



RAIZO

RÉSEAU D'ALERTE ET D'INFORMATION ZOOSANITAIRE

BULLETIN ZOOSANITAIRE

ENQUÊTE SUR LA MORTALITÉ HIVERNALE DES COLONIES D'ABEILLES AU QUÉBEC EN 2017-2018

RÉSUMÉ

En 2018, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) a mené son enquête annuelle sur la mortalité hivernale des colonies d'abeilles. Cette année, pour la première fois, seuls les propriétaires de dix colonies d'abeilles ou plus ont été invités à remplir le questionnaire, et seules les données provenant de ces apiculteurs ont été analysées par la suite. Ainsi, l'enquête postale a été envoyée aux 1 043 propriétaires d'abeilles qui s'étaient enregistrés au printemps dans le but d'estimer le niveau de mortalité des colonies à la suite de l'hivernage 2017-2018. Au total, 257 apiculteurs ont rempli et retourné le questionnaire qui leur avait été adressé.

Les principaux résultats de cette enquête sont les suivants :

- Le pourcentage global de mortalité hivernale des colonies d'abeilles au Québec est estimé à 31,9 % pour l'année 2017-2018 (figure 1 et tableau 1).
- Les principales causes de mortalité hivernale mentionnées par les apiculteurs sont, par ordre d'importance, les conditions climatiques défavorables, les colonies trop faibles à l'automne, les problèmes liés aux reines et un mauvais contrôle du varroa.
- Au Québec, en 2017, le dépistage de la varroase s'est fait principalement à l'aide de cartons collants placés sur le plancher de la ruche et, dans une moindre mesure, au moyen de la technique du lavage à l'alcool. Parmi les entreprises répondantes, 74,2 % effectuent le dépistage du varroa.
- Les traitements les plus fréquemment utilisés pour le contrôle du varroa sont ceux qui font appel à des acides organiques (acide formique et acide oxalique). Parmi les acaricides de synthèse, la molécule amitrazé (Apivar®) est le premier choix des apiculteurs québécois.
- Au Québec, 16 % des apiculteurs sondés déclarent utiliser la fumagilline comme antibiotique pour le contrôle de la nosémose, et 11,8 % d'entre eux disent utiliser l'oxytétracycline pour le contrôle de la loque américaine.

Figure 1. Pourcentage de mortalité hivernale des colonies d'abeilles au Québec et au Canada des années 2004 à 2018

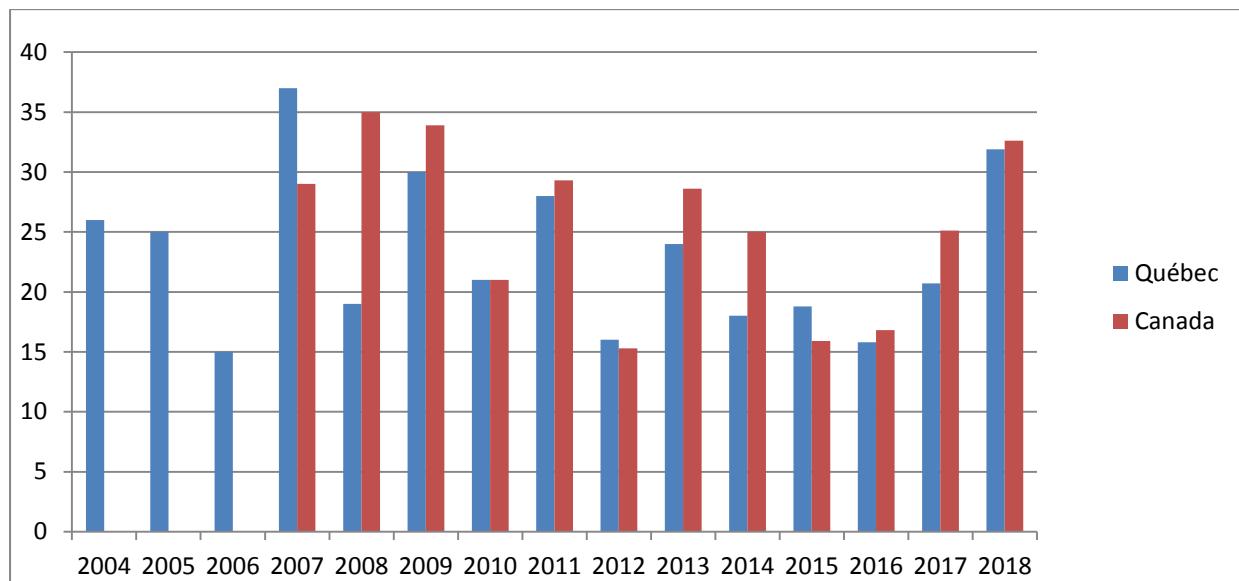


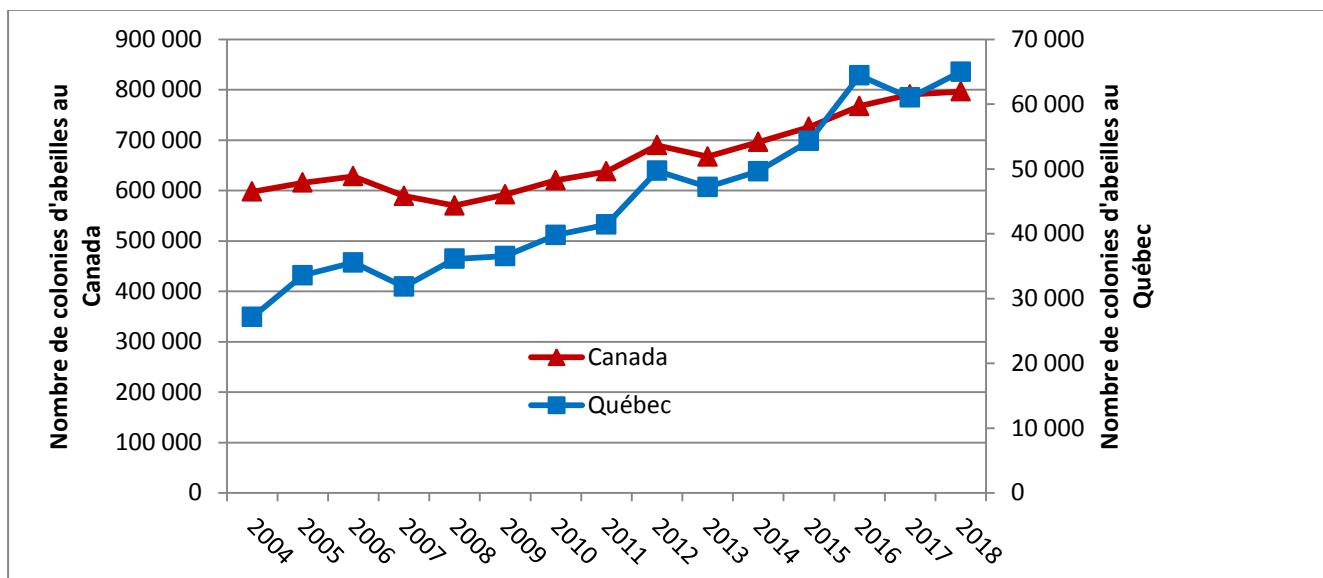
Tableau 1. Pourcentage de mortalité hivernale des colonies d'abeilles au Québec et au Canada des années 2004 à 2018

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Québec | 26 | 25 | 15 | 37 | 19 | 30 | 21 | 28 | 16 | 24 | 18 | 18,7 | 15,8 | 20,7 | 31,9 |
| Canada | | | | 29 | 35 | 33,9 | 21 | 29,3 | 15,3 | 28,6 | 25 | 16,4 | 16,8 | 25,1 | 32,6 |

INTRODUCTION

L'évolution des populations d'abeilles fait la manchette depuis plusieurs années au Canada et dans la plupart des autres pays occidentaux. Si un déclin des populations de polliniseurs sauvages semble en effet se confirmer (Hallmann, 2017; Bartomeus, 2013; Cameron, 2011; Goulson, 2015; Grixti, 2009; Koh, 2016 et Potts, 2010), le nombre de colonies d'abeilles domestiques augmente régulièrement depuis les dix dernières années (figure 2 et tableau 2), principalement dans les entreprises de très grande taille¹.

Figure 2. Nombre de colonies d'abeilles au Québec et au Canada des années 2004 à 2018



(Source : Statistique Canada)

Tableau 2. Nombre de colonies d'abeilles au Québec et au Canada des années 2004 à 2018

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Canada | 597 890 | 615 541 | 628 401 | 589 254 | 570 070 | 592 120 | 620 291 | 637 920 | 690 037 | 667 397 | 696 252 | 726 008 | 767 683 | 790 668 | 796 764 |
| Québec | 27 145 | 33 586 | 35 545 | 31 824 | 36 123 | 36 536 | 39 812 | 41 407 | 49 708 | 47 203 | 49 635 | 54 294 | 64 426 | 61 020 | 65 000 |

(Source : Statistique Canada)

Cette augmentation du nombre de colonies s'explique principalement par les efforts constants des apiculteurs, principalement ceux qui possèdent 100 colonies ou plus, pour compenser la mortalité élevée (importation de paquets d'abeilles, division des colonies...). Malheureusement, aux dires de plusieurs d'entre eux, cela se fait souvent au détriment de la force et de la productivité des colonies.

1. Luc BELZILE, *La productivité apicole et les services de pollinisation*, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, 2015.

