité « témoin »)

Les chutes de varroas pendant l'encagement peuvent représenter une part importante de l'infestation des colonies. Cependant, sur le rucher du Puy-de-Dôme qui présente une faible pression parasitaire (Figure 8.6) l'encagement provoque moins de 15% des chutes des varroas (Figure 8.9).

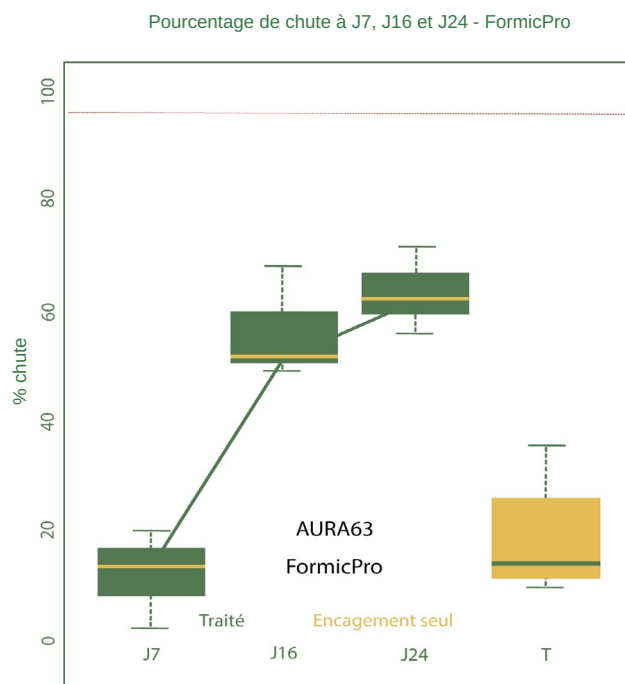


Figure 8.9 : évolution de la proportion de la population de varroas dénombrés sur lange au cours de l'encagement (à J7/J16/J24) avec l'application successive de deux rubans de Formic Pro® (en vert) et proportion de chutes à J24 dues à l'encagement seul (en jaune) sur le rucher du Puy-de-Dôme (AURA 63).

Chutes de varroas provoquées par le traitement appliqué durant l'encagement

Les chutes de varroas durant l'encagement sont augmentées par l'application successive de deux rubans de Formic Pro® : l'efficacité à J24 de la modalité « traitée » est supérieure à celle du lot « témoin ». De plus, en prenant en compte l'écart d'efficacité, le gain attribué à l'emploi d'acide formique (deux rubans appliqués successivement) est de +45%. Une réduction de seulement 60% de l'infestation est observée au bout de 24 jours pour les colonies traitées au cours de l'encagement (Figure 8.9). Les efficacités sont variables entre les colonies : entre 55 et 70%, sans atteindre un niveau intéressant (> 90%). L'application de demi-doses de Formic Pro® pendant l'encagement a conduit à des échecs de traitement.

Effet du couvain sur la cinétique d'efficacité du traitement testé

La cinétique d'efficacité permet de visualiser l'intensité du déparasitage au cours des 24 jours d'encagement. Au cours de la première semaine, les varroas en phorésie sont exposés mais ont encore la possibilité d'accéder à du couvain ouvert. Après la première semaine d'encagement tout le couvain est operculé puis les varroas du couvain sont exposés à l'action du médicament au fur et à mesure de l'émergence des abeilles jusqu'à J24.

L'encagement seul favorise les chutes de varroas en prolongeant leur phase de phorésie. De plus il optimise l'exposition des varroas à l'acaricide lorsqu'il est couplé à l'emploi d'un médicament avec pour résultat une accélération de la cinétique de chute. Cependant dans le cas de l'acide formique dont on connaît l'action sur les varroas en phase de reproduction, on peut s'attendre à ce que la présence de couvain en début d'encagement ne perturbe pas l'effet du traitement.

Pour les colonies du lot « traité », une faible partie des chutes (moins de 15%) est observée au terme de la première semaine (Figure 8.9), résultat de l'application d'une demi-dose (1 ruban) pour une faible pression parasitaire (Figure 8.6). Durant la seconde semaine et à la suite de l'application d'un second ruban de Formic Pro® à J7, les chutes augmentent fortement pour atteindre 50% d'efficacité à J16. Durant cette période, le couvain operculé continue d'émerger et avec lui les varroas en phase de reproduction et touchés par l'acide formique. Durant la troisième semaine, seulement 10% de chutes s'ajoutent pour porter le niveau d'efficacité à 60%.

A la fin du traitement « demi-dose », à peine plus de la moitié des varroas présents dans les colonies sont tombés sur les langes (Figure 8.9). Ce niveau peut être qualifié de « défaut d'efficacité ».

Niveau d'infestation totale des ruchers et nombre de varroas résiduels à l'issue des traitements

Les niveaux d'infestation totale des colonies traitées et témoins (VT et VTt) sont peu variables sur le rucher du Puy-de-Dôme, avec des valeurs médianes de 143 et 322 varroas respectivement (Figure 8.10). Cela confirme les très faibles niveaux d'infestation des colonies encore en vie (sans doute la raison pour laquelle elles sont encore en vie) et la faible pression parasitaire observée à J0 (Figure 8.6).

