



# RÉSULTATS D'ESSAIS - EXPÉRIMENTATIONS HIVER 2024

03/09/2024

**VARROMED®**  
5 mg/ml + 44 mg/ml



## **EVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES TRAITEMENTS VARROMED® ET FORMIC PRO APPLIQUÉS POUR PRÉPARER LA MIELLÉE DE LETCHI JUIN - AOUT 2024**

Rédaction : Abalhassani SAID / GDS REUNION / GDS REUNION  
Relecture : Margot CAMOIN / GDS REUNION



## Table des matières

I. Contexte .....	2
II. Zone d'études .....	3
III. Méthodes de comptage .....	3
IV. Résultats .....	5
A. Suivis de la température et de l'hygrométrie.....	5
B. Mesures de comptage de varroas phorétiques en début et fin de l'essai .....	6
C. Dynamiques des chutes.....	7
1. Formic pro® .....	7
2. Varromed® .....	9
D. Efficacités des traitements.....	10
1. Formic Pro® .....	10
2. Varromed® .....	11
E. Varroas résiduels et évolution des VP100.....	12
F. Effets indésirables .....	12
V. Discussions .....	13
A. Efficacité .....	13
1. Acide oxalique .....	13
2. Acide formique .....	14
B. Effets secondaires .....	14
1. L'acide oxalique .....	14
2. L'acide formique .....	15
VI. Conclusion .....	17
VII. Références bibliographiques .....	19





## I. CONTEXTE

Dans la lignée des expérimentations menées à l'été 2024, l'objectif de l'expérimentation présentée dans ce rapport était de **tester l'efficacité du Formic Pro® et du Varromed®** en préparation de la miellée de litchi mais aussi de vérifier l'absence de phénomène de désertion lié aux traitements. L'application des acides organiques (acide formique et acide oxalique) reste une des alternatives de gestion de lutte contre le varroa. Ils contribuent à réduire d'une manière significative la dynamique de développement des varroas dans la colonie, quand les résistances à l'Apivar® et à l'Apistan® sont avérées dans de nombreux pays. Les résultats de cette expérimentation devraient permettre au GDS de proposer de

Rucher	Nombres de colonies testées	Modalités de traitements	Traitements testés
Grand Galet	5	Pleine dose	Formic Pro®
	5	Demi-dose	
Manapany	5	Pleine dose	
	5	Demi-dose	
	5	4 passages - 45ml /colonie	Varromed®
Pleine de Grègues	5	Pleine dose	Formic Pro®
	5	Demi-dose	

nouveaux

calendriers et protocoles de traitement aux apiculteurs.

Tableau 1 : Répartition des ruchers en fonction des communes et des traitements testés





## II. ZONE D'ÉTUDES

Ces essais ont été réalisés pendant l'hiver austral (juin 2024 - Aout 2024), en préparation la miellée de letchi. **35 colonies** réparties dans 3 ruchers distincts ont fait l'objet des essais. Les ruchers étaient situés dans la commune de **Saint Joseph**.

## III. MÉTHODES DE COMPTAGE

- **Un comptage de la charge en varroas** phorétiques a été réalisé pour chaque colonie en début et fin d'essai (la semaine avant l'application du traitement contrôle). La méthode consiste à prélever 300 abeilles sur lesquelles les varroas sont dénombrés par la méthode du sucre glace. Dans chaque rucher, une fois les résultats de Vp/100 obtenus, les colonies ont été réparties dans les différents lots pour avoir des valeurs de VP/100 homogènes entre les modalités au départ de l'essai.
- **Un comptage des chutes naturelles** à J0 a été réalisé. Cependant ce comptage ne constitue pas un critère de répartition homogène des colonies du rucher par lot.
- **Un comptage sur lange** a été effectué une fois tous les 7 jours pendant l'intégralité de l'essai. Les varroas présents sur le lange ont été dénombrés par échantillonnage (grille VarEval : [Kretzschmar, 2015](#)). Seuls les varroas colorés ont été pris en compte (exclusion des stades immatures, non pigmentés).
- **Un traitement contrôle** est effectué par une application flash d'un dégouttement d'acide oxalique (Oxybee®) 45ml par ruche, soit 5ml par intercadre peuplé afin de faire tomber les varroas restants après traitement. L'application du **traitement contrôle** se fait deux **semaines** après la fin du traitement test.
- **Des mesures de température et d'hygrométrie extérieures** ont été effectuées toutes les heures durant la période de l'essai à l'aide des capteurs **ELITECH®**.

La chronologie du déroulé de l'expérimentation est détaillée dans le tableau 2.





Protocole Formic Pro®			
J-7	Comptage Vp/100 initial + pose des fonds		Formic Pro
J0	Comptage varroas sur lange : chutes naturelles	Pose de traitement : 1 <sup>ère</sup> Lanière pour toutes les colonies	
J7	Comptage varroas sur lange	Rajout de 2 <sup>ème</sup> lanière pour la pleine dose	
J14	Comptage varroas sur lange	Retrait du traitement	
J21	Comptage varroas sur lange	1 <sup>ère</sup> semaine de latence	Pas de traitement
J28	Comptage varroas sur lange +vp/100 final	2 <sup>ème</sup> semaine de latence : une seule application du traitement contrôle	Oxybee®
J35	Comptage varroas sur lange	Fin expé	
Protocole Varromed®			
J -7	Comptage Vp/100 initial + pose des fonds		Varromed®
J0	Comptage varroas sur lange : chutes naturelles	Application du traitement par dégouttement : 1 <sup>er</sup> passage	
J7	Comptage varroas sur lange	2 <sup>ème</sup> passage	
J14	Comptage varroas sur lange	3 <sup>ème</sup> passage	
J21	Comptage varroas sur lange	4 <sup>ème</sup> passage	
J28	Comptage varroas sur lange + vp/100 final	1 <sup>ère</sup> semaine de latence	Pas de traitement
J35	Comptage sur lange + Comptage Vp/100 final	2 <sup>ème</sup> semaine de latence : une seule application du traitement contrôle	Oxybee®
J42	Comptage varroas sur lange	Fin expé	

Tableau 2 : Résumé du protocole pour les deux traitements testés

L'application en deux fois à une semaine d'écart des deux bandes de Formic Pro® pleine dose est inspirée de l'AMM Canadienne et vise à limiter la fréquence des phénomènes de désertion.

