



BULLETIN ZOOSANITAIRE

ENQUÊTE ANNUELLE SUR LA MORTALITÉ HIVERNALE DES COLONIES D'ABEILLES AU QUÉBEC EN 2020-2021

RÉSUMÉ

En 2021, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) a réalisé son enquête en ligne. **Tous les apiculteurs enregistrés** ayant une adresse courriel dans leur dossier ont été invités à remplir le questionnaire. Parmi ces 1 176 apiculteurs, 709 y ont répondu (pourcentage de participation de 60 %). Les objectifs de cette enquête sont de faire état des pertes hivernales dans les colonies d'abeilles, de déterminer les causes probables de mortalité selon l'avis des apiculteurs et de tracer un bref portrait des pratiques apicoles pour contrôler la varroase, la nosérose et la loque américaine.

FAITS SAILLANTS

21 %

Mortalité hivernale globale pour l'année 2020-2021



Selon les apiculteurs, la mortalité est attribuable aux colonies trop faibles à l'automne, au varroa, aux problèmes liés aux reines et aux conditions climatiques défavorables.



Environ les deux tiers (**68 %**) des apiculteurs effectuent le dépistage du varroa.



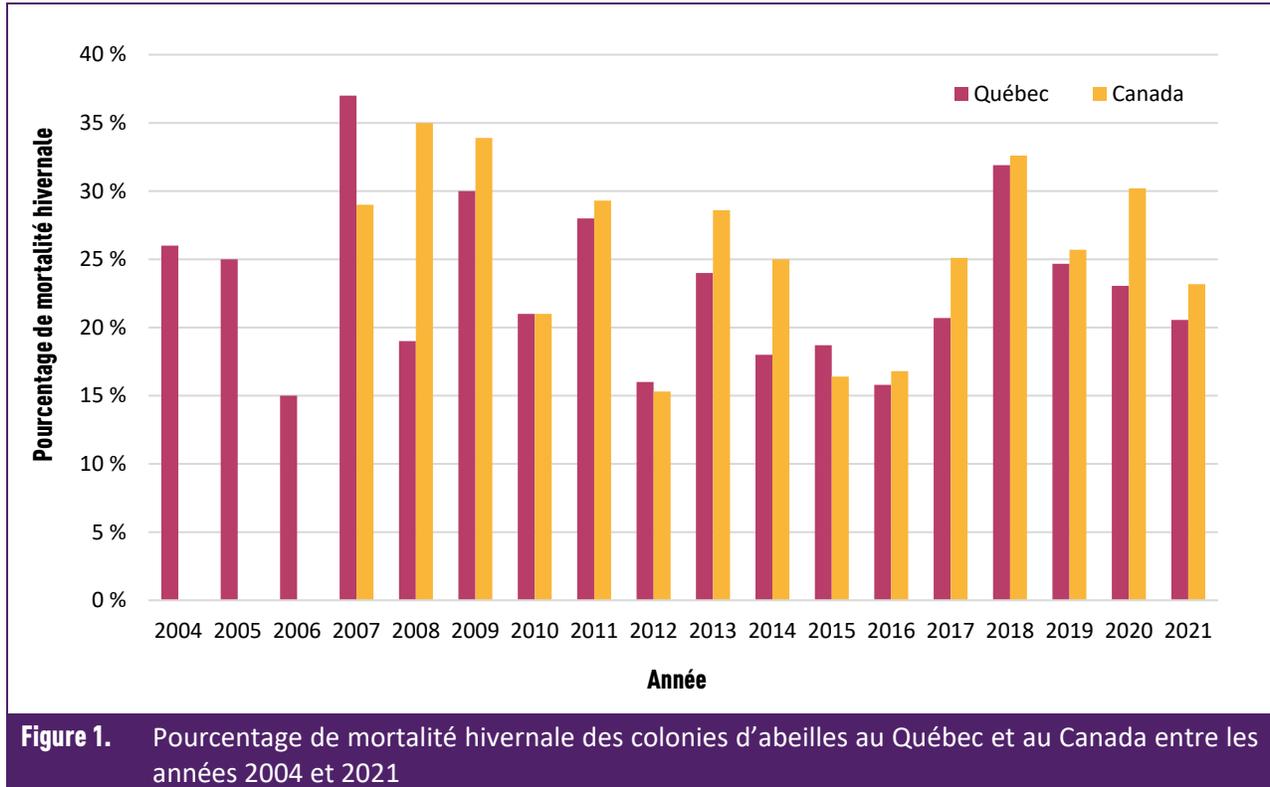
Les traitements contre le varroa utilisés par le plus grand nombre d'apiculteurs sont à base d'acides organiques, alors que l'amitraz (Apivar®) est l'acaricide appliqué dans le plus grand nombre de colonies.