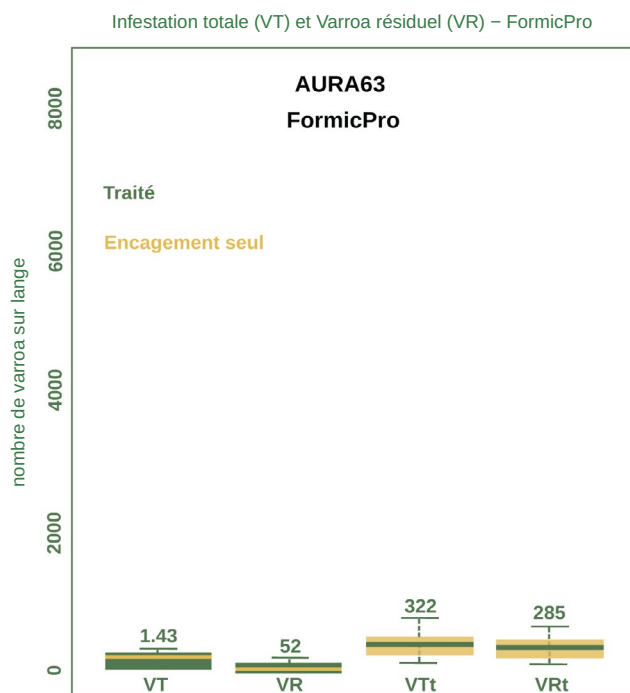


Figure 8.10 : comparaison des chutes totales de varroas sur lange durant l'encagement et le traitement de contrôle (VT) et des chutes de varroas dénombrés lors des traitements de contrôle (VR) pour les colonies ayant reçu deux rubans de Formic Pro® successivement (en vert) ou un encagement seul (en jaune) sur le rucher du Puy-de-Dôme (AURA 63).

Les colonies traitées avec deux rubans de Formic Pro® successivement présentent des niveaux de varroas résiduels de 52 VR, réduits des deux tiers et très peu variables entre colonies encore en vie (Figure 8.10). Les colonies ayant bénéficié uniquement de l'encagement pendant la même période ont un nombre de varroas résiduels de l'ordre de 300 VRT, similaire au niveau d'infestation d'origine (VTt) pour les colonies « témoin » encore en vie.

Le nombre de varroas résiduels dépend de la quantité de varroas présents dans la colonie (VT) et de l'intensité du déparasitage (% d'efficacité). Comme pour un suivi d'efficacité classique, la lecture des résultats de varroas résiduels obtenus avec le protocole DynaMite considère les niveaux d'efficacité calculés sur les ruchers (Figure 8.9) en tenant compte des niveaux d'infestation des colonies (Figure 8.10). Ainsi, le bon résultat de varroas résiduels pour les colonies traitées est obtenu malgré un faible niveau d'efficacité du traitement car appliqué sur des colonies au niveau d'infestation très faible (moins de 150 VT).

Bien que les parasites n'aient plus de couvain dans lequel se réfugier, l'exposition à l'acaricide reste toujours dépendante de la formulation du médicament (dont la dose, le mode d'action et de dispersion de l'acaricide) ainsi que de la sensibilité des varroas présents dans la colonie.

Il n'y a pas de cas documenté de résistance des varroas à l'acide formique. Cependant l'emploi de deux demi-doses de Formic Pro® dans les conditions de fortes températures relevées sur le rucher n'a pas permis de réduire les effets indésirables sur les colonies (perte de 8 reines sur 13 au cours de la première semaine) et a altéré les niveaux d'efficacité obtenus (60%) malgré un gain de +45% d'efficacité par rapport à l'encagement seul.

A l'issue de l'évaluation du médicament, les colonies du lot « traité » affichent des niveaux de varroas résiduels très faibles et inférieurs aux colonies du lot « témoin » (Figure 8.10). Cependant, ce bon résultat est dû à une infestation très faible des colonies, alors que l'emploi de demi-doses de Formic Pro® est sanctionné dans notre étude par un défaut d'efficacité du traitement.

Ce qu'il faut retenir du test du Formic Pro® (acide formique) appliqué à demi-dose pour limiter les effets indésirables sur les colonies en cas de fortes températures :

- ♦ Malgré les précautions prises, l'emploi des deux rubans d'acide formique appliqués successivement a entraîné la perte de près des deux-tiers des reines des colonies traitées ;
- ♦ Les faibles niveaux d'infestation initiale ne représentent pas un risque de dépopulation en cas d'encagement ; les colonies témoins comme traitées ne présentent pas des dépopulations significativement différentes ;
- ♦ L'emploi de deux rubans de Formic Pro® successivement durant l'encagement en induit une perte de poids significative des colonies de l'ordre de 2,8 kg ;
- ♦ L'acide formique a une durée d'action de 7 jours et impacte les varroas du couvain operculé. L'encagement n'est a priori pas nécessaire pour optimiser l'efficacité du traitement. Cependant, l'application de demi-doses de Formic Pro® a induit une augmentation des chutes de varroas de +45% par rapport à l'encagement seul pour un niveau d'efficacité final insuffisant de 60% (+/- 5 à 10%);
- ♦ A l'issue du traitement les niveaux de varroas résiduels des colonies traitées sont très bas du fait des niveaux d'infestation très faibles des colonies sur ce rucher.

Fiche N°09

Evaluation de l'effet des médicaments à base de thymol, appliqués en condition d'encagement, sur les varroas et les colonies d'abeilles

Contexte des essais

Le médicament ApiLife Var® a été testé sur deux ruchers par l'ADA AURA : dans la Drôme (26) et dans le Puy-de-Dôme (63).

- ♦ Le rucher Rhône-Alpin de Drôme a terminé son parcours de production sur lavande avant d'intégrer l'expérimentation ;
- ♦ Dans le Puy-de-Dôme les températures diurnes au moment du traitement atteignaient 30°C alors que le rucher était placé en plein soleil. Bien qu'une température supérieure à 30°C puisse augmenter le stress et la mortalité des abeilles et du couvain lors du traitement ApiLife Var® (RCP du médicament), il n'a pas été noté d'augmentation drastique de la mortalité des colonies : les pertes s'élèvent à 3 colonies sur 14 pour le lot ApiLife Var® similaires à celles du lot « encagement seul » (3 colonies mortes sur 15 au cours de l'essai). Par ailleurs malgré la présence de frelons à pattes jaunes sur ce rucher, la pression de prédation était faible, sans répercussion sur le comportement des colonies.