Le présent document contient une analyse détaillée des résultats d'une enquête sur la mortalité hivernale des colonies d'abeilles au Québec pour l'année 2017-2018. Les objectifs de cette enquête étaient les suivants :

- Faire état des pertes hivernales dans les colonies d'abeilles.
- Déterminer les causes probables de mortalité telles qu'elles sont rapportées par les apiculteurs.
- Tracer un portrait des pratiques concernant le contrôle de la varroase, de la nosémose et de la loque américaine, et déterminer si ces pratiques influent sur la mortalité hivernale.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Collecte des données

Au mois d'avril de chaque année, le MAPAQ achemine un questionnaire sur la mortalité hivernale des colonies à tous les propriétaires d'abeilles qui étaient enregistrés l'année précédente. Ce document est envoyé en même temps que le formulaire de renouvellement de l'enregistrement obligatoire, ce qui favorise grandement la participation. Au printemps 2018, les 1 043 propriétaires d'abeilles qui étaient enregistrés au MAPAQ ont donc reçu leur formulaire de renouvellement d'enregistrement ainsi que le questionnaire d'enquête. Par contre, pour une première année, seules les entreprises possédant dix colonies ou plus ont été invitées à remplir le questionnaire d'enquête et à le retourner au Ministère avec leur formulaire de renouvellement d'enregistrement. Le MAPAQ a reçu au total 257 questionnaires remplis, qui font l'objet de la présente analyse descriptive.

Le comité responsable de l'enquête nationale de l'Association canadienne des professionnels de l'apiculture (ACPA) avait préparé une série de questions, de façon que la méthodologie soit harmonisée à l'échelle canadienne. Le MAPAQ a construit son questionnaire d'enquête² à partir de ces questions harmonisées et a établi les modalités de son utilisation.

Outre les résultats sur la mortalité hivernale des colonies, les données suivantes ont été compilées et analysées :

- Le type d'hivernage (intérieur ou extérieur);
- La principale région de localisation des ruchers de production;
- Les principales causes de mortalité hivernale (mentionnées par les apiculteurs);
- Le dépistage du varroa;
- Les méthodes de traitement du varroa;
- L'utilisation de la fumagilline pour traiter la nosémose;
- L'utilisation d'antibiotiques pour traiter la loque américaine.

2. Le questionnaire se trouve à l'annexe 1.

Estimation de la mortalité hivernale

Le pourcentage de mortalité hivernale des colonies a d'abord été calculé de la façon suivante pour **caractériser globalement l'ensemble des colonies hivernées au Québec³** :

$$\left[\frac{\text{Nombre total de colonies hivernées} - \text{nombre total de colonies viables au 15 mai}}{\text{Nombre total de colonies hivernées}} \right] \times 100$$

Un pourcentage de mortalité hivernale des colonies **par entreprise** a ensuite été calculé de façon à déterminer le niveau de mortalité hivernale pour **chaque entreprise** ayant participé à l'enquête :

$$\left[\frac{\text{Nombre de colonies hivernées par l'entreprise} - \text{nombre de colonies viables au 15 mai dans l'entreprise}}{\text{Nombre de colonies hivernées par l'entreprise}} \right] \times 100$$

Sauf exception, toutes les analyses mentionnées dans le présent rapport ont été faites sur la base de la moyenne arithmétique des pourcentages de mortalité hivernale des colonies **par entreprise**.

Analyses statistiques descriptives univariées

Dans cette enquête, les analyses statistiques descriptives ont été effectuées à l'aide du logiciel R (version 3.4.1, 2017). Pour chacune des variables, les résultats sont d'abord présentés dans un tableau, puis exprimés visuellement avec des diagrammes à bandes.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Niveau de réponse/caractéristiques des entreprises

Au total, les 257 apiculteurs ayant participé à l'étude possédaient **62 403** colonies d'abeilles à l'automne 2017. Bien que cet échantillon représente seulement 25 % des propriétaires d'abeilles enregistrés au MAPAQ au moment de l'enquête, les apiculteurs répondants possédaient 104 % de toutes les colonies d'abeilles déclarées lors de l'enregistrement 2017⁴. Cette forte proportion de

3. Ce pourcentage est calculé à partir du nombre total de colonies pour l'ensemble des répondants à l'enquête.
4. La population visée par l'enquête était constituée de tous les propriétaires d'abeilles enregistrés en 2017 qui possédaient plus de dix colonies au moment de répondre au sondage. En 2017, il y a 1 043 apiculteurs qui ont déclaré posséder 59 923 colonies au total, et 293 apiculteurs ont déclaré posséder plus de dix colonies, ce qui porte le total à 57 669 colonies. Le nombre de colonies que les apiculteurs possèdent varie beaucoup en cours d'année, ce qui peut expliquer la différence entre le nombre de colonies enregistrées au MAPAQ et le nombre de colonies réellement présentes dans la province.

ruches appartenant aux répondants assure une bonne représentativité des résultats à l'échelle de la province.

Les entreprises participantes se répartissaient de la manière suivante : 119 entreprises possédant de 10 à 49 colonies (2 476 colonies au total), 84 entreprises ayant entre 50 et 199 colonies (7 690 colonies au total) et 54 entreprises de 200 colonies ou plus (52 237 colonies au total).

Estimation de la mortalité hivernale

Lorsque toutes les colonies hivernées sont considérées globalement, le pourcentage de mortalité des colonies québécoises à la suite de l'hivernage 2017-2018 est estimé à **31,9 %**. Il s'agit du pire résultat depuis l'année 2007, alors que les apiculteurs québécois avaient perdu 37 % de leurs colonies durant l'hiver. Il est également important de mentionner que comme en 2017, la mortalité causée par les mauvaises conditions climatiques s'est poursuivie bien au-delà du 15 mai 2018, date à laquelle les données sur la mortalité hivernale doivent être transmises. Les pertes réelles totales subies par les apiculteurs au début de la saison 2018 sont donc en réalité probablement supérieures au pourcentage de mortalité hivernale déclaré. Les pertes survenues après le 15 mai sont considérées comme des pertes estivales, mais elles sont une continuité des difficultés rencontrées au printemps 2018.

Le pourcentage de mortalité hivernale des colonies québécoises est estimé à 31,9 % pour l'année 2018 (toutes colonies confondues).

Le tableau 3 montre le pourcentage d'entreprises en fonction du pourcentage de mortalité hivernale déclaré. Près de 70 % des entreprises québécoises ont subi des pertes hivernales égales ou supérieures à 20 %, et pour 7 % des entreprises, le pourcentage de pertes est même égal ou supérieur à 90 %.

Tableau 3. Pourcentage d'entreprises selon le pourcentage de mortalité hivernale des colonies

| Pourcentage de mortalité | Pourcentage d'entreprises |
|--------------------------|---------------------------|
| < 20 % | 30,7 |
| ≥ 20 % | 69,3 |
| ≥ 40 % | 43,2 |
| ≥ 50 % | 33,9 |
| ≥ 70 % | 16,7 |
| ≥ 90 % | 7,0 |

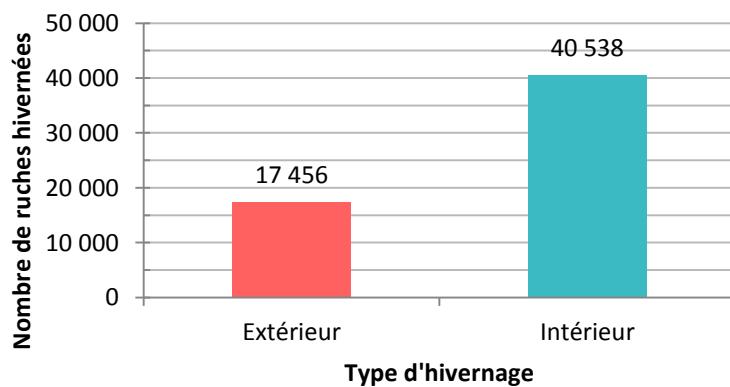
Le tableau 4 présente certaines caractéristiques des entreprises possédant dix colonies ou plus qui ont répondu aux enquêtes des années 2014 à 2018 ainsi que les pourcentages de mortalité

hivernale qui leur sont associés. Entre autres choses, il est possible de constater que durant cette période, la proportion de ruches hivernées à l'extérieur a progressivement augmenté pour passer de 21 % en 2014 à 30 % en 2018. Malgré cette tendance, il demeure que la majorité des colonies (70 %) qui appartiennent aux apiculteurs possédant dix colonies ou plus sont encore hivernées à l'intérieur (figure 3).

Tableau 4. Caractéristiques des entreprises apicoles possédant dix colonies ou plus qui ont répondu aux enquêtes des années 2014 à 2018 et pourcentages de mortalité hivernale associés

| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| Nombre d'entreprises ayant répondu à l'enquête | 158 | 168 | 208 | 240 | 257 |
| Nombre de colonies hivernées à l'intérieur | 32 380 | 32 022 | 38 370 | 42 425 | 40 538 |
| Nombre de colonies hivernées à l'extérieur | 8 582 | 9 046 | 13 373 | 17 873 | 17 456 |
| Pourcentage global de mortalité hivernale ⁵ | 18,2 | 19,0 | 15,6 | 20,4 | 31,9 |
| Pourcentage de mortalité par entreprise (moyenne) ⁶ | 29,2 | 26,6 | 22,1 | 27,2 | 39,2 |

Figure 3. Nombre total de colonies hivernées à l'intérieur ou à l'extérieur durant l'hiver 2017-2018



5. Ce pourcentage correspond à la mortalité globale de toutes les colonies mises en hivernage.

6. Ce pourcentage correspond à la moyenne arithmétique des pourcentages calculés pour chaque entreprise. Il ne tient pas compte de la taille relative de l'entreprise.

Mortalité hivernale et taille de l'entreprise

À première vue, la mortalité hivernale semble moins élevée dans les entreprises de grande taille que dans les plus petites entreprises (31,4 % contre 41,8 % et 40,6 %, tableau 5). Par contre, il est important de noter que les écarts-types, qui expriment la dispersion des résultats autour de la moyenne, sont passablement élevés dans chaque catégorie.