*NB. A noter qu'il s'agit d'une modalité d'application hors AMM qui nécessite donc d'être accompagnée d'une ordonnance spécifique.*



## IV. RÉSULTATS

### A. Suivis de la température et de l'hygrométrie

Les figures 1A, 1B et 1C représentent le suivi journalier des températures et de l'hygrométrie mesurées respectivement dans les ruches de Grand Galet, de la Plaine de Grègues et de Manapany. La courbe en noire représente la température et la courbe verte l'hygrométrie. Le suivi des températures révèle des températures oscillantes entre 9.7 °C et 29.2°C avec une moyenne de 16.2°C (figure 1A), entre 10.4. °C et 28.1°C avec une moyenne de 16.3°C (figure 1B) et entre 16.9 °C et 29.3°C avec une moyenne de 21.4°C (figure 1C). La plage de température préconisée par le fabricant pour l'application du Formic Pro<sup>®</sup> est comprise entre 10°C et 29.5°C ; Les températures relevées sont ainsi conformes aux préconisations. Pour le Varromed<sup>®</sup>, la seule indication du fabricant est que la solution soit à une température comprise entre 25 et 35°C, ce qui n'a pas été vérifié, mais est probablement le cas étant donné que le produit était appliqué en journée. Pour le suivi de l'hygrométrie, les taux d'humidité relative relevés sont compris entre 54.8% et 98.01% pour le rucher de Grand Galet, entre 59.4% et 99.8% pour le rucher de la Plaine de Grègues et entre 51.0% et 100% pour le rucher

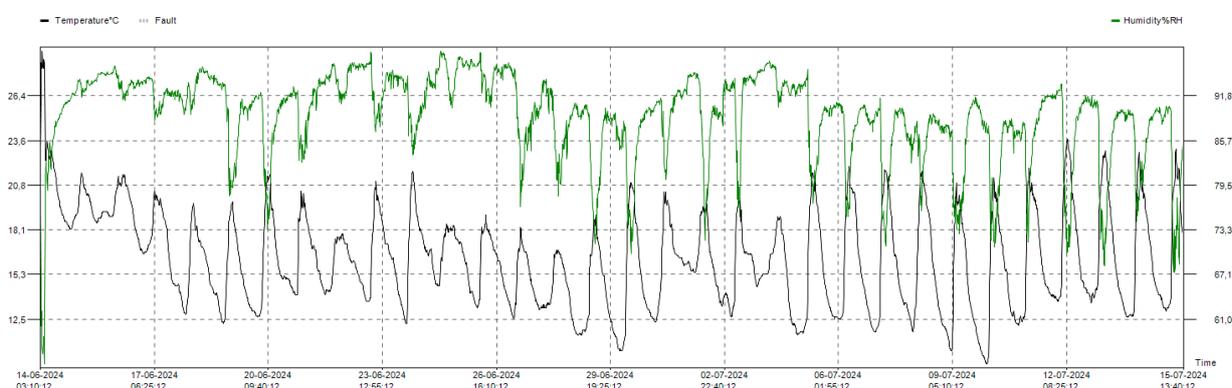


Figure 1A : Suivi des températures et des taux d'hygrométries du rucher Grand Galet

de Manapany.

A noter qu'il n'y a pas de recommandation spécifique des fabricants des différents traitements testés pour les conditions d'hygrométrie favorables à l'application du traitement. Mais il a été montré qu'elle doit être basse pour une meilleure vaporisation de la substance active et ainsi une meilleure efficacité (Xenia STEUBE et al.2021).

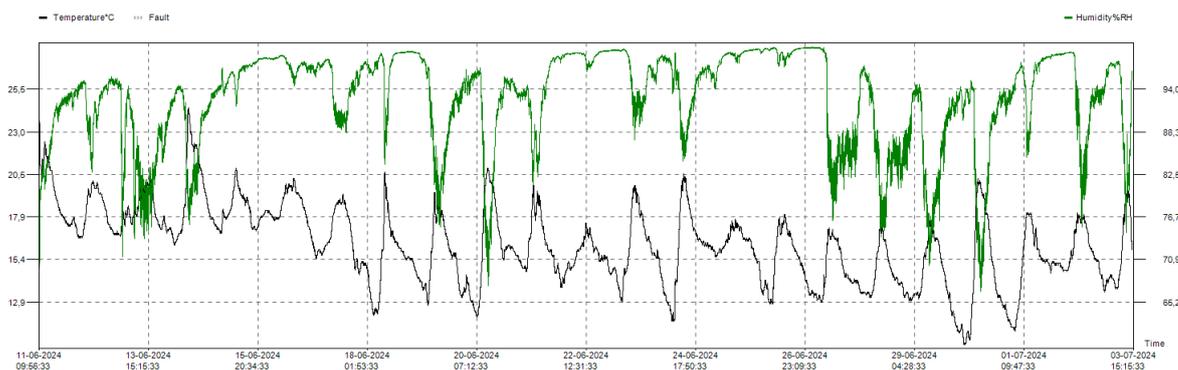


Figure 1B : Suivi des températures et des taux d'hygrométries du rucher Plaine des Grègues



Figure 1C : Suivi des températures et des taux d'hygrométries du rucher de Manapany

## B. Mesures de comptage de varroas phorétiques en début et fin de l'essai

Traitements	Ruchers	Modalités	Moyenne des chutes naturelles/colonie/se maine	Vp/100 initiaux	Vp/100 finaux	Nombre de colonies
Varromed®	Manapany	4 passages 45ml/colonies	113.4	6.93	4.1	5
Formic Pro®	Manapany	Pleine dose	80.4	7.8	0.47	5
		Demi-dose	134.8	7.13	2.67	5
	Grand Galet	Pleine dose	148.4	9.6	0	5
		Demi-dose	154.8	9.1	1.40	5
	Plaine des Grègues	Pleine dose	138.8	9.53	3.20	5
		Demi-dose	103	8.13	3.93	5



Tableau 3 : Valeurs des VP/100 avant et après traitement test et valeurs des chutes naturelles avant traitement test pour chaque modalité.