Situation parasitaire initiale des ruchers et risques de dépopulation lors de l'encagement

Les niveaux de pression parasitaire VP (Figure 9.1) reflètent bien les niveaux d'infestation (VT) des ruchers (Figure 9.5) : les valeurs et les distributions des indicateurs de pression parasitaire et d'infestation à J0 décrivent et classent les ruchers de la même façon. Les colonies du rucher de la Drôme présentent des pressions parasitaires moyennes et inférieures à 5 VP à J0 : 3,95 VP et 4,82 VP pour respectivement les lots « témoin » et « traité ». Les colonies du rucher du Puy-de-Dôme ont une faible pression parasitaire à J0 : 0,41 VP et 0,35 VP pour respectivement les lots « traité » et « témoin », avec très peu de variabilité.

En utilisant les seuils de risque de dépopulation établis (Tableau 5.1) il est possible d'évaluer le risque de dépopulation selon les niveaux de pression parasitaire VP caractérisés sur les ruchers à J0 (Figure 9.1) :

- ♦ sur le rucher de la Drôme les colonies se situent majoritairement à moins de 5 VP ce qui correspond à un risque de dépopulation de 30 à 50% ;
- ♦ avec moins de 1,5 VP pour les modalités « Témoin » comme « Traité », le rucher du Puy-de-Dôme présente un faible risque de dépopulation après 24 jours d'encagement.

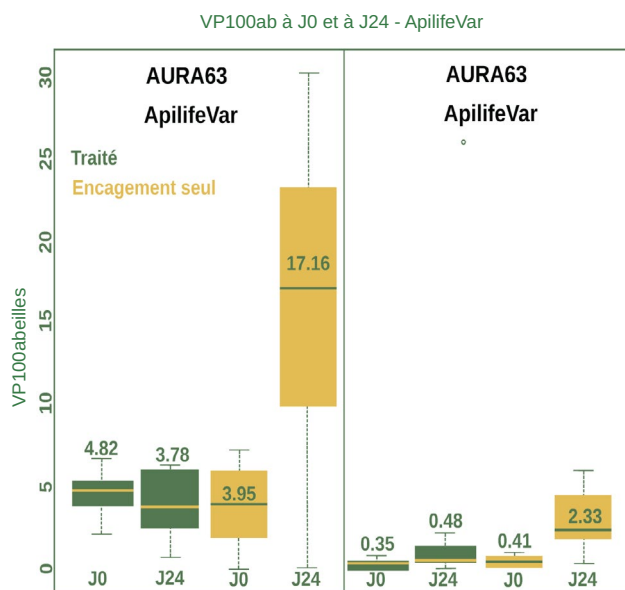


Figure 9.1 : niveaux et évolution des pressions parasitaires (VP) à J0 et J24 pour les colonies traitées avec du thymol (ApiLife var®) pendant l'encagement (vert) ou sous l'effet de l'encagement seul (jaune), selon les ruchers.

Evolution de la pression parasitaire (VP) selon le traitement employé

Après 24 jours d'encagement, la pression parasitaire augmente pour les lots témoins sur les deux ruchers (Figure 9.1 en orange) : de 3,95 VP à 17,16 VP pour le rucher de Drôme et de 0,41 VP à 2,33 VP pour le rucher du Puy-de-Dôme. Ces valeurs indiquent la forte pression parasitaire au sein des colonies du rucher drômois, qui est révélée par l'encagement (tous les varroas sont en phorésie à la fin de la période d'encagement).

Réduction de la pression parasitaire par l'application d'un médicament durant l'encagement

L'application d'un médicament pendant l'encagement expose les varroas à l'acaricide au fur et à mesure de leur émergence du couvain d'abeilles. À l'issue des 24 jours d'encagement associé au traitement ApiLife Var®, les niveaux de pression parasitaire des colonies « traitées » restent similaires entre J0 et J21 sur le rucher infesté de la Drôme, avec une augmentation de la variabilité (Figure 9.1). Sur le rucher peu infesté du Puy-de-Dôme le niveau de pression parasitaire des colonies « traitées » augmente de 0,35 à 0,48 VP malgré l'application du traitement durant l'encagement.

Alors que les pressions parasitaires des lots « traités » et « témoins » sont équivalentes à J0 sur les deux ruchers, les pressions parasitaires des lots « traités » sont inférieures à celles des lot « témoins » à J24 : respectivement 3,78 VP et 17,16 VP pour le rucher de la Drôme ; 0,48 VP et 2,33 VP pour le rucher du Puy-de-Dôme (Figure 9.1). Dans notre étude, l'action de l'Apilife Var® associé à l'encagement ne réduit pas la pression parasitaire des colonies mais limite juste son augmentation. L'écart de pression parasitaire entre colonies « traitées » et « témoins » à J24 est d'autant plus important que le niveau de VP initial était élevé et que la pression parasitaire a été révélée par la disparition du couvain dans les colonies « témoin ».

Le traitement ApiLife Var® pendant l'encagement ne permet pas de réduire le niveau de pression parasitaire en dessous du seuil de 2 VP sur le rucher de Drôme, dont la pression parasitaire initiale est élevée. Sur le rucher du Puy-de-Dôme, le niveau de VP post traitement est inférieur à 2 VP du fait du faible niveau initial de VP.

Evolution des colonies durant l'encagement (populations d'abeilles et poids des ruches)

La tendance globale est à la réduction des populations d'abeilles, avec un bémol en Puy-de-Dôme où certaines colonies montrent une augmentation de leur population (dépopulation négative), en particulier dans le lot traité (Figure 9.2). Après la miellée d'été le développement des colonies a tendance à régresser avec une réduction des quantités de couvain à partir de juillet. Ce phénomène se produit de façon plus ou moins précoce selon les régions. Selon les conditions locales un regain est parfois possible pour certaines colonies lorsque l'environnement est favorable et que la colonie peut se renforcer avant l'hiver.