La fumagilline est utilisée par **1 %** des apiculteurs (soit 10 % des colonies) pour le contrôle de la nosérose.
L'oxytétracycline est utilisée par **1 %** des apiculteurs (soit 16 % des colonies) pour le contrôle de la loque américaine.

INTRODUCTION

La mortalité hivernale des colonies d'abeilles au Québec varie beaucoup d'année en année. Elle se situe généralement au-dessus de la barre des 15 %. Bien que des écarts soient possibles, elle est généralement semblable à la mortalité hivernale dans l'ensemble du Canada. La **figure 1** montre la mortalité hivernale au Québec et au Canada selon les années, y compris pour l'année 2021.



Globalement, le nombre de colonies d'abeilles domestiques augmente depuis les années 2000, mais il est demeuré relativement stable dans les dernières années, tant au Québec qu'au Canada (**figure 2**). Il est toutefois important de ne pas utiliser ces données pour tirer des conclusions sur l'état des populations de pollinisateurs sauvages. En effet, les études récentes tendent à démontrer que ces populations sont en déclin (Hallmann, 2017; Bartomeus, 2013; Cameron, 2011; Goulson, 2015; Grixti, 2009; Koh, 2016 et Potts, 2010).

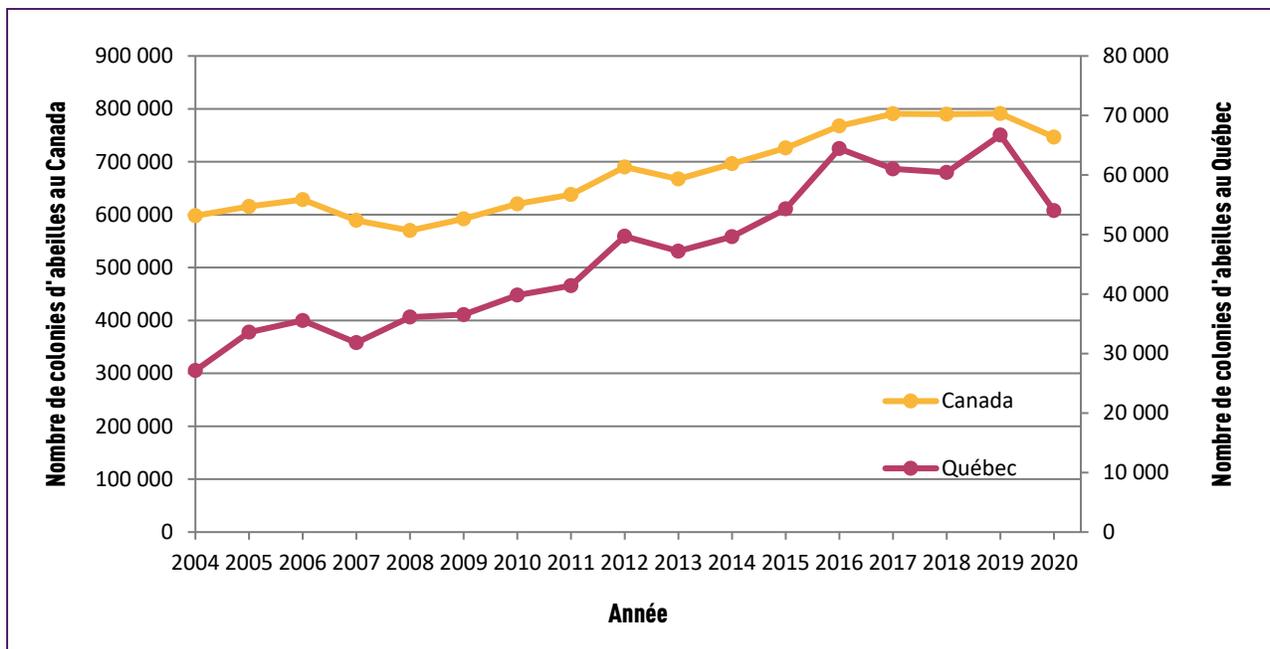


Figure 2. Nombre de colonies d’abeilles au Québec et au Canada depuis l’année 2004 (source : Statistique Canada)

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. Différents facteurs ont été proposés au cours de la dernière décennie pour expliquer la mortalité anormalement élevée des colonies d’abeilles, et le cumul de plusieurs d’entre eux semble amplifier les dommages (Cornman, 2011; Genersch, 2010 et Van der Zee, 2015). 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, qui entraînent un appauvrissement de la biodiversité;
- Les maladies et parasites, notamment la varroase, la nosérose, 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 aux produits phytosanitaires employés par les agriculteurs pour la production de maïs, de soya, de fruits et de légumes.

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 2020-2021. 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 pour contrôler la varroase, la nosérose ainsi que la loque américaine et la loque européenne, et déterminer si ces pratiques influent sur la mortalité hivernale.

MÉTHODOLOGIE

Collecte de données