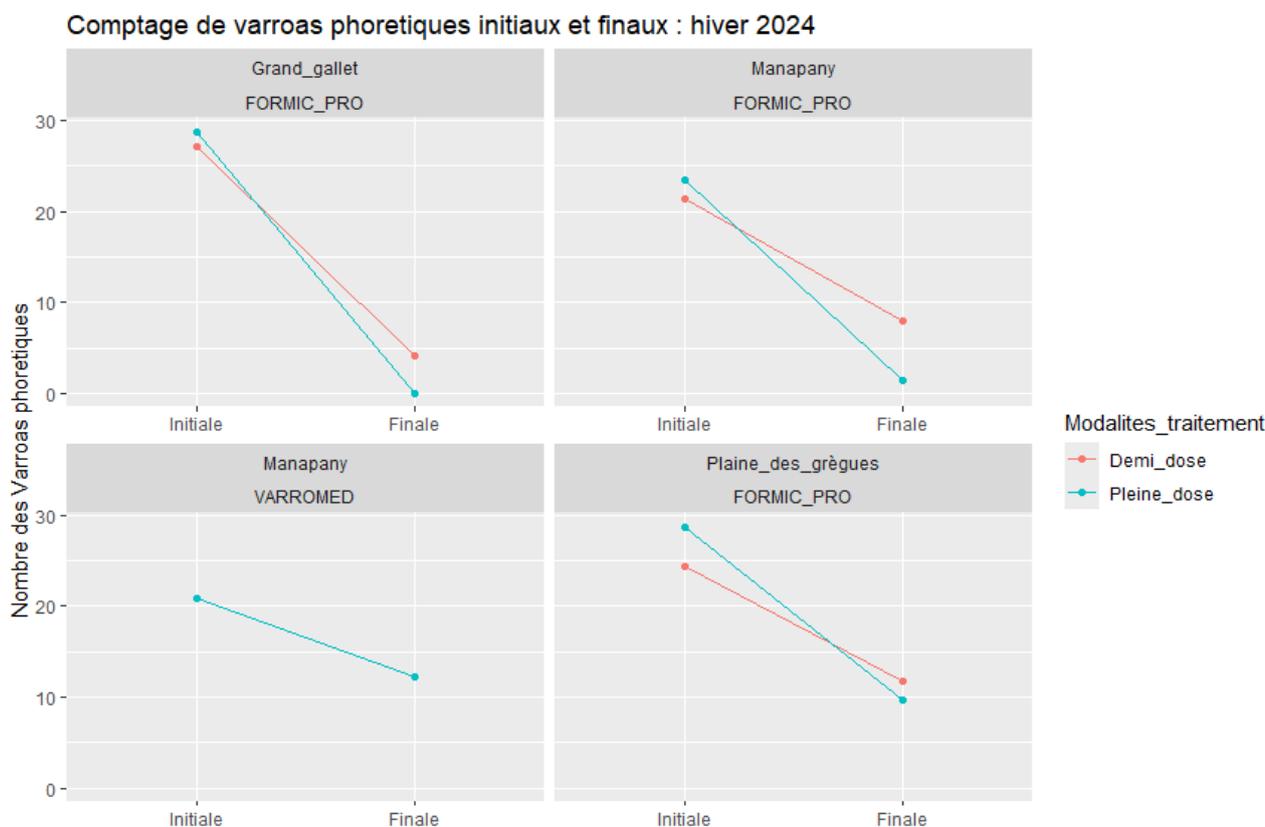


Figure 2 : Nombre de varroas phorétiques pour 100 abeilles mesurés au début et à la fin du traitement test par modalité et par rucher. Les points représentent les moyennes des Vp/100 mesurés

## C. Dynamiques des chutes

### 1. Formic pro®

La dynamique de chutes des varroas à la suite de l'application du **Formic Pro**® en fonction des ruchers est présentée dans la figure 3. Le nombre de varroas comptés sur lange sur les trois ruchers, et toutes modalités confondues, s'élève à :

- 3724 varroas par semaine lors de la première semaine de suivi des chutes naturelles, soit en moyenne 124.13 varroas par colonie et par semaine,
- 50796 varroas durant la période de traitement test et de latence, ce qui représente 423 varroas par colonie et par semaine
- contre seulement 1635 lors de la période de traitement contrôle, soit une moyenne de 54.5 varroas par colonie et par semaine.

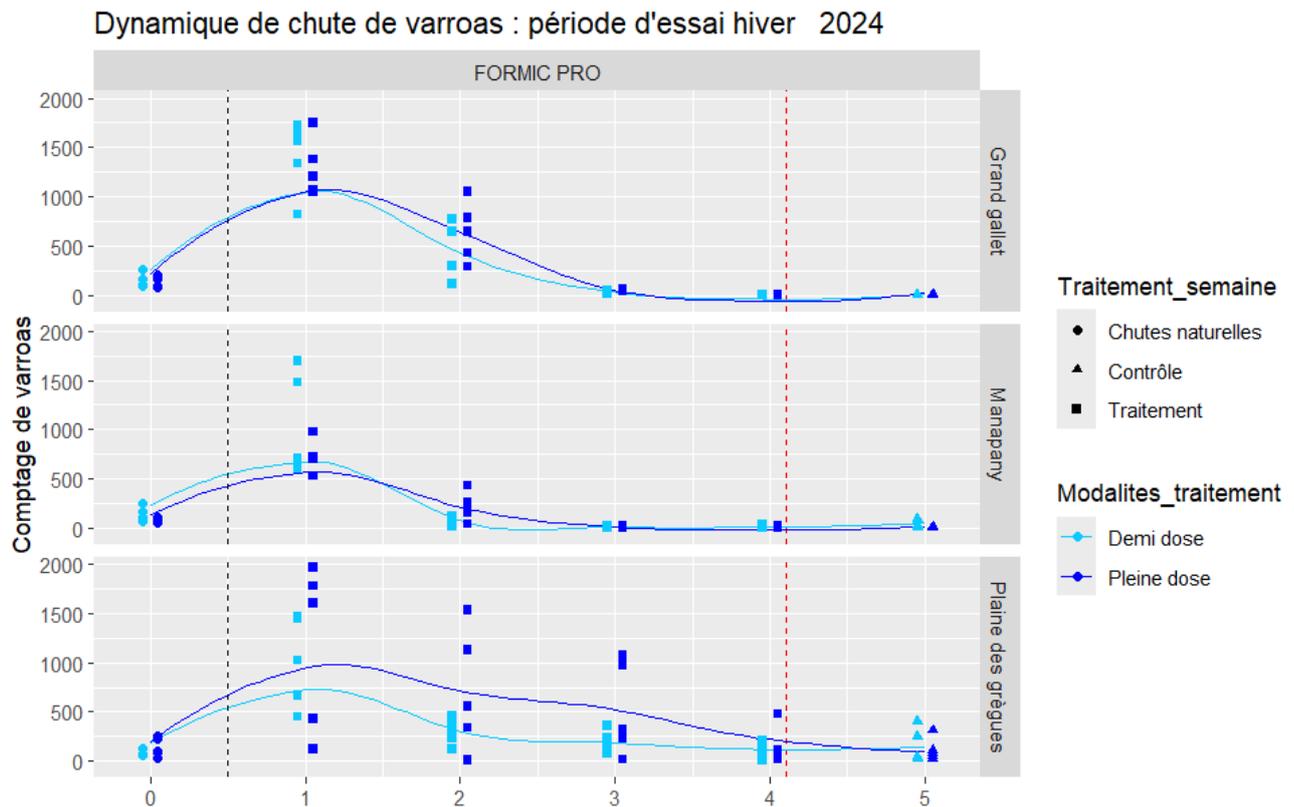


Figure 3 : Dynamique des chutes de varroas pour le traitement test **Formic Pro**<sup>®</sup>. La ligne continue représente la moyenne des chutes hebdomadaires de varroas observés sur 5 colonies par rucher et par modalité. Les points représentent les chutes individuelles par colonie. La ligne pointillée noire représente les chutes naturelles et la ligne pointillée rouge représente la période d'application du traitement contrôle.

Les courbes de cinétique des chutes présentent des dynamiques similaires. En effet, elles mettent en évidence des chutes des varroas très importantes dès le début du traitement : 1<sup>er</sup> semaine (J7) jusqu'à la 2<sup>ème</sup> semaine (J14). A noter que l'acide formique est la seule molécule à traverser l'opercule de cire et à agir sur les varroas dans le couvain (qui représentent 60 à 90% des varroas de la colonie). De ce fait, les varroas morts pendant le traitement restent emprisonnés dans le couvain et continueront à tomber jusqu'à 12 à 14 jours post-application du traitement au rythme des émergences d'abeilles adultes. C'est la raison pour laquelle dans nos essais, les chutes de varroas jusqu'à la semaine 4 sont comptabilisés comme dues au traitement test. A Manapany et à Grand Galet pendant le temps de latence, c'est-à-dire la période sans traitement, nous remarquons une diminution très prononcée des chutes pendant la semaine 3, puis une quasi-disparition des chutes pendant la semaine 4, et cela pour les deux modalités d'application du Formic Pro<sup>®</sup>. A la plaine de Grègues, la diminution pendant la semaine 3 est moins importante que dans les deux autres ruchers et se poursuit pendant la semaine 4. L'arrêt des chutes n'est intervenu qu'après l'application du traitement contrôle.