Les dépopulations les plus marquées sont observées sur le rucher de la Drôme (lots « témoin ») où la pression parasitaire et le risque de dépopulation associé à l'encagement sont les plus élevés. Les niveaux de dépopulation observés sont de l'ordre de 70% (+/- 30%). Les colonies « témoin » du rucher du Puy-de-Dôme, faiblement infesté, présentent une dépopulation plus faible de l'ordre de 30% (+/- 15%).

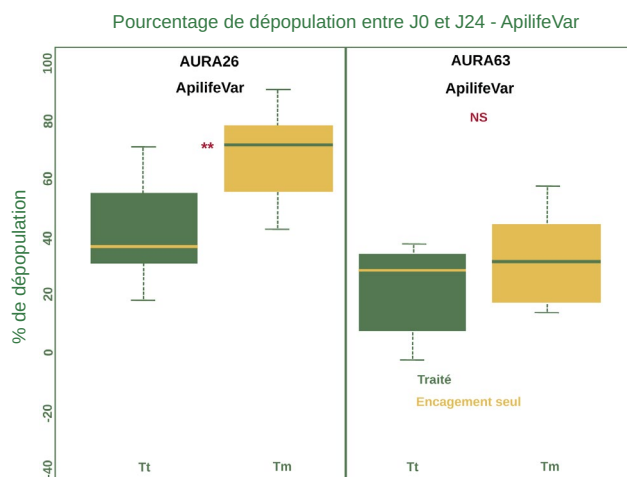


Figure 9.2 : dépopulations estimées des colonies traitées avec du thymol (ApiLife var®) en vert ou en condition témoin en jaune pendant la durée de l'encagement (de J0 à J24). NS : différence non significative entre Traité et Témoin ; ** : différence très significative (test non paramétrique de Wilcoxon).

Effet des médicaments à base de thymol en condition d'encagement sur les dépopulations dans les ruchers fortement infestés

L'application d'un traitement à base de thymol pendant l'encagement permet de contenir l'augmentation de la pression parasitaire pour les colonies « traitées » du rucher en Drôme et de limiter les dépopulations de colonies autour de 35% (+/- 25%) malgré les fortes pressions parasitaires pesant sur les colonies. Sur le rucher du Puy-de-Dôme où les niveaux de pression parasitaires faisaient peser un risque faible de dépopulation, les pertes d'abeilles sont moins marquées : de l'ordre de 30% (+/- 15%) pour les colonies du lot « traité ». Sur ce rucher faiblement infesté, quelques colonies du lot « traité » présentent une augmentation du nombre d'abeilles mais les dépopulations ne sont pas significativement différentes entre les lots « traité » et « témoin ».

Sur le rucher fortement infesté, l'action du thymol a permis de juguler l'augmentation de la pression parasitaire des colonies due à l'encagement et de réduire les dépopulations par rapport à un encagement seul ; sur le rucher présentant une pression parasitaire faible l'application d'Apilife Var® pendant l'encagement n'induit pas de différence de dépopulations entre colonies « traitées » et « témoin ».

Effet du traitement employé sur l'évolution du poids des colonies

Globalement le poids des colonies a tendance à diminuer sur les deux ruchers entre J0 et J24 (Figure 9.3). Les variations de poids des colonies « témoin » au cours de l'encagement sont similaires entre J0 et J24 sur les deux ruchers.

L'application d'un traitement au thymol (ApiLife var®) durant l'encagement provoque une réduction significative du poids des ruches traitées entre J0 et J24 (test non paramétrique de Wilcoxon). Les colonies traitées du rucher de Drôme perdent 3,5 kg en moyenne (passant de 35,2 kg à J0 à 31,7 kg à J24) quand celles du Puy-de-Dôme ont perdu 3,4 kg en moyenne (passant de 35,4 kg à J0 à 32,0 kg à J24).

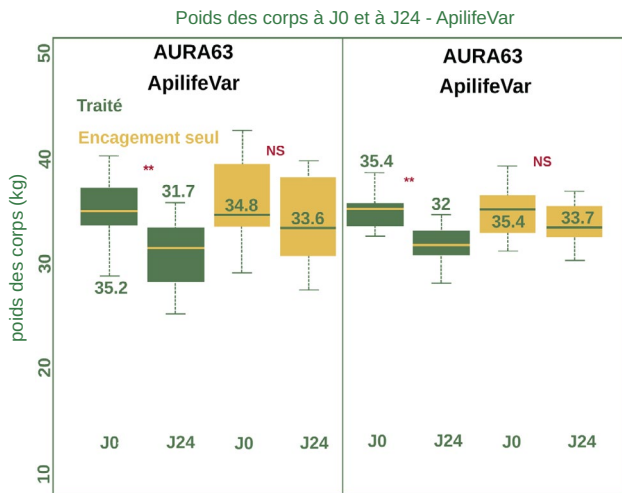


Figure 9.3 : évolution du poids des colonies entre J0 et J24 pour les lots traités avec du thymol (ApiLife var®) en vert ou en condition témoin en jaune selon les ruchers. NS=différence non-significative ; ** = différence très significative (non paramétrique de Wilcoxon).

L'emploi de thymol au cours de l'encagement a provoqué une perte de poids significative des colonies. La perte de poids des colonies lors d'un traitement au thymol est un phénomène déjà observé dans le cadre d'un emploi sans encagement ; cette surconsommation des est attribuée à l'agitation des abeilles qui ventilent la ruche et vidant les réserves à proximité des supports de diffusion. Elle est également mise en évidence par la méthode d'évaluation des médicaments DynaMite lors de l'emploi de thymol durant l'encagement.

Cinétique des chutes de varroas selon le traitement appliqué pendant l'encagement

Pour chaque colonie les chutes de varroas sont cumulées depuis J0 jusqu'à J7, J16 et J24 pour calculer l'efficacité atteinte à chaque période. Le calcul des efficacités intermédiaires à J7 et J16 permet de visualiser la dynamique d'efficacité de l'action du médicament appliqué pendant l'encagement jusqu'à la disparition complète du couvain (Figure 9.4). Le calcul appliqué aux colonies témoins permet de quantifier la proportion de chutes de varroas intervenues avant le traitement hors couvain à l'Api-Bioxal® et attribuées à l'encagement seul.