Tableau 5. Mortalité hivernale des colonies selon la taille de l'entreprise

| | Taille de l'entreprise (nombre de colonies) | | |
|---|---|--------------------|--------------------|
| | 10-49 | 50-199 | 200 ou plus |
| Nombre d'entreprises | 119 | 84 | 54 |
| Mortalité moyenne ± écart-type (%) | 41,8 ± 31,2 | 40,6 ± 26,2 | 31,4 ± 18,9 |
| Médiane (%) | 34,3 | 35,3 | 30,0 |

Mortalité hivernale et région d'origine

Bien que l'information recueillie auprès des répondants n'indique pas la région de localisation précise de chaque colonie⁷, il est intéressant de voir les variations de la mortalité hivernale par entreprise selon la région d'origine (tableau 6 et figure 4). Les résultats varient beaucoup d'une région à l'autre, et il est hasardeux d'associer les différences observées à des considérations géographiques ou climatiques, puisqu'un grand nombre de ruches sont transportées loin de leur région d'origine durant une partie de l'année.

Tableau 6. Mortalité hivernale des colonies en fonction de la région principale d'activité

| Région | <i>n</i> ⁸ | Mortalité hivernale | |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| | | Moyenne ± écart-type ⁹ | Mortalité globale ¹⁰ (%) |
| Abitibi-Témiscamingue – Outaouais | 15 | 66,6 ± 35,1 | 36,7 |
| Bas-Saint-Laurent – Gaspésie | 13 | 28,4 ± 19,2 | 21,3 |
| Centre-du-Québec | 17 | 49,7 ± 27,0 | 27,7 |
| Chaudière-Appalaches | 31 | 40,0 ± 24,5 | 41,5 |
| Estrie | 28 | 46,8 ± 28,2 | 28,9 |
| Lanaudière | 21 | 35,5 ± 23,8 | 38,0 |

7. On demandait aux répondants de pointer la région où la majorité des ruchers étaient situés en 2017.

8. La variable *n* correspond au nombre d'entreprises.

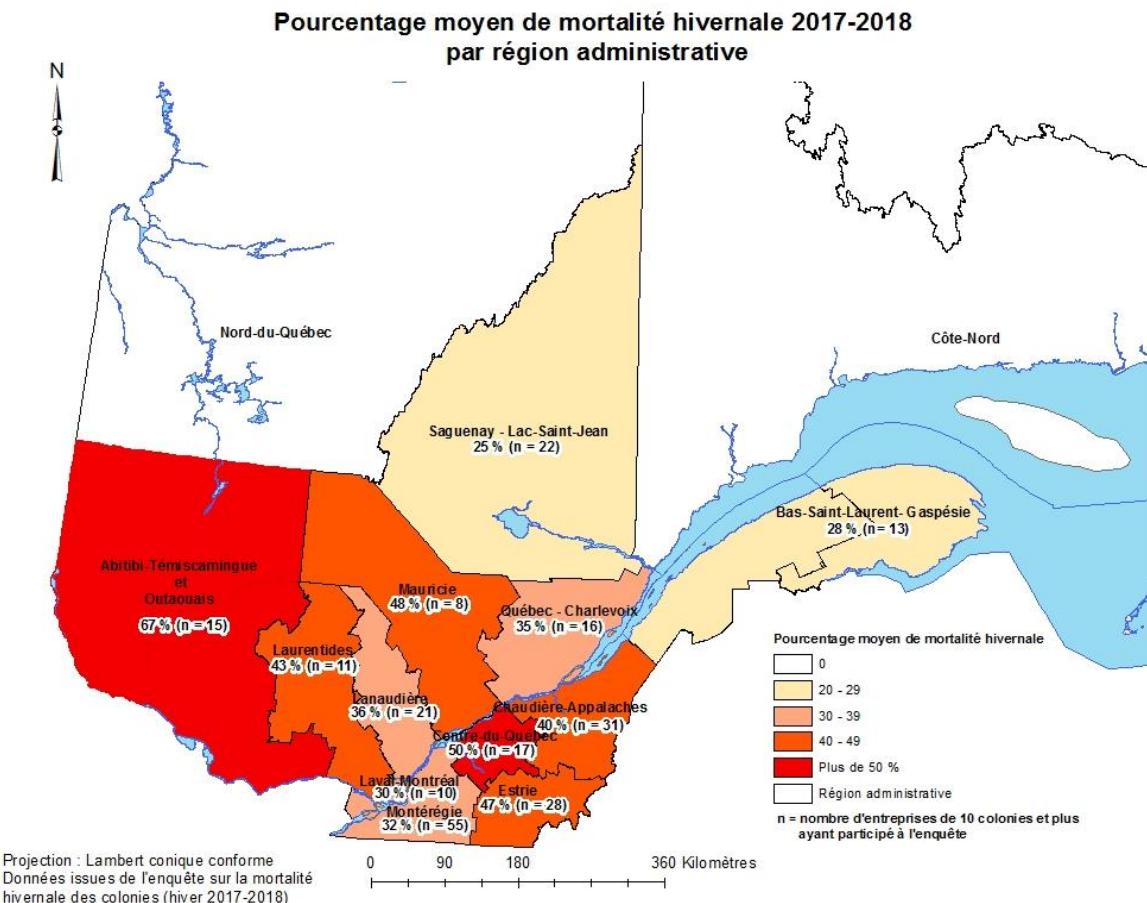
9. Ce pourcentage correspond à la moyenne arithmétique des pourcentages calculés pour chaque entreprise. Il ne tient pas compte de la taille relative de l'entreprise.

10. Ce pourcentage correspond à la mortalité globale de toutes les colonies mises en hivernage dans la région.

Mortalité hivernale

| Région | <i>n</i> ⁸ | Moyenne ± écart-type ⁹ | Mortalité globale ¹⁰ (%) |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Laurentides | 11 | 43,0 ± 28,4 | 30,1 |
| Laval-Montréal | 10 | 29,8 ± 27,5 | 40,8 |
| Mauricie | 8 | 48,1 ± 31,0 | 45,1 |
| Montérégie | 55 | 32,0 ± 26,1 | 29,2 |
| Québec-Charlevoix | 16 | 34,7 ± 26,8 | 29,5 |
| Saguenay-Lac-Saint-Jean | 22 | 25,4 ± 22,1 | 18,5 |

Figure 4. Mortalité hivernale moyenne des colonies en 2017-2018 en fonction de la région administrative



Mortalité hivernale et méthode d'hivernage

Durant la saison hivernale, les ruches peuvent être gardées dans un bâtiment fermé et ventilé (hivernage à l'intérieur) ou être enveloppées (avec un matériau isolant) et laissées à l'extérieur. Comme nous l'avons vu précédemment dans le tableau 4, au Québec, la plupart des colonies sont hivernées à l'intérieur. Le tableau 7 présente les résultats obtenus en ce qui concerne la moyenne de la mortalité hivernale dans chaque entreprise selon le type d'hivernage. Il est à noter que certaines entreprises ont été exclues du calcul parce qu'elles utilisent les deux méthodes d'hivernage. C'est la raison pour laquelle le nombre total d'entreprises qui figure dans ce tableau n'est pas de 257.

Tableau 7. Mortalité hivernale des colonies selon la méthode d'hivernage

| | Méthode d'hivernage | |
|-------------------------------------|---------------------|--------------------|
| | Extérieur | Intérieur |
| Nombre d'entreprises | 157 | 73 |
| Moyenne ± écart-type (%) | 38,7 ± 29,3 | 37,4 ± 24,1 |
| Médiane (%) | 33,3 | 33,3 |
| Mortalité globale ¹¹ (%) | 33,8 | 30,5 |

Principales causes de mortalité

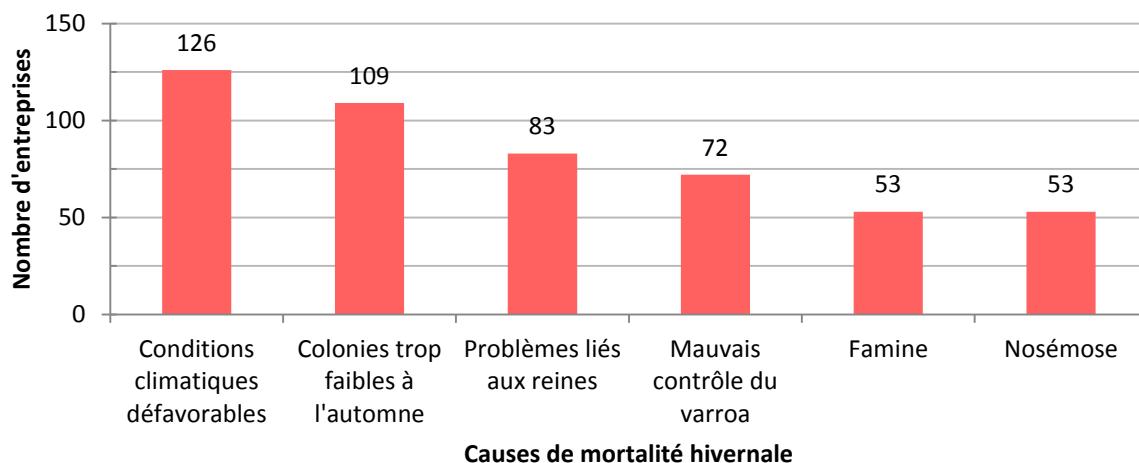
Les participants à l'enquête devaient indiquer, sur une liste qui leur avait été préalablement fournie, la ou les causes de mortalité de leurs colonies selon eux. La figure 5 présente les principales causes qu'ils ont mentionnées. On peut constater que les apiculteurs attribuent la mortalité aux conditions climatiques défavorables, aux colonies trop faibles à l'automne, aux problèmes liés aux reines et à une mauvaise lutte contre le varroa. Il est intéressant de regarder plus attentivement si les apiculteurs possédant un plus grand nombre de colonies rapportent les mêmes causes de mortalité que ceux qui ont dix colonies ou plus. Cette année, les mêmes quatre causes principales ressortent exactement dans le même ordre lorsqu'on considère uniquement les données des entreprises qui possèdent 50 colonies ou plus. La seule différence est la nosémose, qui est pointée du doigt plus fréquemment que la famine par les entreprises de 50 colonies ou plus.