## 2. Varromed®

La dynamique de chutes des varroas à la suite de l'application du **Varromed®** en fonction du rucher et du traitement Varromed® est présentée dans la figure 4. Le nombre de varroas comptés sur lange sur le rucher, s'élève à :

- 567 varroas par semaine lors de la première semaine de suivi des chutes naturelles, soit en moyenne 113.4 varroas par colonie et par semaine,
- 3476 varroas durant la période de traitement test et de latence, ce qui représente 139.04 varroas par colonie et par semaine
- contre seulement 693 lors de la période de traitement contrôle, soit une moyenne de 138.6 varroas par colonie et par semaine.

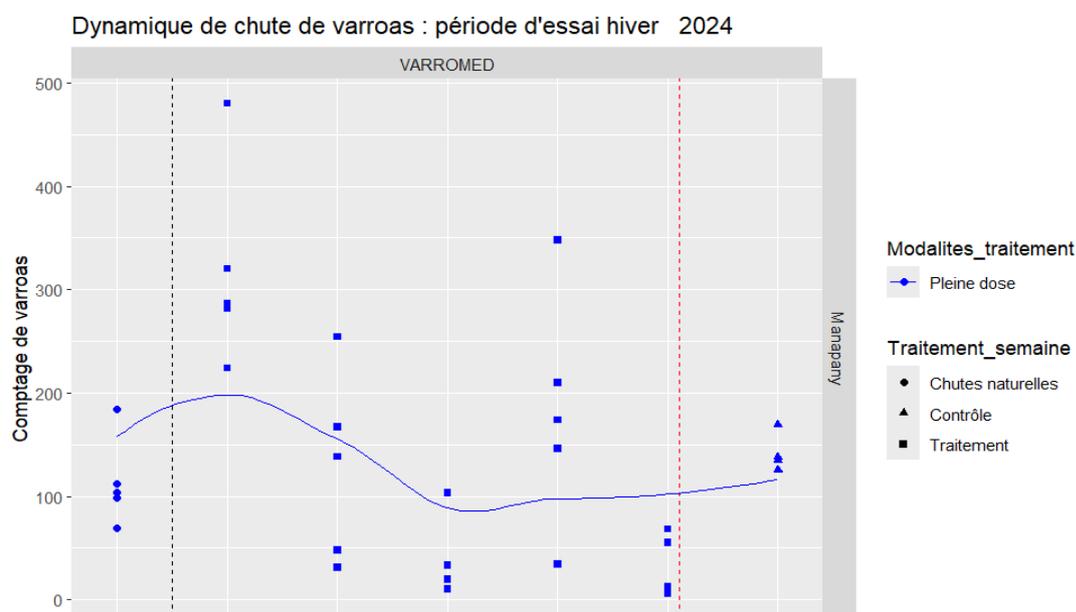


Figure 4 : Dynamique des chutes de varroas pour traitement test **Varromed®**. La ligne continue représente la moyenne des chutes hebdomadaires de varroas observés sur 5 colonies par rucher et par modalité. Les points représentent les chutes individuelles par colonie. La ligne pointillée noire représente les chutes naturelles et la ligne pointillée rouge représente la période d'application du traitement contrôle.

La cinétique de chute liée au traitement Varromed® est différente de celle du Formic pro®. Nous observons des chutes moins importantes et plus étalées dans le temps dans la semaine qui suit chaque application du traitement. Les chutes les plus importantes sont comptabilisées après la première application, et on remarque une nouvelle augmentation des chutes après application du traitement contrôle, ce qui témoigne d'un manque d'efficacité du traitement.



## D. Efficacités des traitements

### 1. Formic Pro®

Les pourcentages d'efficacité moyens des trois ruchers sont représentés sur la figure 5.

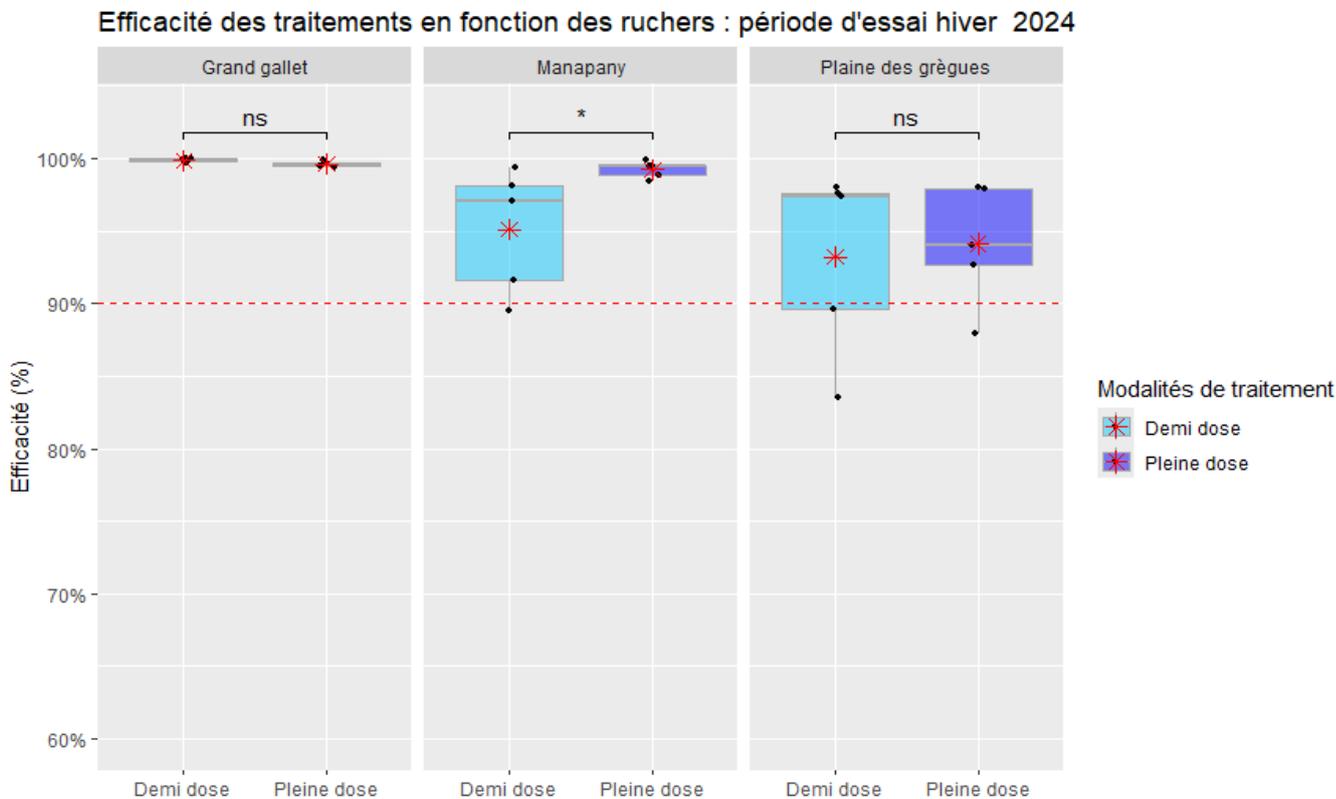


Figure 5 : boxplot représentant les pourcentages d'efficacité du traitement test Formic Pro® par rucher et par modalité. les étoiles rouges représentent les moyennes et les points noirs représentent les colonies testées par modalité. La ligne pointillés rouge représente le seuil d'acceptation d'efficacité.