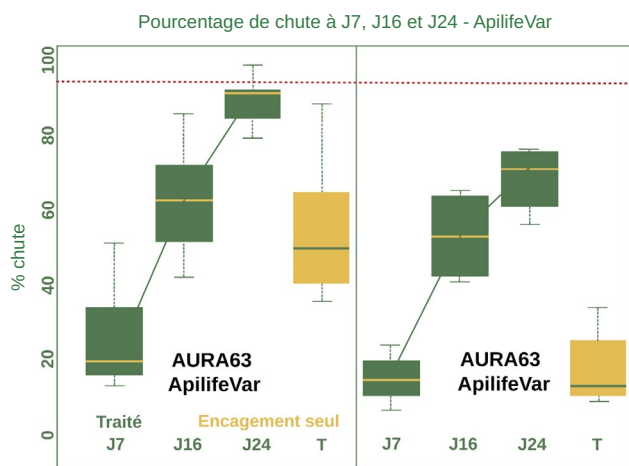


Figure 9.4 : évolution de la proportion de la population de varroas dénombrés sur lange au cours de l'encagement (à J7/J16/J24) avec un traitement thymol (ApiLife var®) en vert et proportion de chutes à J24 dues à l'encagement seul en jaune sur chaque rucher. La ligne en pointillés représente le niveau de 95% d'efficacité.

Chutes de varroas provoquées par l'encagement seul (modalité « témoin »)

La proportion des chutes associées au simple effet de l'encagement est variable entre les deux ruchers : moins de 15% sur le rucher du Puy-de-Dôme et jusqu'à 50% pour le rucher de Drôme (Figure 9.2, en orange). La proportion de chutes pendant l'encagement est d'autant plus importante que le rucher est infesté et présente un niveau élevé de VP à J0 (Figure 9.1).

Chutes de varroas provoquées par le traitement appliqué durant l'encagement

L'application de médicaments à base de thymol couplée à l'encagement permet d'éliminer environ 70% à 95% des varroas au bout de 24 jours de traitement les ruchers du Puy-de-Dôme et de la Drôme respectivement. De plus, la distribution des efficacités des colonies « traitées » est plus réduite que celle des colonies « témoins » pour le rucher infesté de la Drôme alors que le rucher, moins infesté, du Puy-de-Dôme présente une variabilité plus importante des efficacités entre ruches à J24 (Figure 9.4). En prenant en compte l'écart d'efficacité entre les lots « traité » et « témoin », le gain attribué à l'emploi de thymol par rapport à l'encagement seul +45% sur le rucher de la Drôme et de +55% sur le rucher de Puy-de-Dôme. Le niveau d'efficacité attendu pour le médicament Apilife Var® à base de thymol est de 90% après 4 semaines d'application lorsque les préconisations d'emploi sont respectées et en l'absence de varroas résistants. En effet, l'efficacité des médicaments à base de thymol dépend des conditions de température au moment de l'application, aboutissant généralement à des efficacités moindres et plus variables que celles obtenues avec un acaricide de synthèse. Le traitement Apilife Var® testé en conditions d'encagement atteint 90% d'efficacité après 24 jours d'encagement et sur le rucher le plus infesté.

Effet du couvain sur la cinétique d'efficacité du traitement testé

L'encagement seul favorise les chutes de varroas en prolongeant leur phase de phorésie. De plus il optimise l'exposition des varroas à l'acaricide lorsqu'il est couplé à l'emploi d'un médicament. La cinétique d'efficacité permet de visualiser l'évolution de l'intensité du déparasitage au cours des 24 jours d'encagement. Au cours de la première semaine les varroas en phorésie sont exposés mais ont encore la possibilité d'accéder à du couvain ouvert. Après la première semaine d'encagement tout le couvain est operculé et va émerger jusqu'à J24, exposant les varroas à l'action du médicament au fur et à mesure de l'émergence des abeilles.

Au bout de la première semaine d'encagement le rucher de Drôme est déjà plus déparasité que celui de Puy-de-Dôme et cette différence se maintient après la seconde semaine. Entre la seconde et la troisième semaine de traitement l'efficacité est ralentie sur le rucher du Puy-de-Dôme pour atteindre 70% alors qu'elle continue à augmenter fortement sur le rucher de Drôme pour atteindre 90% de déparasitage. La cinétique d'efficacité est plus rapide pour le rucher de Drôme, le plus infesté (Figure 9.4).

Niveau d'infestation totale des ruchers et nombre de varroas résiduels à l'issue des traitements

Les valeurs d'infestation totale (VT et VTt) révèlent l'écart important d'infestation entre les deux ruchers à J0, déjà visualisé par la différence de pression parasitaire (Figure 9.1). Les niveaux d'infestation sont similaires entre les lots « traité » et « encagé » sur le rucher de la Drôme avec des valeurs médianes de 2932 et 3351 varroas totaux respectivement. Les niveaux d'infestation sont très variables, certaines colonies pouvant atteindre jusqu'à 5000 à 7000 varroas. Le rucher du Puy-de-Dôme est quant à lui très faiblement infesté avec des valeurs médianes de 175 et 322 varroas totaux pour respectivement les lots « traité » et « témoin ».