Par les années passées, le MAPAQ acheminait au mois d'avril un questionnaire papier sur la mortalité hivernale des colonies à tous les propriétaires d'abeilles qui étaient enregistrés l'année précédente, en même temps que le formulaire de renouvellement de l'enregistrement obligatoire. En 2021, la Direction de la santé animale a décidé de réaliser son enquête entièrement en ligne, indépendamment de l'envoi postal du Service des permis.

En mai 2021, les 1 176 propriétaires d'abeilles qui étaient enregistrés au MAPAQ et qui avaient fourni une adresse courriel dans leur fiche d'enregistrement ont donc reçu une invitation par courriel à remplir le questionnaire d'enquête sur la plateforme Web LimeSurvey. Chaque apiculteur a reçu un lien unique vers un questionnaire qui ne pouvait être rempli qu'une seule fois. Au total, 709 apiculteurs ont répondu au questionnaire.

Le comité responsable de l'enquête nationale de l'Association canadienne des professionnels de l'apiculture (ACPA) avait préparé une série de questions afin que la méthodologie soit harmonisée à l'échelle canadienne. Le MAPAQ a construit son questionnaire d'enquête (annexe 1) à partir de ces questions harmonisées et en a établi les modalités d'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);
- 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.

Estimation de la mortalité hivernale

Le **pourcentage global** de mortalité hivernale des colonies d'abeilles a été calculé de la façon suivante afin de caractériser l'ensemble des colonies hivernées au Québec en 2020-2021 :

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

Un **pourcentage moyen** de mortalité hivernale a aussi été calculé **par entreprise** dans le but de déterminer la mortalité hivernale pour chaque entreprise ayant participé à l'enquête :

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

Sauf exception, toutes les analyses mentionnées dans le présent rapport ont été faites sur la base du **pourcentage global** de mortalité hivernale des colonies.

Classement des causes de mortalité

Les apiculteurs devaient énumérer et classer les causes de mortalité dans leurs ruchers. Ils pouvaient en nommer autant qu'ils le voulaient.

Afin de déterminer l'importance relative des causes au Québec, celles-ci ont été classées selon le **nombre d'apiculteurs les ayant placées au premier rang**.