#### a. Essai pleine dose

Pour la modalité pleine dose, ils sont respectivement de 99.6%, 94.1 et de 99.2% pour les ruchers **Grand Galet, Plaine des Grègues et Manapany**.

#### b. Essai demi-dose :

Pour la modalité demi-dose, ils sont respectivement de 99.8%, 93.2% et de 95.1% pour les ruchers **Grand Galet, Plaine des Grègues et Manapany**. L'efficacité est légèrement plus basse à la Plaine des Grègues, ce qui peut être relié à la recrudescence des chutes post traitement contrôle.

Nous remarquons qu'il n'y a pas de différence significative d'efficacité entre la pleine dose et la demi-dose pour les ruchers de Grand Galet et de la Plaine des Grègues. En revanche le rucher de Manapany présente une différence significative entre les deux modalités testées : la



pleine dose étant plus efficace que la demi-dose). La différence de niveau d'infestation, mesurée par les valeurs de chutes naturelles en début d'essai, entre la pleine dose et la demi-dose (80.4 varroas et 134.8 varroas respectivement), pourrait expliquer cette efficacité moindre de la demi-dose par rapport à la pleine dose. En revanche, les mesures de Vp/100 initiaux selon les modalités d'application du traitement, 7.80 varroas et 7.13 varroas respectivement pour la pleine dose et la demi-dose, ne reflètent pas cette différence d'infestation initiale des deux lots du rucher de Manapany.

## 2. Varromed®

Après quatre passages du traitement test, le taux d'efficacité est de 82% pour le rucher de Manapany, une efficacité moindre que le Formic Pro® testé au sein du même rucher.

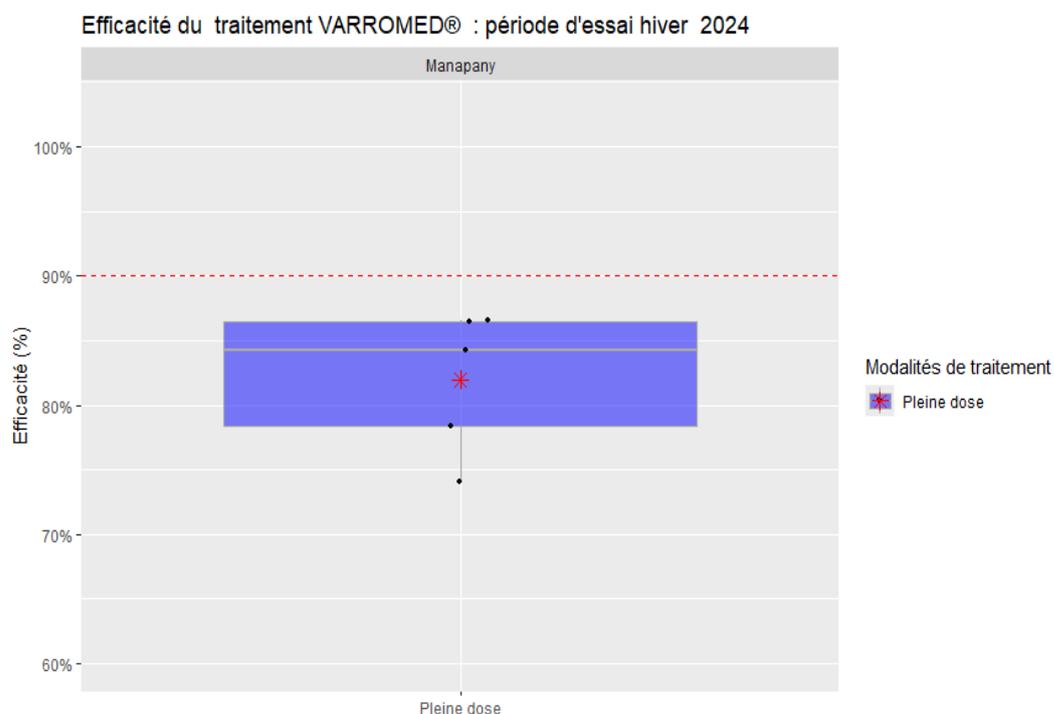


Figure 6 : boxplot représentant les pourcentages d'efficacité du traitement tests Varromed® pour le rucher de Manapany les étoiles rouges représentent les moyennes et les points noirs représentent les colonies. La ligne pointillés rouge représente le seuil d'acceptation d'efficacité.

Excepté pour le **varromed**®, l'ensemble des ruchers testés sur l'hiver 2024 pour le traitement test **Formic Pro**® et pour toutes modalités confondues, les pourcentages moyens d'efficacité sont au-dessus des 90% requis pour les traitements naturels (figures 5 et 6).



## E. Varroas résiduels et évolution des VP100

Nous remarquons que le niveau d'infestation (VP /100) a diminué après l'application du **Formic Pro**® pour les deux modalités et du **Varromed**® (figure 2 et table 3). Nous remarquons une diminution significative du taux de Vp/100 initiaux et finaux pour le **Formic Pro**® entre les trois ruchers et ceux pour les deux modalités testées. Cependant pas de différence significative du taux de VP/100 initial et final pour le **Varromed**® (figure 2). Ces résultats sont en accord avec les valeurs d'efficacité obtenues.

Les varroas résiduels correspondent aux varroas restant dans la colonie après l'application du traitement test ; il s'agit donc des varroas tombés pendant l'application du traitement de contrôle qui sont dénombrés lors du dernier comptage. La FNOSAD recommande d'être en dessous du seuil des 50 varroas résiduels après traitement.

### Pour le Formic pro® :

Pour la modalité pleine dose, nous avons enregistré des moyennes de 115.2, 7.2 et 7.4 varroas résiduels par colonie respectivement pour les ruchers de la Plaine des Grègues, du Grand Galet et de Manapany ; ce qui correspond à une moyenne globale de 43.3 varroas résiduels par colonie. Excepté le rucher de la Plaine des Grègues, ces résultats sont très largement au-dessous du seuil de varroas résiduels recommandé.

Pour la modalité demi-dose, la moyenne est de 65.7 varroas résiduels par colonie ; on est donc au-dessus du seuil recommandé.