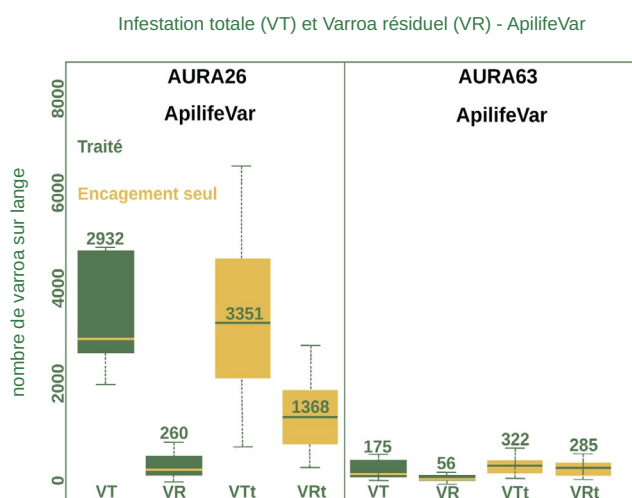


Figure 9.5 : comparaison des chutes totales de varroas sur lange durant l'encagement et les traitements de contrôle (VT) et des chutes de varroas dénombrés lors des traitements de contrôle (VR) pour chaque lot ayant reçu un traitement avec du thymol (Apilife Var®) (en vert) ou un encagement seul (en jaune), sur chaque rucher.

À l'issue de l'encagement les quantités de varroas résiduels des colonies traitées au thymol sont de 260 VR sur le rucher de la Drôme, avec une variabilité importante. Sur ce rucher plusieurs colonies dépassent le niveau de varroas résiduels attendu après un traitement de fin d'été. Dans ce cas la mise en place d'un traitement ApiLife Var® au cours de l'encagement sur des colonies infestées doit être complété par un traitement complémentaire, en hiver. Le nombre de varroas résiduels du lot « traité » du rucher de Puy-de-Dôme est de l'ordre de 60 VR ce qui semble suffisant. Cependant, ce résultat est dû aux niveaux d'infestation très faibles des colonies de ce rucher (VT et VTt, Figure 9.5). Pour autant, le nombre de varroas résiduels des lots « témoin » (VRt) est systématiquement supérieure à celui des lots « traités » (VR) dans chacun des ruchers (Figure 9.5).

Le nombre de varroas résiduels dépend de la quantité de varroas présents dans la colonie (VT) et de l'intensité du déparasitage (% efficacité). Comme pour un suivi d'efficacité classique, la lecture des résultats de varroas résiduels obtenus avec le protocole DynaMite considère les niveaux d'efficacité calculés sur les ruchers (Figure 9.4) en tenant compte des niveaux d'infestation des colonies :

- ♦ Le rucher de Drôme (AURA26) présente un nombre de varroas résiduels plus important (260 VR) et très variable entre colonies « traitées », pour des efficacités de l'ordre de 93% variables (entre 80 et 100%), appliquées sur des niveaux d'infestation « moyen » (3000-3300 VT) très variables ;
- ♦ Le rucher du Puy-de-Dôme (AURA63) présente le nombre de varroas résiduels le plus faible (56 VR) malgré des efficacités basses (70%) et variables (entre 55 et 75%), du fait de niveaux d'infestation très faibles (170-320 VT).

Enfin, bien que les parasites n'aient plus de couvain dans lequel se réfugier, l'exposition à l'acaricide reste toujours dépendante de la formulation du médicament (dont la dose, le mode d'action et les conditions adéquates de dispersion de l'acaricide dans la ruche) ainsi que de la sensibilité des varroas présents dans la colonie.

Ce qu'il faut retenir des tests de médicaments à base de thymol :

- ♦ Sur le rucher où la pression parasitaire fait peser un risque de dépopulations proche de 50% en cas d'encagement, le déparasitage par l'application d'un médicament à base de thymol a permis de réduire significativement les dépopulations ; ce n'est pas le cas lorsque la pression parasitaire est faible et le risque inexistant ;
- ♦ L'intensité des chutes de varroas pendant l'encagement est d'autant plus importante que le rucher est infesté et présente un niveau élevé de pression parasitaire ;
- ♦ L'efficacité obtenue en conditions d'encagement est supérieure pour les colonies « traitées » par rapport aux colonies « témoins » ;
- ♦ L'application d'un médicament à base de thymol couplée à l'encagement permet d'éliminer 70 à 90% des varroas au bout de 24 jours de traitement, avec une efficacité d'autant plus élevée et une variabilité d'autant plus faible que l'infestation des colonies est importante (résultat à confirmer sur un plus grand nombre de ruchers) ;
- ♦ À l'issue du traitement thymol durant l'encagement les niveaux de varroas résiduels sont encore trop importants et variables en cas d'infestation moyenne, nécessitant un traitement complémentaire en hiver par exemple.

Fiche N°10

Intérêt des méthodes biotechniques avec les stratégies de lutte classique

Depuis la mise en évidence de défauts d'efficacité, en lien avec des populations de varroas résistants au Tau-fluvalinate et à l'amitraz, la maîtrise de l'infestation des colonies d'abeilles devient aléatoire (voir encadré). Appliquer un médicament sans connaître le degré de sensibilité des varroas aux différents acaricides est risqué. En effet, la réussite du déparasitage des colonies est impérative en été pour i) permettre aux colonies d'élever des abeilles « saines » pour l'hivernage et ii) de disposer de colonies populeuses capables de redémarrer au printemps et faire face aux aléas de début de saison. Le recours à l'acide oxalique, qui reste encore efficace, devient incontournable. Or l'efficacité des médicaments AMM à base d'acide oxalique dépend de l'absence de couvain au moment de leur application.

La présence de couvain résiduel au moment du traitement à l'acide oxalique hypothèque la réussite du déparasitage : même de petites quantités de couvain en hiver peuvent contenir plusieurs centaines de varroas (Willener et al., 2016). L'encagement de la reine permet de provoquer un arrêt de ponte et créer une absence artificielle de couvain, mais il soumet les colonies les plus parasitées à un risque de dépopulation importante à l'issue des 24 jours d'encagement.

Les méthodes populationnelles étudiées dans Résapi, le réseau des ADA et de l'itsap, peuvent être mises en œuvre pour traiter avec de l'acide oxalique en fin d'été. L'acide oxalique étant encore efficace, les apiculteurs n'envisagent actuellement pas l'emploi d'autre acaricide pour traiter leurs colonies à la suite d'un encagement.