Il apparaît donc que selon les apiculteurs, les pertes hivernales des colonies sont dues à des éléments liés à la gestion ou à l'environnement plutôt qu'à des problèmes sanitaires particuliers tels que la varroase ou la nosémose. Il ne faudrait toutefois pas en conclure que ces problèmes sanitaires sont peu importants, puisque d'autres sources d'information (dont les inspections sanitaires et les analyses de laboratoire du MAPAQ) témoignent de la fréquence de ces différentes maladies. Les apiculteurs sont en fait peu ou mal outillés pour estimer les causes des mortalités hivernales. Ainsi, pas moins de 58 répondants ont coché la case « Je ne sais pas » et 68 répondants ont coché la case « Autre » dans leur formulaire d'enquête comme cause de mortalité. De plus, dans plusieurs cas, la

11. Ce pourcentage correspond à la mortalité globale de toutes les colonies mises en hivernage (à l'intérieur ou à l'extérieur).

situation est probablement complexe et multifactorielle. Il est difficile alors de reconnaître la ou les causes primaires.

Figure 5. Causes de mortalité hivernale mentionnées par les répondants (pour toutes les entreprises) (Chaque apiculteur pouvait mentionner une ou plusieurs causes.)



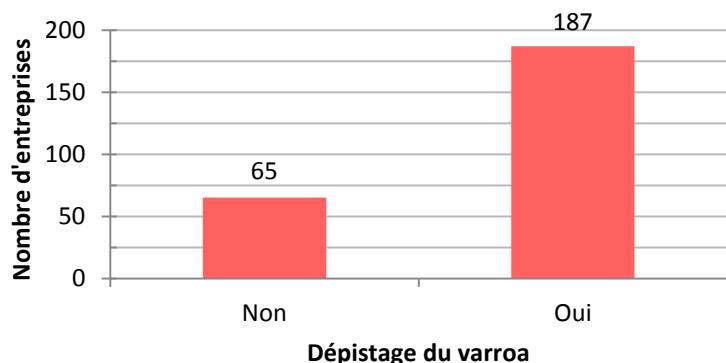
Mortalité hivernale et gestion des maladies

La mortalité hivernale des colonies d'abeilles peut être liée à certaines maladies, dont la varroase, la nosémose et la loque américaine. Le questionnaire d'enquête portait donc précisément sur les pratiques des apiculteurs relativement au dépistage et au traitement de ces trois maladies.

Varroase

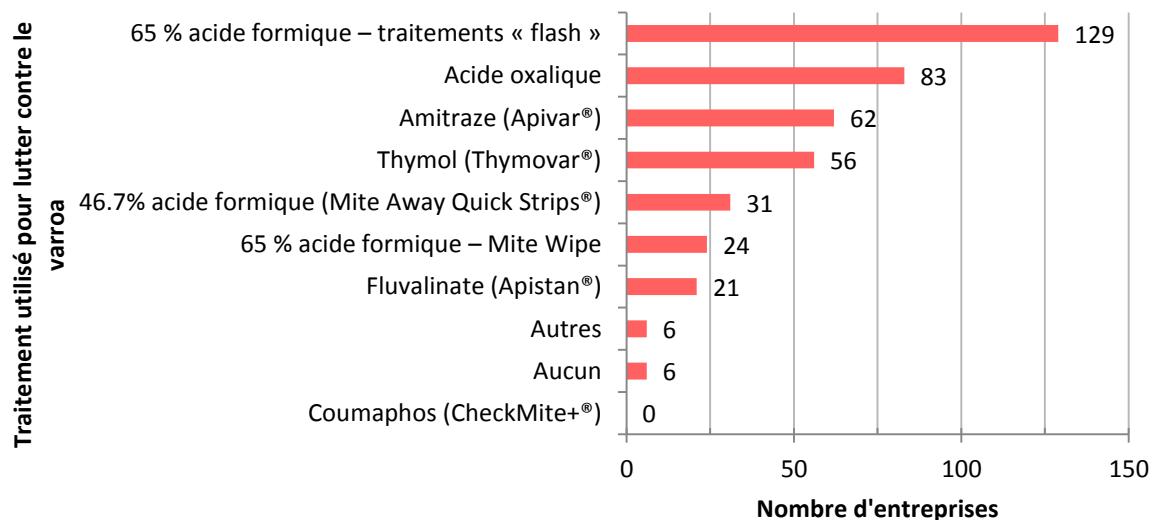
Au Québec, le dépistage de la varroase se fait principalement à l'aide de cartons collants placés sur le plancher de la ruche (44 %) et, dans une moindre mesure, au moyen de la technique du lavage à l'alcool (16 %). Parmi les répondants, 20 % disent utiliser une autre méthode de dépistage du varroa, mais dans la plupart des cas, la technique est en fait comparable aux cartons collants. Cependant, 26 % des entreprises disent n'effectuer aucun dépistage du varroa dans leurs ruches (figure 6).

Figure 6. Nombre d'entreprises qui effectuent le dépistage du varroa



Les répondants devaient indiquer sur une liste le ou les produits de traitement qu'ils avaient utilisés en 2017 pour lutter contre la varroase. La figure 7 rend compte de ces produits et de leur utilisation. Les traitements les plus fréquemment employés chaque année sont ceux qui font appel à des acides organiques (acide formique et acide oxalique), à l'amitraze (Apivar®) et au thymol (Thymovar®). Les données sont similaires lorsqu'il est question uniquement des entreprises qui possèdent plus de 50 colonies, quoique l'amitraze (Apivar®) soit utilisée de préférence à l'acide oxalique, qui constitue le deuxième choix. Le pourcentage d'apiculteurs québécois qui ont eu recours aux acaricides de synthèse (amitraze [Apivar®], fluvalinate [Apistan®] et coumaphos [CheckMite+®]) en 2017 pour lutter contre la varroase semble globalement plus bas au Québec que dans les autres provinces¹².

Figure 7. Traitements ou combinaisons de traitements utilisés annuellement par les apiculteurs (Chaque apiculteur pouvait mentionner un ou plusieurs produits.)



12. Association canadienne des professionnels de l'apiculture, *Rapport sur la mortalité hivernale de colonies d'abeilles au Canada*, 2018.

Parmi l'ensemble des produits utilisés pour traiter la varroase, il est intéressant de distinguer les produits ou combinaisons de produits utilisés au printemps de ceux que l'on a employés durant l'été et l'automne 2017. Les figures 8, 9 et 10 montrent le nombre d'entreprises ayant eu recours aux différents produits selon la saison. L'annexe 2 présente un tableau de toutes les combinaisons de traitements employées au printemps, à l'été et à l'automne ainsi que le nombre d'entreprises qui ont déclaré utiliser ces produits ou combinaisons de produits. Rappelons que le seul produit homologué pour traiter la varroase en présence de hausses à miel est l'acide formique à 46,7 % (MAQS®). Aucun autre produit ne devrait donc être utilisé en production de miel sans appliquer le retrait approprié.

Figure 8. Traitements ou combinaisons de traitements utilisés pour lutter contre le varroa au printemps 2017 (Chaque apiculteur pouvait mentionner un ou plusieurs produits.)

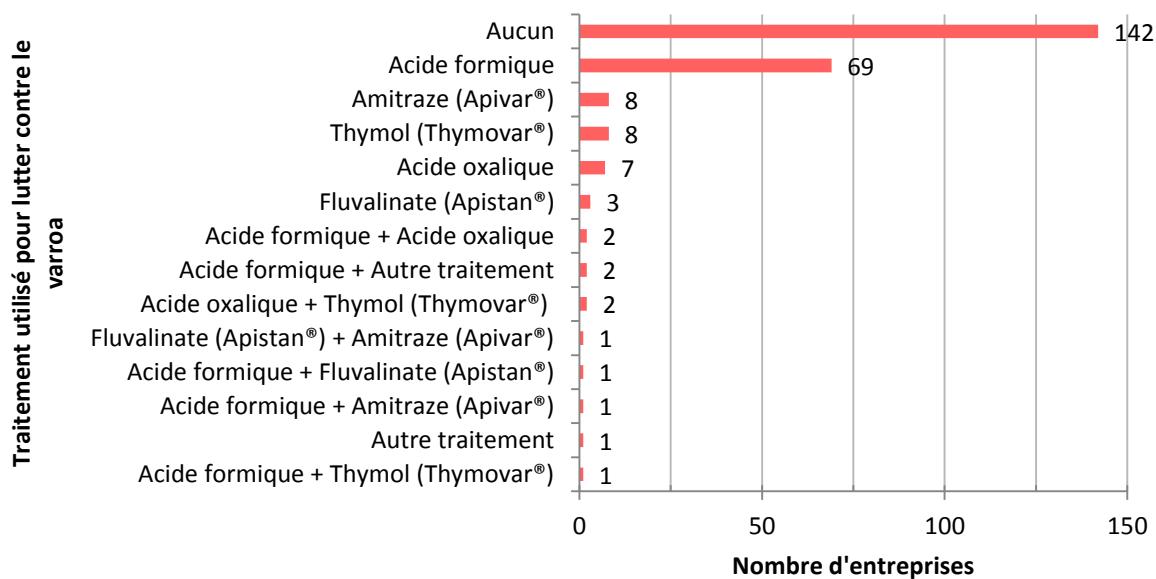


Figure 9. Traitements ou combinaisons de traitements utilisés pour lutter contre le varroa à l'été 2017 (Chaque apiculteur pouvait mentionner un ou plusieurs produits.)