Des ratios ont également été calculés à l'aide de la formule suivante afin de tenir compte des causes qui ont été rapportées fréquemment, mais qui ne figurent pas au premier rang :

$$\frac{\text{Somme des rangs attribués par les apiculteurs}}{\text{Nombre de fois que la cause a été rapportée}}$$

Les causes ayant les plus petits ratios ont donc été classées au premier rang par les apiculteurs.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Niveau de réponse et caractéristiques des apiculteurs

En 2021, il y a 709 apiculteurs qui ont participé à l'enquête. Cet échantillon représente 60 % des apiculteurs enregistrés du Québec. En outre, si l'on considère que 55 508 colonies d'abeilles ont été déclarées lors de l'enregistrement 2020 et que les apiculteurs répondants ont déclaré 36 396 colonies d'abeilles adultes à l'automne 2020, on constate que l'échantillon représente 65 % des colonies du Québec. Le tableau 1 présente le nombre d'apiculteurs et le pourcentage de participation en fonction du nombre de colonies qu'ils possèdent.

Estimation du taux de mortalité hivernale



Si l'on considère dans leur ensemble toutes les colonies d'abeilles hivernées au Québec en 2020, le pourcentage de mortalité hivernale global est estimé à **20,56 %** pour la saison apicole 2020-2021.

Le **tableau 1** montre le taux de mortalité globale (total de ruches non viables/total de ruches hivernées) selon le nombre de colonies que les apiculteurs possèdent. Il contient également des données sur le pourcentage de participation.

Nombre de colonies possédées	Nombre d'apiculteurs répondants (pourcentage des répondants)	Pourcentage de participation ¹	Total de ruches hivernées (pourcentage des ruches des répondants)	Taux de mortalité global
De 1 à 9	527 (74 %)	54 %	1 823 (5 %)	37 %
De 10 à 49	114 (16 %)	73 %	2 298 (6 %)	32 %
De 50 à 199	40 (6 %)	58 %	4 305 (12 %)	28 %
200 et plus	28 (4 %)	67 %	27 970 (77 %)	16 %
Total	709	60 %	36 396	21 %

Ce tableau illustre bien la répartition hétérogène des colonies au Québec. Alors que 74 % des répondants possèdent moins de 10 ruches, pour un total de 5 % des colonies de cette enquête, 4 % des répondants ont ensemble 77 % des colonies faisant l'objet de l'enquête. Les résultats de cette enquête présentés en nombre d'apiculteurs sont donc plus représentatifs des petites entreprises apicoles, alors que les résultats présentés en nombre de colonies représentent mieux les entreprises de grande taille.

Le pourcentage de participation était similaire pour tous les apiculteurs, peu importe le nombre de colonies possédées. Ainsi, les résultats du sondage ne sont pas plus représentatifs d'une catégorie d'apiculteurs que d'une autre.

Le taux de mortalité global des colonies, quant à lui, diminue lorsque le nombre de colonies possédées augmente. Cette situation indique qu'il existe probablement des différences entre l'expérience et les méthodes de gestion de ces groupes d'apiculteurs.

Le **tableau 2** montre la répartition des entreprises en fonction du pourcentage de mortalité hivernale qu'elles ont déclaré. La majorité des entreprises a rapporté un pourcentage de mortalité hivernale qui se situe entre 10 et 30 %.

Pourcentage de mortalité	Nombre d'apiculteurs (pourcentage d'apiculteurs)
Aucune mortalité	247 (35 %)
De 1 colonie à 10 %	36 (5 %)
De 10 % à 30 %	125 (18 %)
De 30 % à 50 %	48 (7 %)
De 50 % à 70 %	97 (14 %)
De 70 % à 90 %	32 (5 %)
Plus de 90 %	124 (17 %)

Puisqu'un grand nombre de répondants possédaient très peu de colonies, il n'est pas surprenant que plusieurs n'aient rapporté aucune mortalité ou une mortalité de près de 100 %. En effet, pour un dénominateur d'une colonie, les deux possibilités sont que la ruche ait survécu (0 %) ou qu'elle soit morte (100 %). C'est la raison pour laquelle les taux de mortalité sont calculés de façon globale (à partir