Associer lutte classique et lutte biotechnique pour limiter la dépopulation

Les médicaments testés montrent des efficacités intéressantes, autour de 90 % pour les traitements à base d'amitraz, d'acide formique (dose normale) et de pyréthrinoides ; moins de 80% pour les traitements au thymol (Figure 10.1). Ces niveaux d'efficacité sont atteints après une durée d'application de 24 jours, beaucoup plus courte que la durée d'application préconisée pour les médicaments « longue durée ». La rapidité de déparasitage obtenue pour certains médicaments en condition d'encagement permet de limiter les risques de dépopulation des colonies soumises à une forte pression parasitaire : à partir de 1,5 VP et dès 5 VP (Tableau 5.1). Cependant, la présence de varroas résistants comme les contraintes d'utilisation spécifiques aux médicaments disponibles (mode d'action, formulation et conditions d'application) restent d'actualité et propres à chaque médicament.

Evaluation des médicaments anti-varroas selon la méthode DynaMite

L'arsenal thérapeutique doit être réévalué en l'absence d'outils d'aide à la décision accessibles permettant de connaître le niveau de sensibilité/résistance des varroas aux acaricides.

Les résultats d'efficacité en condition d'encagement présentent des disparités selon le niveau d'infestation initiale. Cette méthode a cependant permis de limiter la dépopulation des colonies en fin d'été sur plusieurs ruchers de notre étude, en particulier ceux qui présentent une infestation moyenne (soit entre 1500 et 3000 varroas), à forte (soit supérieure à 3000 varroas) (Delaplane et Hood, 1999 in Rosenkranz et al., 2010). La pression parasitaire seuil de 1,5 VP en fin de saison, à partir de laquelle l'encagement induit un risque de dépopulation, correspond à un niveau d'infestation classique dans un rucher de production en fin d'été. La charge en varroas résiduels après 24 jours d'encagement reste élevée et toujours dépendante du niveau d'infestation initial au moment du traitement. Ainsi, quel que soit le médicament testé, le nombre de varroas résiduels après traitement reste trop élevé. Dans la plupart des cas les colonies nécessitent encore un traitement complémentaire en hiver pour réduire l'infestation résiduelle à 0 VP en début de saison de production suivante.

À l'avenir, la stratégie d'associer une méthode biotechnique à un médicament dit « classique » peut être une piste à exploiter pour réaliser un encagement tardif en saison ou sur des ruchers dont l'infestation a dépassé le seuil critique et qui nécessitent un déparasitage rapide. Outre le fait que cette stratégie permet de limiter les dépopulations en fin d'été, elle peut s'inscrire dans une stratégie Varroa qui inclut une rotation des principes actifs. Une piste à conserver pour éviter d'aller à terme vers des résistances multiples.

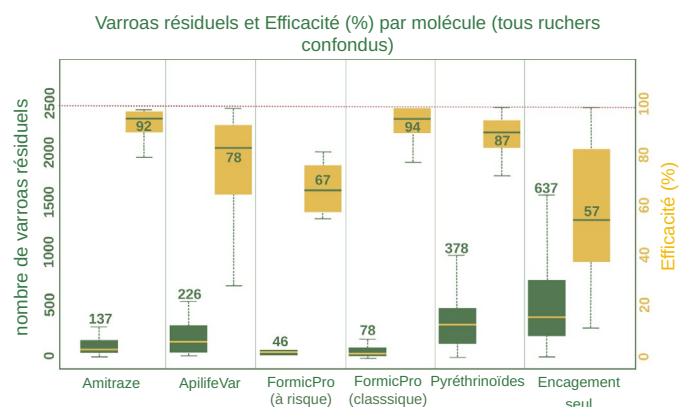


Figure 10.1 : distribution et valeur médiane des pourcentages d'efficacité calculés (jaune) et du nombre de varroas résiduels (en vert) selon le type d'acaricide testé, pour l'ensemble des ruches de l'essai DynaMite. Les données « Amitraz » regroupent les résultats obtenus avec l'Apivar® et l'Apitraz® et les données « Pyréthrinoides » ceux de l'Apistan® et du Bayvarol®. L'encagement seul correspond aux résultats obtenus après application de deux dégouttements d'Api-Bioxal® (acide oxalique) à J24, soit la part des chutes de varroas attribuée à la réduction progressive du couvain par l'encagement.

Type de médicament	Maîtrise de la pression parasitaire à J24	Maîtrise du risque de dépopulation	Intensité et rapidité de déparasitage	Effets indésirables sur les colonies
Amitraze	Très effective : réduction de plus de 80% de l'indicateur VP sur des colonies moyennement à très infestés	Effective en cas de pression parasitaire forte et en l'absence de Varroa résistant	90 à 95% en trois semaines > 70% dès 2 semaines D'autant plus importante et moins variable que la pression parasitaire est élevée	Non identifié
Pyréthrinoïdes	Moyenne : réduction de 30 à 40% de l'indicateur VP sur des colonies très infestés	Effective en cas de pression parasitaire forte et en l'absence de Varroa résistant	90 à 95% en trois semaines > 80% dès 2 semaines D'autant plus importante et moins variable que la pression parasitaire est élevée	Non identifié
Acide formique	Très effective : réduction de plus de 80% de l'indicateur VP sur des colonies moyennement à très infestés Demi-dose : inefficace	Pas mis en évidence sur le rucher fortement infesté	95% en trois semaines 90% dès 2 semaines (Résultats pour une traitement avec la dose normale)	Risque de pertes importantes de reines encagées en cas de fortes températures
Thymol	Insuffisante : réduction de 20 % de l'indicateur VP sur des colonies moyennement infestés	Effective en cas de pression parasitaire forte	70 à 90% en trois semaines > 50% dès 2 semaines D'autant plus importante et moins variable que la pression parasitaire est élevée	Perte de poids de la ruche de l'ordre de 3,5 kg

Tableau 10.1 : synthèse des résultats d'évaluation de l'arsenal thérapeutique apicole avec la méthode DynaMite.