Pour le **varromed**®, nous comptabilisons en moyenne 138,6 varroas résiduels par colonie post traitement de contrôle. Ce résultat est très largement au-dessus du seuil de varroas résiduels recommandé.

## F. Effets indésirables

Pour la modalité Formic Pro® pleine dose, nous avons enregistré des arrêts de pontes au cours de la 3<sup>ème</sup> semaine après application du traitement test pour le rucher de Manapany et une reine défaillante à une semaine post expérimentation pour le rucher de Grand Galet.





## V. DISCUSSIONS

### A. Efficacité

#### 1. Acide oxalique

L'efficacité est supérieure à 80%, ce qui est en adéquation avec l'étude réalisée par [Smodiš Škerl et al., 2021](#), dans quatre pays différents. Elle montre que les taux d'efficacité du Varromed® varient en fonction du nombre de passages et du niveau d'infestation de la colonie (valeur de VP/100 initiale). Les taux d'efficacité obtenus **en été après 3 passages** du Varromed® pour la Croatie et **5 passages** pour l'Italie, la Belgique et la Slovénie, sont de **71.2 %**, **89.4%**, **88.2%** et **88.3%** respectivement **pour la Croatie, la Belgique, l'Italie et la Slovénie**. Les taux d'efficacité obtenus en **hiver après 1 passage** sont de **71,8%** et de **95,6%** respectivement pour la Croatie et l'Italie. On semble donc avoir un taux d'efficacité équivalent ou plus important en hiver, du fait de l'absence de couvain, par rapport à l'été. Le taux d'efficacité du Varromed® est en effet dépendant de la **présence de couvain fermé**, mais aussi de la **température ambiante** et donc de la période à laquelle le traitement a été appliqué ([Underwood & Currie, 2003](#), [Smodiš Škerl et al., 2021](#)). Les protocoles de traitement contre *V. destructor* utilisant le Varromed® en présence de couvain fermé peuvent nécessiter une **période assez longue** (5 applications à 6 jours d'intervalle) pour atteindre une efficacité acaricide élevée, en particulier dans les cas présentant des niveaux d'infestation élevés ([Smodiš Škerl et al., 2021](#)).

Les tests d'efficacité annuel des médicaments de la FNOSAD ont inclus le Varromed® en 2018 avec une efficacité moyenne de 85 % après 3 ou 5 dégouttements ([Jérôme VANDAME, 2018](#)).

D'autres produits commerciaux à base d'acide oxalique, nécessitent une application hors couvain et donc **l'encagement de la reine**. C'est le cas de l'Apibioxal®, dont l'efficacité, après 2 applications, à une semaine d'intervalle a été évaluée à 90% par [Campolo et al., en 2017](#).

Précédemment, des préparations non commerciales à base d'acide oxalique avaient été testées par dégouttement sur colonies hors couvain par [Charrière et al., en 2002](#) : c'est la concentration de **45g par L** dans un sirop de sucre ratio 1 :1 qui avait donné la meilleure efficacité, supérieure à 90%, et c'est cette concentration qui est retrouvée dans le Varromed®.

A noter que le contact direct entre les abeilles et avec le varroa est nécessaire pour la diffusion et l'efficacité de l'acide oxalique, l'ajout de sucre à la solution d'acide oxalique a pour effet d'améliorer l'adhésion de l'acide aux abeilles ([Johnson et al., 2010](#)).





## 2. Acide formique

Les résultats d'hiver 2024 montrent que l'efficacité moyenne est supérieure à 96,8 %.

Nos efficacités sont donc supérieures à l'étude de [Menzies et al., de 2019](#) qui a conclu à 82.4% et 89.4% d'efficacité du Formic Pro® respectivement après l'application simultanée de 2 bandes pendant 14 jours et l'application d'une bande sur 10 jours, renouvelée une fois.

La FNOSAD, en partenariat avec le laboratoire fabricant, a également réalisé un test d'efficacité avec des modalités d'application différentes, inspirées de l'AMM Canadienne, en vue de limiter les effets secondaires du traitement. Le test réalisé en 2023 par la FNOSAD sur le Formic pro® pleine dose en 2 applications à 5 jours d'intervalle pour une durée d'application totale de 12 jours, montre une **efficacité de 97%** ([A Cabrero et al., 2023](#)).

Des études antérieures donnaient des résultats moins favorables : [Campolo et al., en 2017](#) ont appliqué une solution d'acide formique à 85% sur des éponges et obtenu des taux d'efficacité de 83.57 % en termes de chutes de varroas.

L'efficacité de l'ancêtre du Formic Pro®, le MAQS®, semble plus variable : elle a été estimée à 49.3% après une application pleine dose (2 bandes en une fois) d'une semaine sur des colonies possédant du couvain en été ([Pietropaoli & Formato, 2019](#)). Alors qu'elle avait été évaluée à 94% en 2012 par les mêmes auteurs.

## B. Effets secondaires

### 1. L'acide oxalique

Dans les tests d'efficacité mentionnés ci-dessus :

- [Smodiš Škerl et al., 2021](#) rapportent une diminution du nombre d'abeilles uniquement en Belgique, une observation qui serait liée aux conditions climatiques et environnementales plus qu'un effet du traitement ;
- [Campolo et al., 2017](#), ne mentionnent aucun effet secondaire sur les 35 colonies traitées avec de l'acide oxalique par dégouttement ;
- [L'étude de la FNOSAD en 2023](#) sur les 41 colonies du dispositif Oxybee, ne mentionne aucun effet secondaire, mais seulement un risque accru de réinfestation rapide et significative due à la courte durée du traitement.
- [Charrière et al., 2002](#), parlent d'un léger affaiblissement des colonies suite à l'application du traitement





L'origine de ces effets n'est pas complètement élucidée. L'acide oxalique peut traverser la cuticule et pourrait contribuer à un effet toxique sur les abeilles (Nozal et al., 2003). Il a été montré que 72 heures après le traitement, des lésions des organes de l'appareil digestif apparaissent d'après l'étude réalisée par Gregorc & Smodis Skerl, en 2007. Le traitement fait également augmenter la teneur des protéines et baisser la teneur en glucides dans l'hémolymphe et le corps entier 24 heures après l'application du traitement (Adjlane et al. 2013). C'est notamment la synthèse d'enzymes de détoxification qui provoque ces changements, ce qui conduit à un stress sur l'abeille, un raccourcissement de sa durée de vie et une modification des comportements : baisse de l'activité des ouvrières et des nourrices (Schneider et al., 2012). Il faut noter dans les cas où l'acide oxalique est appliqué en présence de couvain, que la sensibilité des larves à l'acide oxalique a été démontrée en laboratoire, avec une mortalité plus importante chez les jeunes stades (Terpin et al., 2019). Plus globalement, Wagnitz & Ellis, 2010 concluent sur le fait que les effets sur la viabilité du couvain soient temporaires et que les reines soient peu sensibles à l'acide organique : aucune perte de reines liée à l'application du traitement.