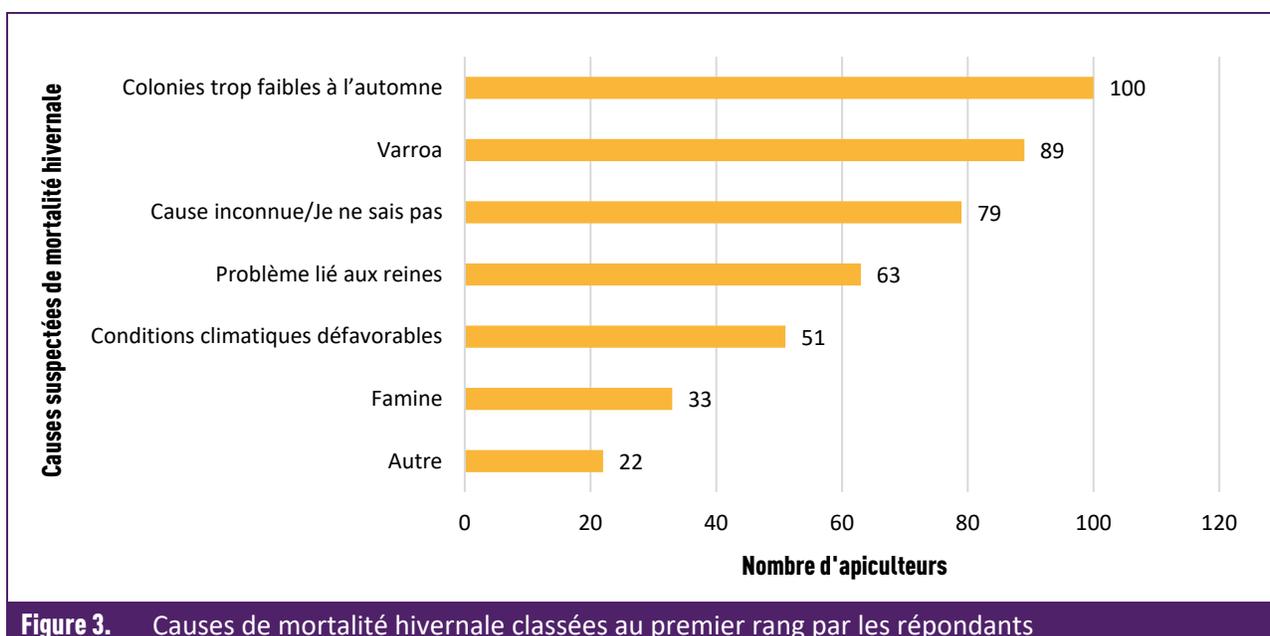
1. Le pourcentage de participation représente le nombre de répondants divisé par le nombre d'apiculteurs enregistrés ayant déclaré posséder le nombre correspondant de colonies. Il est possible que des apiculteurs ne possédaient pas le même nombre de colonies au moment de remplir le sondage que quand ils ont fait leur enregistrement.

de la somme des colonies), plutôt que de présenter des taux moyens (moyenne des taux de mortalité par apiculteur).

Outre ces extrêmes, les taux de mortalité les plus souvent rapportés se situaient entre 10 et 30 %.

Principales causes suspectées de mortalité

Les répondants à l'enquête ayant déclaré de la mortalité devaient indiquer, sur une liste qui leur avait été préalablement fournie, la ou les causes de mortalité de leurs colonies selon eux. Parmi ceux-ci, 437 ont nommé au moins une cause. Ces causes peuvent être difficiles à déterminer pour les apiculteurs, et il faut considérer qu'elles n'ont pas été vérifiées sur le terrain. De plus, dans plusieurs cas, la situation est probablement complexe et multifactorielle. Il n'est pas facile alors de reconnaître la ou les causes primaires. Toutefois, ces données permettent de connaître les préoccupations des apiculteurs du Québec. La **figure 3** présente les causes qu'ils ont placées au premier rang.