Références bibliographiques

- ◆ **ADAPI** (2017). Chronique de l'ADAPI sur Varroa – Article 1 : Apivar et Varroa. Synthèse d'expérimentations. 7 p. Disponible à : <https://adapi.adafrance.org/downloads/chroniqueadapi2017article1apivaretvarroa.pdf>
- ◆ **ADAPI & ADA Occitanie** (2022). Évaluation de l'efficacité du traitement Apivar® en lien avec la sensibilité des populations de varroas à l'amitraz. Rapport d'étude, 15 p.f
- ◆ **Almécija, G.** (2021). Résistances de Varroa destructor aux acaricides : conséquences sur l'efficacité des traitements : application au tau-fluvalinate et à l'amitraz [Thèse de doctorat, Université de Tours]. theses.fr.: <https://theses.fr/2021TOUR4005>
- ◆ **Almecija, G., Poirot, B., Cochard, P. & Suppo, C.** (2020). Inventory of Varroa destructor susceptibility to amitraz and tau-fluvalinate in France. Experimental and Applied Acarology, 82(1), 1–16.: <https://doi.org/10.1007/s10493-020-00535-w>
- ◆ **Al Toufailia, H., Scandian, L. & Ratnieks, F.** (2015). Towards integrated control of varroa: 2) Comparing application methods and doses of oxalic acid on the mortality of phoretic Varroa destructor mites and their honey bee hosts. Journal of Apicultural Research, 54(2), 108–120. <https://doi.org/10.1080/00218839.2015.1106777>
- ◆ **Cabrero & Querrioux.** (2023). Résultat essai clinique – Test d'efficacité Formic Pro 2023 avec modification de l'application des rubans. <https://pro.anderstatt.fr/content/98-resultats-essai-clinique-formic-pro-2023>
- ◆ **Fries, I.** (1991). Treatment of sealed honey-bee brood with formic acid for control of Varroa jacobsoni. American Bee Journal, 131(5), 313–314.
- ◆ **Giraud, F. & Throude, M.** (2025). Médicaments de lutte contre le varroa : résultats des tests d'efficacité 2024. La Santé de l'Abeille, 39 (mai-juin), 69–100.
- ◆ **Häußermann, C. K., Ziegelmann, B. & Rosenkranz, P.** (2016). Spermatozoa capacitation in female Varroa destructor. Experimental and Applied Acarology, 69(4), 371–387: <https://doi.org/10.1007/s10493-016-0051-4>
- ◆ **Interapi** (2022). Comprendre les résistances de Varroa aux acaricides. <https://interapi.fr/comprendre-les-resistances-de-varroa-aux-acaricides/>
- ◆ **Itsap** (2015). Détermination de la pression Varroa d'une colonie : méthode du lavage d'abeilles pour estimer la pression en varroas phorétiques. Fiche technique, 4 p.
- ◆ **Lee, K. Moon, R. D. Burkness, E. C. Hutchinson, W. D. and Spivak, M.** (2010). Practical sampling plans for Varroa destructor (Acari: Varroidae) in Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) colonies and apiaries. Journal of Economic Entomology, 103(4), 1039–1050. <https://doi.org/10.1603/EC10037>
- ◆ **Lehziel, A.** (2011). Validation d'une méthode non destructive d'estimation de l'infestation d'une ruche en varroas. Mémoire de stage, Nancy-Université INPL / Itsap-Institut de l'abeille, 32 p.
- ◆ **Milani, N.** (1999). The resistance of Varroa jacobsoni Oud. to acaricides. Apidologie, 30(2-3), 229–234. <https://doi.org/10.1051/apido:19990211>
- ◆ **Trouiller, J.** (1998). Monitoring Varroa jacobsoni resistance to pyrethroids in western Europe. Apidologie, 29(6), 537–546. <https://doi.org/10.1051/apido:19980606>
- ◆ **Vallon, J.** (2017). Retour d'expérience et préconisations d'usage du médicament anti-varroa MAQS®. Fiche technique Itsap, 7 p. https://di2nnlahtcu9d.cloudfront.net/7_2017_Fiche_technique_MAQS_actualisee_1_1d0bd66a93.pdf
- ◆ **Vandame, J.** (2024). Médicaments de lutte contre le varroa : résultats des tests d'efficacité 2023. La Santé de l'Abeille, 321 (mai-juin), 71–91. p.
- ◆ **Willener, A., Dietemann, V., Grosjean, J. & Charrière, J. D.** (2016). Présence de varroa dans le couvain d'hiver et impact sur les traitements. Revue Suisse d'Apiculture, 10, 25–28.

Crédits et remerciements

Auteurs :

- ♦ Anthony Bouétard / ADA Occitanie
- ♦ Loris Benistand / ADA AURA
- ♦ Guillaume Kairo / ADAPI
- ♦ André Kretzschmar / Arxitek
- ♦ Julien Vallon / Itsap

Réalisation des expérimentations :

- ♦ ADANA : Elodie Darnet
- ♦ ADA Occitanie : Anthony Bouétard
- ♦ ADAPI : Audric Argillier, Guillaume Kairo, Mathilde Maljevac, Coline Kouchner, Emilie Tourlet, Robin Buisson et Pascal Jourdan
- ♦ ADA AURA : Corentin Fredon et Loris Benistand-Hector
- ♦ ADAGE : Alexis Ballis et Paul Bergman

Relecture :

- ♦ Alexis Ballis / ADAGE
- ♦ Corentin Fredon / ADA AURA
- ♦ Valeria Charlier / ADANA
- ♦ Marta Bornati / ADA Occitanie
- ♦ Claire Audic / InterApi