## 2. L'acide formique

Dans les tests d'efficacité mentionnés ci-dessus :

- Menzies et al., 2019 ne rapportent aucune perte de reine parmi les 24 colonies qui ont reçu du Formic Pro® selon les deux modalités citées ci-dessus ;
- Campolo et al., 2017, ne mentionnent aucun effet secondaire sur les 35 colonies traitées avec de l'acide formique par évaporation à partir d'éponges ;
- L'étude de la FNOSAD en 2023, mentionne des effets indésirables sur les reines moins prononcées pour le **Formic Pro® (3 %)** que lors de l'utilisation du **MAQS en 2014 (10 %)**. Les effets indésirables mentionnés sont soit, des problèmes de reines, entraînant soit des remérages, soit des colonies bourdonneuses ou mortes. En 2023, deux colonies mortes sur les 69 colonies du dispositif Formic pro® avant la réalisation du traitement de contrôle. En revanche, en 2014 il y'avait 9 colonies mortes sur 92 pour le dispositif MAQS®.
- Pietropaoli et al., 2019 décrit la perte d'une reine sur les 8 colonies testées avec le MAQS®, ainsi qu'une augmentation de la mortalité des abeilles adultes ; ces effets





secondaires sont reliés au non-respect de la plage de température d'application recommandée pendant la totalité de la durée d'application du traitement.

Cependant, les essais réalisés par le GDS Reunion entre 2022 et 2024 montrent des effets secondaires dues à l'application du traitement Formic pro® et concordent avec l'étude du FNOSAD 2023. Ces effets ont été souvent, des arrêts de pontes, de la mortalité des colonies et/ou des remérages des reines. A noter que lors de nos essais aucun phénomène de désertion n'a été observé, alors qu'aucune mesure de limitation des effets secondaires (pause d'une hausse vide par exemple) n'avait été appliquée.

- En 2022, 3 colonies mortes sur les 5 colonies testées (application dose pleine : deux rubans en même temps pendant 7 j).
- En 2023, sur 34 colonies testées, nous avons enregistré 2 colonies mortes avec des arrêts pontes à la 3<sup>ème</sup> semaine de l'application du traitement (application des doses en décalé de 7j et retrait à 14j).
- En 2024, sur 55 colonies testées, nous avons enregistré un arrêt de ponte, deux remérages et pas de mortalité ni de désertion (application des doses en décalé de 7j et retrait à 14j).

Malgré cela, des études plus spécifiques révèlent les effets secondaires que peut avoir l'acide formique. L'étude de [Giovenazzo & Dubreuil, 2011](#), montrent qu'une application d'acide formique à 65% imbibé dans deux tampons type « MiteAwayITM » au-dessus des cadres pour une durée de 21 jours, a induit à une augmentation de la mortalité des ouvrières, une réduction de l'élevage du couvain et des pertes de reines ([Giovenazzo & Dubreuil, 2011](#) ; [Underwood & Currie, 2003](#)) ; il impacte donc la force de la colonie et par conséquent sa productivité. [Genath et al., 2020](#) rappelle le faible indice thérapeutique de l'acide formique, c'est-à-dire la différence entre la dose toxique pour le varroa et celle pour les abeilles, augmentant le risque d'apparition d'effets secondaires.

Rappelons que, les acides organiques (formique et oxalique) présentent des effets secondaires plus importants et des efficacités plus variables que les molécules de synthèse (**Apistan®**, **Apivar®** etc...). Cette variabilité résulte de la sensibilité des abeilles à certains composés et des conditions d'évaporation de la molécule au sein de la colonie. Ainsi, les conditions de température et d'humidité à l'extérieur mais aussi à l'intérieur de la ruche sont très





importantes et peuvent impacter d'une manière négative l'efficacité du traitement (Rosenkranz et al., 2010). En effet, un taux d'humidité relativement haut peut engendrer une évaporation assez lente et qui perturbe la bonne diffusion de la dose appliquée et donc l'efficacité du traitement (Steube et al., 2021).

## VI. CONCLUSION

L'utilisation d'acides organiques (oxalique et formique) s'impose comme moyen de lutte alternative en remplacement avec les traitements conventionnels d'application longue pour lesquels des résistances sont déjà apparues dans les populations de varroa. Actuellement l'utilisation des acides est une alternative répandue dans les pays du sud et du nord de l'Europe. Les tests d'efficacité de ces traitements effectués dans le sud de l'île de la Réunion en préparation de la miellée de litchi sont, d'une manière générale, satisfaisants sur les trois ruchers testés. Le respect du calendrier et des modalités d'application proposé par le GDS est essentiel pour une meilleure efficacité des traitements.

- Pour le traitement **Formic pro**<sup>®</sup>, les pourcentages d'efficacité de la modalité pleine dose sont très satisfaisants. Les niveaux d'infestation d'après traitement pleine dose sont bas et permettent de démarrer la miellée sans trop craindre d'avoir une infestation trop forte en sortie de production. Concernant la modalité demi-dose, elle s'est avérée moins efficace dans un des ruchers et a abouti à un nombre de varroas résiduels supérieur au seuil des 50 recommandés, aussi nous conseillons l'application de pleine dose sur la période d'hiver.

Nous avons néanmoins eu des arrêts de pontes ainsi que des phénomènes de remérage une semaine post essai dans deux des ruchers suivis. Mais aucune désertion n'a été observée pendant la période de l'essai. Les conditions environnementales lors de la période de traitement en préparation de la miellée de litchi semblent donc adaptées à l'utilisation du **Formic Pro**<sup>®</sup>.

Pour le traitement **Varromed**<sup>®</sup>, les pourcentages d'efficacité sont inférieurs au minimum requis par la réglementation. Les niveaux d'infestation d'après traitement laissent penser que le traitement est moyennement satisfaisant. Ces résultats restent encourageants. L'expérimentation sera donc renouvelée jusqu'à la dose maximale autorisée par l'AMM, à savoir 5 passages.



Les essais réalisés par le GDS pour l'ensemble de l'année 2024 ont été basés sur les deux mêmes traitements, à savoir le Formic Pro® (acide formique) et le Varromed® (mélange acide oxalique et acide formique). Ces essais ont été réalisés dans le sud de l'île de la Réunion.

La figure 7 résume l'ensemble des efficacités obtenues pour la préparation de deux principales miellées à La Réunion (miellée de Baie rose en été austral et miellée de letchi en hiver austral). L'efficacité moyenne pour le Formic pro® est de 96.8% en hiver contre 98.3% en été, soit une moyenne annuelle de 97.55% d'efficacité et ce pour les deux modalités pleine et demi-dose.