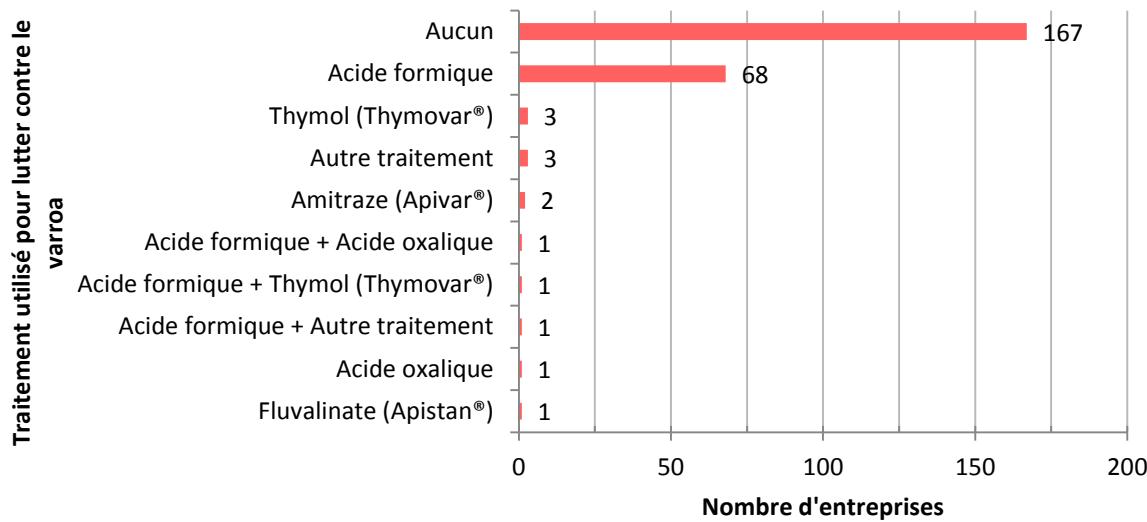
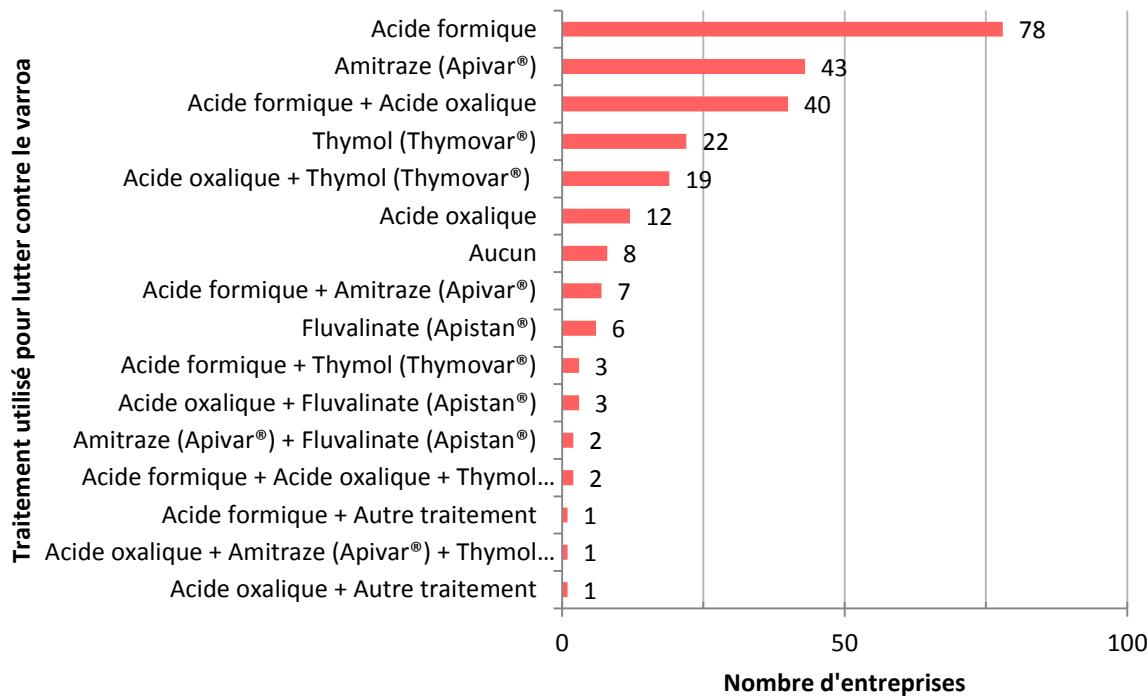
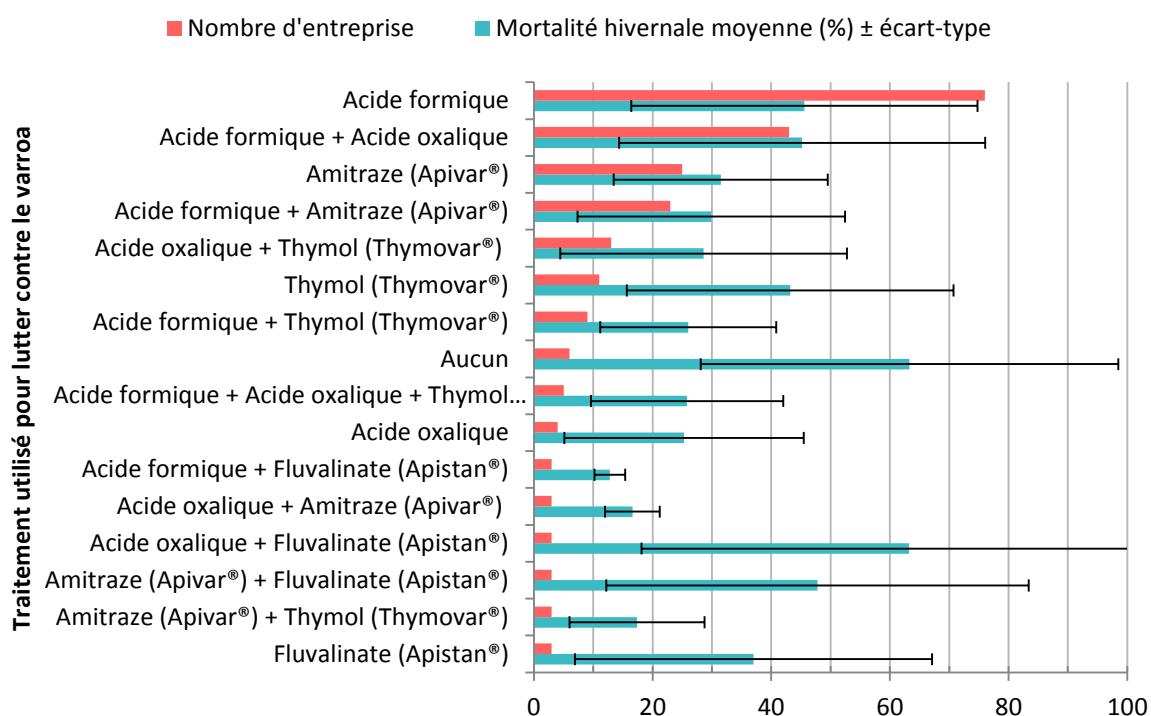


Figure 10. Traitements ou combinaisons de traitements utilisés pour lutter contre le varroa à l'automne 2017 (Chaque apiculteur pouvait mentionner un ou plusieurs produits.)



La figure suivante met en relation le pourcentage de mortalité hivernale et les différents produits ou diverses combinaisons de produits les plus fréquemment utilisés au cours de l'année 2017 pour lutter contre la varroase.

Figure 11. Nombre d'entreprises et moyenne des pourcentages de mortalité hivernale selon les traitements ou les combinaisons de traitements les plus fréquemment utilisés pour lutter contre le varroa en 2017



Pour analyser la mortalité hivernale en fonction des traitements utilisés et puisqu'un grand nombre d'apiculteurs ont recours à plus d'un produit pour combattre la varroase, nous avons choisi de comparer trois groupes :

1. Les entreprises ayant utilisé un acaricide de synthèse¹³ avec ou sans un autre produit de traitement;
2. Les entreprises n'ayant utilisé que des acides organiques¹⁴ ou du thymol (Thymovar®), ou les deux;
3. Les entreprises n'ayant pas utilisé de produits de traitement.

L'utilisation d'acaricides de synthèse a été considérée comme une catégorie distincte parce qu'elle peut être associée au développement d'une résistance quand les varroas sont exposés de façon répétée à ces produits. À titre indicatif, 30 % des entreprises ayant répondu à la question indiquent qu'elles ont utilisé des acaricides de synthèses, 68 % mentionnent qu'elles ont employé uniquement

13. Amitraze (Apivar®), fluvalinate (Apistan®) et coumaphos (CheckMite+®).

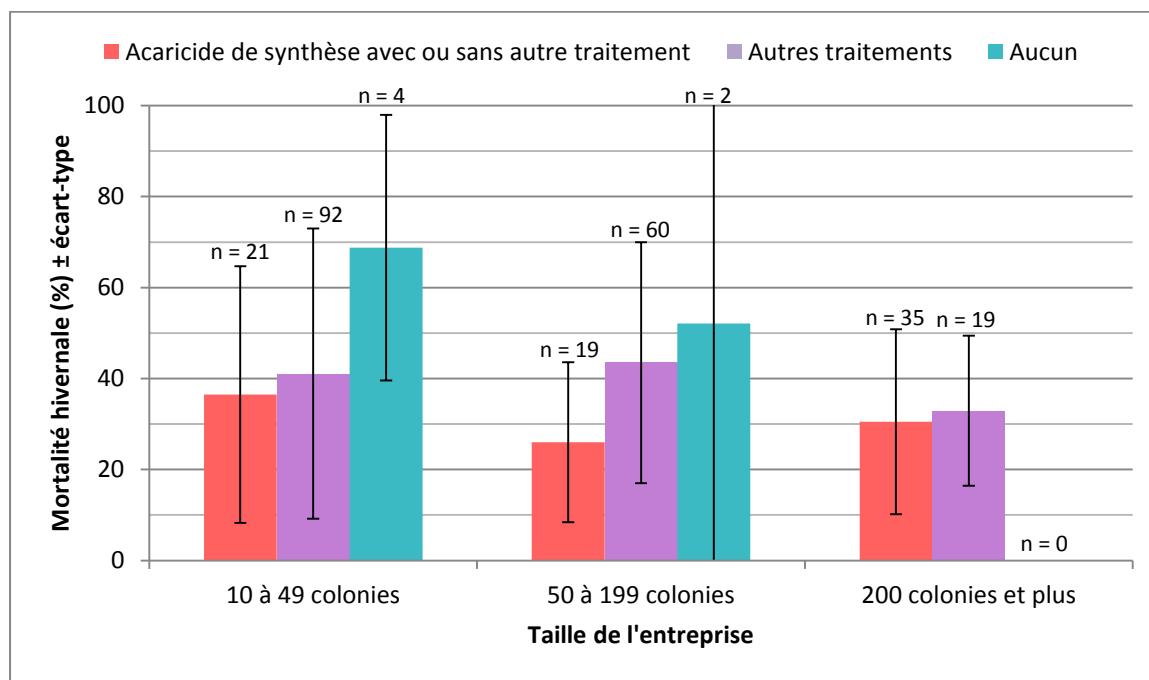
14. Acide formique et acide oxalique.

des acaricides non synthétiques, alors que 2 % n'ont effectué aucun traitement. Les résultats sont présentés au tableau 8 et à la figure 12.

Tableau 8. Mortalité hivernale des colonies en fonction des stratégies de traitement de la varroase et de la taille de l'entreprise

| Taille de l'entreprise | Mortalité moyenne (%) ± écart-type | | |
|------------------------|---|---|------------------|
| | Acaricides de synthèse avec ou sans d'autres produits | Uniquement des acides organiques ou du thymol | Aucun traitement |
| 10-49 colonies | 36,5 ± 28,2 | 41,9 ± 31,9 | 68,8 ± 29,2 |
| 50-199 colonies | 26,0 ± 17,6 | 43,5 ± 26,5 | 52,1 ± 57,1 |
| 200 colonies ou plus | 30,5 ± 20,3 | 32,9 ± 16,5 | s. o. |

Figure 12. Mortalité hivernale des colonies en fonction des stratégies de traitement de la varroase et de la taille de l'entreprise (n = nombre d'entreprises)



Nosémose et utilisation d'antimicrobiens

La fumagilline est un antimicrobien utilisé pour lutter contre la nosémose. Les répondants devaient indiquer s'ils avaient eu recours à ce médicament dans leurs ruches en 2017. Quelques répondants (16 %) affirment l'avoir fait, mais surtout à l'automne. Le tableau 9 et la figure 13 présentent les données relatives à cette utilisation et à la mortalité hivernale des colonies. Le pourcentage d'apiculteurs qui ont déclaré avoir fait usage de la fumagilline est plus bas au Québec que dans la plupart des autres provinces¹⁵. Cette donnée n'est pas surprenante, puisque le Québec est la seule

15. Association canadienne des professionnels de l'apiculture, *Rapport sur la mortalité hivernale de colonies d'abeilles au Canada*, 2018.

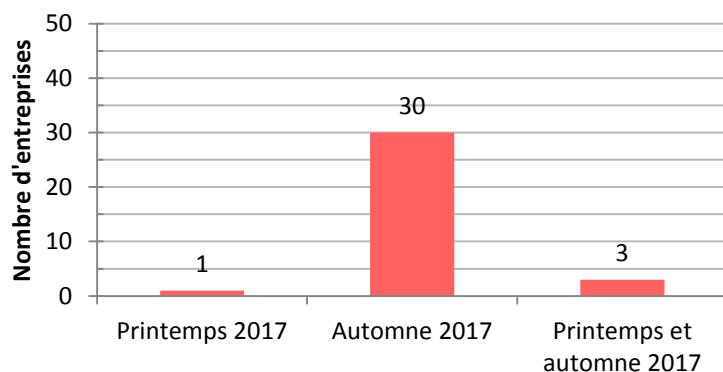
province au Canada où les antibiotiques pour animaux d'élevage ne sont pas en vente libre et requièrent une ordonnance vétérinaire. Nous pouvons donc en déduire que cette contrainte limite l'usage de ce médicament. Un petit pourcentage de répondants (8 %) disent utiliser un « autre » traitement pour la nosémose. Les produits qu'ils mentionnent le plus fréquemment sont ceux à base de vinaigre et le Complete Bee®.

Tableau 9. Mortalité hivernale des colonies selon le traitement utilisé pour lutter contre la nosémose

| | Traitement contre la nosémose | | |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| | Aucun | Fumagilline | Autre |
| Nombre d'entreprises | 162 | 34 ¹ | 17 |
| Moyenne ± écart-type (%) | 38,1 ± 27,7 | 38,0 ± 23,7 | 30,0 ± 20,9 |
| Médiane (%) | 33,3 | 34,8 | 29,9 |

1. Ce nombre correspond à un total de 13 564 colonies (21,7 % des colonies ayant fait l'objet de l'enquête).

Figure 13. Nombre d'entreprises ayant utilisé la fumagilline selon la saison



Loque américaine et utilisation d'antimicrobiens

Enfin, les répondants devaient indiquer s'ils avaient utilisé l'oxytétracycline dans leurs ruches en 2017 pour lutter contre la loque américaine. Le pourcentage d'apiculteurs québécois qui ont mentionné avoir eu recours à cet antibiotique s'élève à 11,8 %, ce qui est beaucoup moins élevé que l'utilisation déclarée dans la plupart des autres provinces¹⁶. Comme il a été dit précédemment pour la fumagilline, cette disparité dans les pratiques peut probablement s'expliquer par le fait qu'au Québec, les antibiotiques doivent être prescrits sur ordonnance vétérinaire. De plus, le MAPAQ continue de favoriser une utilisation judicieuse des antibiotiques plutôt qu'une utilisation systématique pour combattre la loque américaine.

16. Association canadienne des professionnels de l'apiculture, *Rapport sur la mortalité hivernale de colonies d'abeilles au Canada*, 2018.

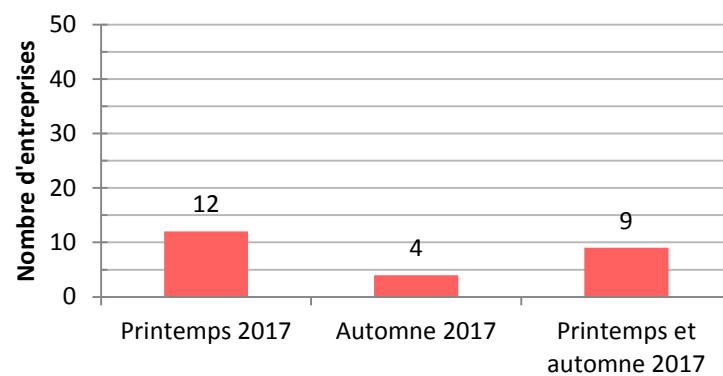
Le tableau 10 et la figure 14 présentent les données relatives à la mortalité hivernale des colonies en fonction de l'utilisation de l'oxytétracycline pour lutter contre la loque américaine, selon les renseignements fournis par les apiculteurs.

Tableau 10. Mortalité hivernale des colonies en fonction de l'utilisation de l'oxytétracycline pour lutter contre la loque américaine

| | Traitement contre la loque américaine | |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| | Aucun | Oxytétracycline |
| Nombre d'entreprises | 186 | 25 ¹ |
| Moyenne ± écart-type (%) | $36,6 \pm 26,0$ | $42,1 \pm 30,2$ |
| Médiane (%) | 32,6 | 36,0 |

1. Ce nombre correspond à un total de 16 338 colonies (26,2 % des colonies ayant fait l'objet de l'enquête).

Figure 14. Nombre d'entreprises ayant utilisé l'oxytétracycline selon la saison



CONCLUSION

En 2018, la mortalité hivernale des colonies d'abeilles au Québec est la plus élevée des onze dernières années (figure 15 et tableau 11). À l'échelle nationale, un portrait similaire a été dressé avec une perte hivernale globale de 32,6 %, qui varie entre 18,4 % et 45,7 % selon la province. Un tel taux de mortalité n'a pas été enregistré à l'échelle nationale depuis l'année 2009 (figure 15 et tableau 11). Dans l'ensemble, au cours des années 2000, la mortalité hivernale des colonies d'abeilles est demeurée trop élevée au Québec, comme au Canada. La majorité de ces taux de mortalité excèdent les valeurs cibles que les apiculteurs considèrent comme acceptables à long terme¹⁷.