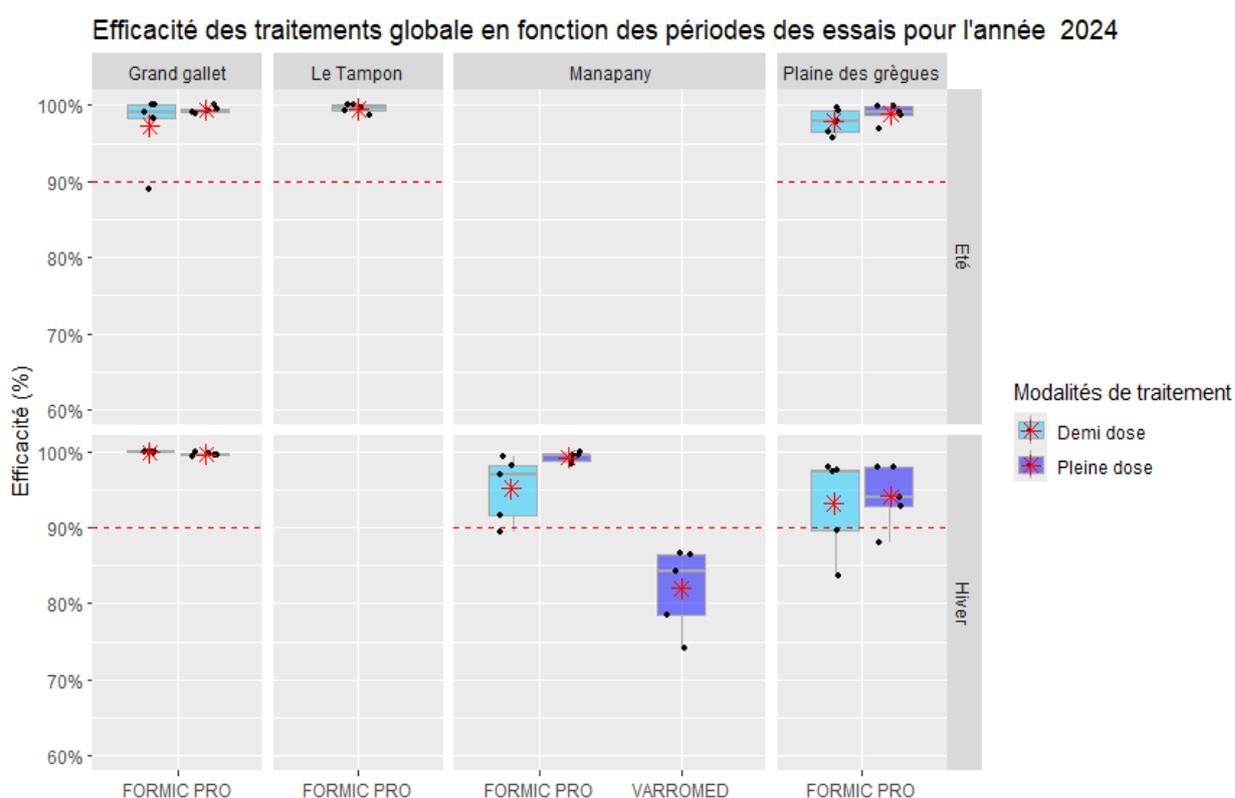


Figure 7 : boxplot représentant les taux d'efficacités globaux annuels des traitements tests en fonction de la période, par rucher et par modalité. les étoiles rouges représentent les moyennes, les points noirs représentent les colonies testées par modalité et la ligne pointillée rouge représente le seuil de taux d'efficacité acceptable



## VII. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A, Cabrero., A, Querrioux., FNOSAD-LSA. (2023). Resultats essai clinique - test efficacite formic pro 2023 avec modification de l'application des rubans.

Adjlane, N., Chahbar, N., Maldi, A., Doumandji, S., & Haddad, N. (2013). Note scientifique sur les effets secondaires de l'acide oxalique sur l'abeille ouvrière (*Apis mellifera*): aspect biochimique (Scientific note on side effects of oxalic acid on the worker bee (*Apis mellifera*): biochemical aspect). *J. Mater. Environ. Sci*, 4, 420-423.

Campolo, O., Malacrinò, A., Laudani, F., Algeri, G. M., Giunti, G., Strano, C. P., ... & Palmeri, V. (2017). Field efficacy of two organic acids against *Varroa destructor*. *Entomologia generalis*, 36(3).

Dandeu, J. P., Lux, M., Colin, M. E., Rabillon, J., & David, B. (1991). Étude immuno-chimique de l'hémolymphe d'abeille ouvrière adulte (*Apis mellifera* L) saine ou infestée par *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie*, 22(1), 37-42.

Dietemann, V., Nazzi, F., Martin, S. J., Anderson, D. L., Locke, B., Delaplane, K. S., ... & Ellis, J. D. (2013). Standard methods for varroa research. *Journal of apicultural research*, 52(1), 1-54.

Giovenazzo, P., & Dubreuil, P. (2011). Evaluation of spring organic treatments against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies in eastern Canada. *Experimental and Applied Acarology*, 55, 65-76.

Gregorc, A., & Škerl, M. I. S. (2007). Toxicological and immunohistochemical testing of honeybees after oxalic acid and rotenone treatments. *Apidologie*, 38(3), 296-305.

Jérôme VANDAME. (2018). Médicaments de lutte contre *Varroa destructor* Tests d'efficacité 2018 evolution depuis 2007 Environ. LSA n° 291 5-6/2019.

Johnson, R. M., Ellis, M. D., Mullin, C. A., & Frazier, M. (2010). Pesticides and honey bee toxicity—USA. *Apidologie*, 41(3), 312-331.

Keyhani, J., & Keyhani, E. (1980). EPR study of the effect of formate on cytochrome c oxidase. *Biochemical and biophysical research communications*, 92(1), 327-333.





Kretzschmar, A., Durand, E., Maisonnasse, A., Vallon, J., & Conte, Y. L. (2015). A new stratified sampling procedure which decreases error estimation of varroa mite number on sticky boards. *Journal of economic entomology*, 108(3), 1435-1443.

Nozal, M. J., Bernal, J. L., Gómez, L. A., Higes, M., & Meana, A. (2003). Determination of oxalic acid and other organic acids in honey and in some anatomic structures of bees. *Apidologie*, 34(2), 181-188.

Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of Varroa destructor. *Journal of invertebrate pathology*, 103, S96-S119.

Schneider, S., Eisenhardt, D., & Rademacher, E. (2012). Sublethal effects of oxalic acid on *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae): changes in behaviour and longevity. *Apidologie*, 43, 218-225.

Smodiš Škerl, M.I.; Rivera-Gomis, J.; Tlak Gajger, I.; Bubnič, J.; Talakić, G.; Formato, G.; Baggio, A.; Mutinelli, F.; Tollenaers, W.; Laget, D.; Malagnini, V.; Zanotelli, L.; Pietropaoli, M. Efficacy and Toxicity of VarroMed® Used for Controlling Varroa destructor Infestation in Different Seasons and Geographical Areas. *Appl. Sci.* 2021, 11, 8564.

Steube, X., Beinert, P., & Kirchner, W. H. (2021). Efficacy and temperature dependence of 60% and 85% formic acid treatment against Varroa destructor. *Apidologie*, 52(3), 720-729.

Underwood, R. M., & Currie, R. W. (2003). The effects of temperature and dose of formic acid on treatment efficacy against Varroa destructor (Acari: Varroidae), a parasite of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Experimental & applied acarology*, 29, 303-313.

Wagnitz, J. J., & Ellis, M. D. (2010). The effect of oxalic acid on honey bee queens. *Science of Bee Culture*, 2(2), 8-11.