Figure 15. Mortalité hivernale des colonies d'abeilles au Québec et au Canada entre les années 2004 et 2018

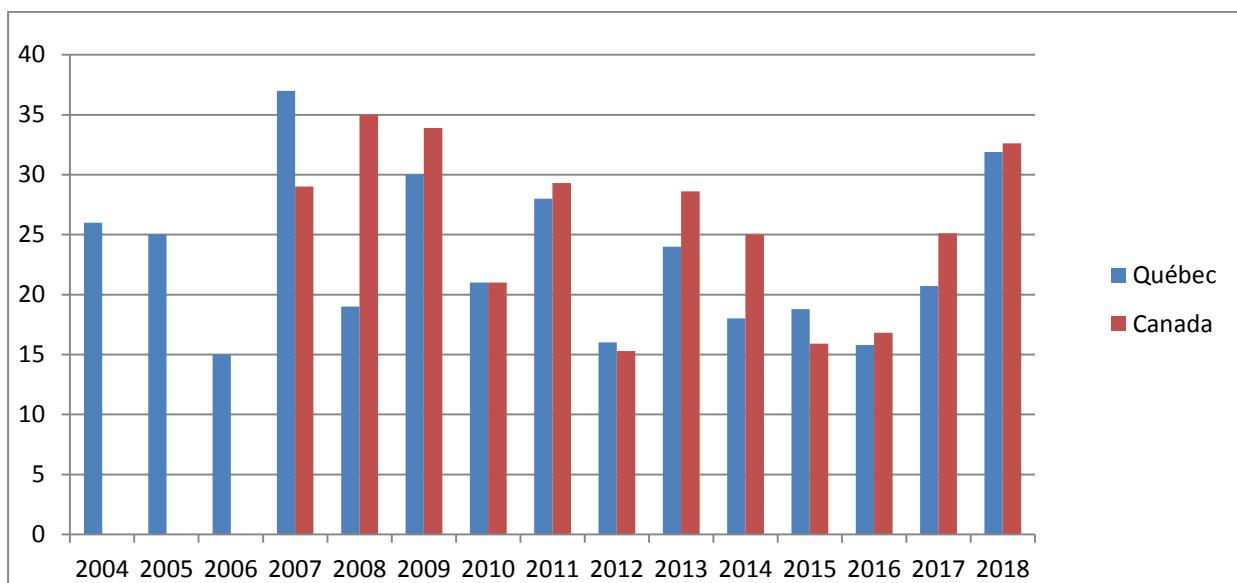


Tableau 11. Mortalité hivernale des colonies d'abeilles au Québec et au Canada entre les années 2004 et 2018

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Québec | 26 | 25 | 15 | 37 | 19 | 30 | 21 | 28 | 16 | 24 | 18 | 18,7 | 15,8 | 20,7 | 31,9 |
| Canada | | | | 29 | 35 | 33,9 | 21 | 29,3 | 15,3 | 28,6 | 25 | 16,4 | 16,8 | 25,1 | 32,6 |

17. Association canadienne des professionnels de l'apiculture, *Rapport sur la mortalité hivernale de colonies d'abeilles au Canada*, 2018.

Au Québec, bien que les pourcentages de mortalité hivernale des dernières années aient été un peu encourageants, le pourcentage mentionné dans la présente étude pour l'année 2018 (31,9 %) révèle que la situation demeure préoccupante. La santé et la survie des colonies dépendent d'une multitude de facteurs, et plusieurs d'entre eux, tels que les conditions météorologiques, ne sont pas contrôlables directement par les apiculteurs.

Depuis le milieu des années 2000, différents facteurs ont été proposés pour expliquer la mortalité anormalement élevée des colonies d'abeilles, et le cumul de plusieurs de ces facteurs semble amplifier les dommages (voir les références bibliographiques à la fin du document). Les éléments les plus fréquemment cités sont les suivants :

- **La nutrition**, à cause d'un appauvrissement de la diversité végétale et de la qualité des ressources florales mellifères et polliniques;
- **L'intensification des pratiques apicoles**, dont la transhumance pour la pollinisation commerciale;
- **L'intensification des pratiques agricoles**, dont les monocultures suivies de la pauvreté de la biodiversité;
- **Les maladies et les parasites**, notamment la varroase, la nosémose, les loques, les virus et le petit coléoptère de la ruche;
- **L'exposition aiguë et chronique aux pesticides**, qui est attribuable aux traitements que les apiculteurs utilisent dans les ruches et, surtout, aux produits phytosanitaires employés par les agriculteurs pour la production de maïs, de soya, de fruits et de légumes, dont les néonicotinoïdes.

L'enquête annuelle sur la mortalité hivernale des colonies ne permet pas de mettre en évidence l'impact environnemental de tous ces facteurs. Elle permet toutefois de rappeler qu'il est essentiel de travailler sur plusieurs plans pour assurer la pérennité du secteur apicole et des productions agricoles qui en dépendent.

Les insectes pollinisateurs sont essentiels pour assurer la reproduction d'un très grand nombre de fruits, de légumes et de noix. En janvier 2016, Agriculture et Agroalimentaire Canada a estimé que la contribution économique des services de pollinisation livrés par les abeilles domestiques se situait entre 3 et 5 milliards de dollars par année¹⁸.

18. Agriculture et Agroalimentaire Canada, *Aperçu statistique de l'industrie apicole canadienne et contribution économique des services de pollinisation rendus par les abeilles domestiques pour 2013-2014*, janvier 2016.

ANNEXE 1 – QUESTIONNAIRE D’ENQUÊTE SUR LES MORTALITÉS HIVERNALES DE COLONIES D’ABEILLES 2017-2018

Les renseignements recueillis seront traités de façon confidentielle.

***** À COMPLÈTER UNIQUEMENT PAR LES ENTREPRISES POSSÉDANT PLUS DE DIX (10) COLONIES *****

Les données des entreprises possédant moins de dix (10) colonies ne seront pas analysées.

Nom : _____ Téléphone : _____

Municipalité : _____ Numéro d’enregistrement (voir le formulaire de renouvellement) : _____

1. Région où la majorité de vos ruchers étaient situés en 2017

| | | | | |
|-----------------------|------------------|----------------|-------------------------|--|
| Abitibi-Témiscamingue | Centre-du-Québec | Laurentides | Outaouais | |
| Bas-Saint-Laurent | Estrie | Laval-Montréal | Saguenay-Lac-Saint-Jean | |
| Québec-Charlevoix | Gaspésie | Mauricie | Autre région : | |
| Chaudière-Appalaches | Lanaudière | Montérégie | | |

2. Détails sur les pertes hivernales subies durant l’hiver 2017-2018

- a. **Combien** de colonies matures¹⁹ ont été **mises en hivernage** à l’automne 2017?

| Hivernage extérieur | Hivernage intérieur | Total |
|---------------------|---------------------|-------|
| | | |

- b. Parmi toutes les colonies matures hivernées, **combien ont survécu** et étaient considérées comme **viables**²⁰ en date du **15 mai 2018** après la résolution des problèmes printaniers (réunion des colonies faibles, résolution des problèmes liés aux reines, etc.)?

Note importante : Vous ne devez pas inclure dans cette donnée les nouvelles colonies créées par division ou achetées au printemps 2018. Vous devez cependant inclure les colonies hivernées qui auraient été vendues avant le 15 mai 2018.

| Hivernage extérieur | Hivernage intérieur | Total |
|---------------------|---------------------|-------|
| | | |

- c. Quelles sont, selon vous, les **principales causes de mortalité** hivernale de vos colonies? (Veuillez cocher puis classer par ordre d’importance toutes les causes suspectées d’être associées à la mortalité hivernale.)

| ✓ | Cause de mortalité | Classement (1 = la cause la plus importante) |
|---|-------------------------------------|---|
| | Aucune mortalité | |
| | Famine | |
| | Problème lié aux reines | |
| | Mauvais contrôle du varroa | |
| | Nosémosse | |
| | Conditions climatiques défavorables | |
| | Colonies trop faibles à l’automne | |

19. Les nucléi ne doivent pas être inclus dans les colonies matures.

20. Une colonie standard sur 10 cadres est considérée comme viable si elle compte 4 cadres d’abeilles ou plus. Un cadre d’abeilles se définit par une surface couverte d’abeilles à 75 % des deux côtés.

| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| | Autre (<i>Veuillez préciser</i>) : | |
| | Autre (<i>Veuillez préciser</i>) : | |
| | Autre (<i>Veuillez préciser</i>) : | |
| | Cause inconnue/Je ne sais pas | |

3. Traitements utilisés pour le contrôle des maladies

- a. Veuillez cocher les méthodes de traitement utilisées pour le contrôle de la **varroase au printemps**, en cours de saison et à la **fin de saison 2017** ainsi que le **pourcentage** des ruches ayant été traitées (*indiquez toutes les méthodes utilisées*).

| ✓ | Traitement | Pourcentage des ruches traitées (%) | | |
|---|---|-------------------------------------|------------------------------|--------------------|
| | | Printemps 2017 | Mi-saison 2017 ²¹ | Fin de saison 2017 |
| | Fluvalinate (Apistan®) | % | % | % |
| | Coumaphos (CheckMite+®) | % | % | % |
| | Amitraze (Apivar®) | % | % | % |
| | Thymol (Thymovar®) | % | % | % |
| | 65 % d'acide formique – traitements « flash » | % | % | % |
| | 65 % d'acide formique – Mite Wipe | % | % | % |
| | 46,7 % d'acide formique (Mite Away Quick Strips®) | % | % | % |
| | Acide oxalique | % | % | % |
| | Autre (<i>Veuillez préciser</i>) : | % | % | % |
| | Aucun traitement | % | % | % |

- b. Avez-vous effectué le **dépistage du varroa** dans vos ruches durant la saison 2017?

Oui – cartons collants

Oui – lavage à l'alcool

Oui – autre (*Veuillez préciser*)

Non

- c. Veuillez indiquer les méthodes de traitement utilisées pour le contrôle de la **nosémose au printemps** et à **l'automne 2017** ainsi que le pourcentage des ruches ayant été traitées.

| ✓ | Traitement | Pourcentage des ruches traitées (%) | |
|---|-----------------------------|-------------------------------------|--------------|
| | | Printemps 2017 | Automne 2017 |
| | Fumagilline | % | % |
| | Autre (<i>Précisez</i>) : | % | % |
| | Aucun traitement | % | % |

- d. Veuillez indiquer les méthodes de traitement utilisées pour le contrôle de la **loque américaine au printemps** et à **l'automne 2017** ainsi que le pourcentage des ruches ayant été traitées (*indiquez toutes les méthodes utilisées*).

| ✓ | Traitement | Pourcentage des ruches traitées (%) | |
|---|------------------|-------------------------------------|--------------|
| | | Printemps 2017 | Automne 2017 |
| | Oxytétracycline | % | % |
| | Tylosine | % | % |
| | Aucun traitement | % | % |

21. Incrire les traitements effectués en cours de saison (entre deux miellées ou même pendant une miellée). Les traitements effectués suite au retrait définitif des hausses à miel à la fin de la saison doivent être inscrits dans les traitements de fin de saison.

ANNEXE 2 – COMBINAISONS DE TRAITEMENTS CONTRE LE VARROA AYANT ÉTÉ UTILISÉES DURANT LA SAISON APICOLE 2017

| Traitements utilisés | | | Nombre d'entreprises |
|-----------------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------|
| Printemps 2017 | Été 2017 | Automne 2017 | |
| Aucun | Aucun | Acide formique | 28 |
| Aucun | Aucun | Amitraze (Apivar®) | 23 |
| Acide formique | Aucun | Acide formique | 20 |
| Aucun | Aucun | Acide formique, aAcide oxalique | 18 |
| Acide formique | Acide formique | Acide formique | 18 |
| Aucun | Acide formique | Amitraze (Apivar®) | 9 |
| Aucun | Aucun | Thymol (Thymovar®) | 8 |
| Aucun | Aucun | Thymol (Thymovar®), acide oxalique | 8 |
| Acide formique | Acide formique | Acide formique, acide oxalique | 8 |
| Aucun | Acide formique | Acide formique | 7 |
| Aucun | Aucun | Aucun | 6 |
| Aucun | Acide formique | Acide formique, acide oxalique | 6 |
| Aucun | Acide formique | Acide oxalique | 4 |
| Amitraze (Apivar®) | Aucun | Thymol (Thymovar®) | 3 |
| Aucun | Aucun | Fluvalinate (Apistan®) | 3 |
| Aucun | Aucun | Amitraze (Apivar®), acide formique | 3 |
| Acide formique | Aucun | Amitraze (Apivar®) | 3 |
| Acide formique | Aucun | Thymol (Thymovar®) | 3 |
| Acide oxalique | Aucun | Acide oxalique | 2 |
| Acide oxalique | Aucun | Amitraze (Apivar®) | 2 |
| Amitraze (Apivar®) | Aucun | Acide formique | 2 |

| | | | |
|--|--------------------|--|---|
| Aucun | Aucun | Acide oxalique | 2 |
| Aucun | Acide formique | Amitraze (Apivar®), acide formique | 2 |
| Aucun | Acide formique | Thymol (Thymovar®), acide oxalique | 2 |
| Acide formique | Aucun | Fluvalinate (Apistan®) | 2 |
| Acide formique | Aucun | Acide formique, acide oxalique | 2 |
| Acide formique | Aucun | Thymol (Thymovar®), acide oxalique | 2 |
| Acide formique | Acide formique | Thymol (Thymovar®), acide oxalique | 2 |
| Thymol (Thymovar®), acide oxalique | Aucun | Thymol (Thymovar®), acide oxalique | 2 |
| Acide oxalique | Aucun | Fluvalinate (Apistan®), acide oxalique | 1 |
| Acide oxalique | Aucun | Acide formique, acide oxalique | 1 |
| Acide oxalique | Acide formique | Acide formique, acide oxalique | 1 |
| Fluvalinate (Apistan®) | Aucun | Amitraze (Apivar®) | 1 |
| Fluvalinate (Apistan®) | Aucun | Thymol (Thymovar®) | 1 |
| Fluvalinate (Apistan®) | Acide formique | Amitraze (Apivar®) | 1 |
| Fluvalinate (Apistan®), amitraze (Apivar®) | Aucun | Aucun | 1 |
| Fluvalinate (Apistan®), acide formique | Aucun | Thymol (Thymovar®) | 1 |
| Amitraze (Apivar®) | Amitraze (Apivar®) | Amitraze (Apivar®) | 1 |
| Amitraze (Apivar®) | Aucun | Acide oxalique | 1 |
| Amitraze (Apivar®) | Acide formique | Thymol (Thymovar®), acide formique | 1 |
| Amitraze (Apivar®), acide formique | Aucun | Amitraze (Apivar®) | 1 |

| | | | |
|----------------|---------------------------------------|--|---|
| Aucun | Acide oxalique | Acide oxalique | 1 |
| Aucun | Fluvalinate (Apistan®) | Thymol (Thymovar®) | 1 |
| Aucun | Amitraze (Apivar®) | Amitraze (Apivar®) | 1 |
| Aucun | Aucun | Fluvalinate (Apistan®), acide oxalique | 1 |
| Aucun | Aucun | Fluvalinate (Apistan®), amitraze (Apivar®) | 1 |
| Aucun | Aucun | Amitraze (Apivar®), thymol (Thymovar®), acide oxalique | 1 |
| Aucun | Aucun | Thymol (Thymovar®), acide formique | 1 |
| Aucun | Aucun | Thymol (Thymovar®), acide formique, acide oxalique | 1 |
| Aucun | Acide formique | Fluvalinate (Apistan®) | 1 |
| Aucun | Acide formique | Fluvalinate (Apistan®), amitraze (Apivar®) | 1 |
| Aucun | Acide formique | Thymol (Thymovar®) | 1 |
| Aucun | Thymol (Thymovar®) | Acide formique | 1 |
| Aucun | Thymol (Thymovar®), acide formique | Thymol (Thymovar®), acide oxalique | 1 |
| Autre | Autre | Acide oxalique, autre | 1 |
| Acide formique | Aucun | Fluvalinate (Apistan®), acide oxalique | 1 |
| Acide formique | Aucun | Amitraze (Apivar®), acide formique | 1 |
| Acide formique | Aucun | Aucun | 1 |
| Acide formique | Aucun | Thymol (Thymovar®), acide formique | 1 |
| Acide formique | Aucun | Thymol (Thymovar®), acide formique, oxalique | 1 |
| Acide formique | Acide formique | Amitraze (Apivar®) | 1 |

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---|
| Acide formique | Acide formique | Amitraze (Apivar®), acide formique | 1 |
| Acide formique | Acide formique | Thymol (Thymovar®) | 1 |
| Acide formique | Thymol (Thymovar®) | Acide oxalique | 1 |
| Acide formique, acide oxalique | Aucun | Acide formique, acide oxalique | 1 |
| Acide formique, acide oxalique | Acide formique, acide oxalique | Acide formique, acide oxalique | 1 |
| Acide formique, autre | Autre | Acide formique, autre | 1 |
| Acide formique, autre | Acide formique, autre | Acide formique, acide oxalique | 1 |
| Thymol (Thymovar®) | Aucun | Acide oxalique | 1 |
| Thymol (Thymovar®) | Aucun | Acide formique | 1 |
| Thymol (Thymovar®) | Aucun | Acide formique, acide oxalique | 1 |
| Thymol (Thymovar®) | Aucun | Thymol (Thymovar®) | 1 |
| Thymol (Thymovar®) | Aucun | Thymol (Thymovar®), acide oxalique | 1 |
| Thymol (Thymovar®) | Autre | Thymol (Thymovar®) | 1 |
| Thymol (Thymovar®) | Acide formique | Thymol (Thymovar®), acide oxalique | 1 |
| Thymol (Thymovar®) | Thymol (Thymovar®) | Thymol (Thymovar®) | 1 |
| Thymol (Thymovar®), acide formique | Aucun | Acide formique | 1 |

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE CANADA. *Aperçu statistique de l'industrie apicole canadienne et contribution économique des services de pollinisation rendus par les abeilles domestiques pour 2013-2014*, janvier 2016.

ASSOCIATION CANADIENNE DES PROFESSIONNELS DE L'APICULTURE. *Rapport sur la mortalité hivernale de colonies d'abeilles au Canada*, 2017.

BARTOMEUS, I., et autres. "Historical Changes in Northeastern US Bee Pollinators Related to Shared Ecological Traits". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, USA, 2013, 110(12): 4656-4660.

BELZILE, L. *La productivité apicole et les services de pollinisation*, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement, 2015.

CAMERON, S. A., et autres. "Patterns of Widespread Decline in North American Bumble Bees". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2011, 108(2): 662-667.

CORNMAN, R. S., et autres. "Pathogen Webs in Collapsing Honey Bee Colonies". *PLOS ONE*, S. K. Highlander, 2012, 7(8).

DAINAT, B., et autres. "Predictive Markers of Honey Bee Colony Collapse". *PLOS ONE*, P. V. Aguilar, 2012, 7(2).

GENERSCH, E., et autres. "The German Bee Monitoring Project: A Long Term Study to Understand Periodically High Winter Losses of Honey Bee Colonies". *Apidologie*, 2010, 41(3): 332-352.

GOULSON, D., et autres. "Bee Declines Driven by Combined Stress from Parasites, Pesticides, and Lack of Flowers". *Science*, 2015, 347(6229): 1255957.

GRIXTI, J. C., et autres. "Decline of Bumble Bees (*Bombus*) in the North American Midwest". *Biological Conservation*, 2009, 142(1): 75-84.

HALLMANN, C. A., et autres. "More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas". *PLoS ONE*, 2017, 12(10): e0185809.

KOH, I., et autres. "Modeling the Status, Trends, and Impacts of Wild Bee Abundance in the United States", *PNAS*, 2016, vol. 113, no 1, 140-145.

POTTS, S. G., et autres. "Global Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers". *Trends in Ecology and Evolution*, 2010, 25(6): 345-353.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). *Colony Collapse Disorder and Honey Bee Health Action Plan*, mai 2015.

VAN DER ZEE R., et autres. "An Observational Study of Honey Bee Colony Winter Losses and Their Association with Varroa Destructor, Neonicotinoids and Other Risk Factors". *PLOS ONE*, 2015, 10(7).