Ainsi, les apiculteurs attribuent la mortalité de leurs colonies principalement aux colonies trop faibles à l'automne, au varroa, aux problèmes liés aux reines et aux conditions climatiques défavorables. Il est intéressant de regarder plus attentivement si les apiculteurs qui possèdent un plus grand nombre de colonies rapportent les mêmes causes de mortalité que ceux qui en ont de petits nombres. Lorsqu'on considère uniquement les données des entreprises qui possèdent 50 colonies ou plus, le varroa, les reines, les colonies faibles et les conditions climatiques sont aussi les trois causes les plus souvent placées au premier rang. Que ce soit pour l'ensemble des répondants ou pour les entreprises de 50 colonies ou plus, le classement des causes de mortalité selon le ratio de la somme des rangs et de la fréquence de mention conduit aux mêmes résultats.

Une recherche allemande (Genersch, 2010) a démontré, sans trop de surprise, que la faiblesse de la colonie à l'automne était un prédicteur de la mortalité hivernale. Toutefois, il ne s'agit que d'un symptôme indiquant un problème sous-jacent. Les causes possibles de faiblesse des colonies sont multiples. Elles vont des problèmes de reine à la présence de maladies telles que la varroase. Nous constatons donc **la possibilité de confusion** entre ces causes.

Cette année, le varroa a pris de l'importance dans les préoccupations des apiculteurs du Québec. D'autres sources d'information (dont les inspections sanitaires et les analyses de laboratoire du MAPAQ) témoignent également de la fréquence et des répercussions considérables de ce parasite dans les ruchers. *Varroa destructor* a été largement identifié comme une cause des pertes de colonies dans le monde, notamment en Europe (Genersch, 2010; Chauzat, 2010; Dainat, 2012 et Van Der Zee, 2015). Une étude ontarienne a conclu que la varroase, qui est associée à plus de 85 % de la mortalité dans 400 colonies, était la principale cause de mortalité hivernale dans cette région et probablement dans les climats nordiques (Guzmán-Novoa, 2010). Un haut taux d'infestation des colonies par *V. destructor* est d'ailleurs considéré comme la principale menace pour la survie hivernale des colonies en Allemagne (Genersch, 2010).

En ce qui concerne les problèmes de reine, le projet de Genersch (2010) a établi un lien entre l'âge de cette dernière et la mortalité hivernale. En effet, les colonies dont la cause de la mort était clairement l'absence de reine représentaient 10 % des 504 colonies qui étaient mortes au cours du projet. Quant à la famine, elle est responsable de seulement 3 % de la mortalité. Il apparaît donc que **la mortalité serait rarement causée par des facteurs facilement identifiables tels que l'absence de reine et la famine.**

Il semble que les conditions climatiques aient été moins préoccupantes qu'au cours des dernières années pour les apiculteurs québécois. Une étude conduite en Autriche a démontré que les conditions climatiques et météorologiques à long terme ont un effet sur la mortalité hivernale des abeilles (Switanek, 2017). L'équipe de chercheurs a construit un modèle statistique pour prédire la mortalité par colonie en utilisant les données de température et de précipitations comme prédicteurs. Les auteurs mentionnent toutefois que l'effet du climat sur la mortalité pourrait être indirect, puisque les conditions météorologiques peuvent avoir une incidence sur le type de production agricole et, par conséquent, sur l'utilisation de pesticides. Cette étude démontre bien à quel point **il est compliqué d'attribuer la mortalité des colonies à un facteur précis.**

En conclusion, il apparaît que la mortalité peut résulter de multiples facteurs relatifs à l'environnement, à la gestion et à la salubrité qui, en plus, sont souvent liés entre eux. Il n'est donc pas étonnant que 79 répondants (soit 18 % des répondants) aient coché la case « Cause inconnue/Je ne sais pas » comme première cause de mortalité.

Effet de la pandémie sur la mortalité hivernale

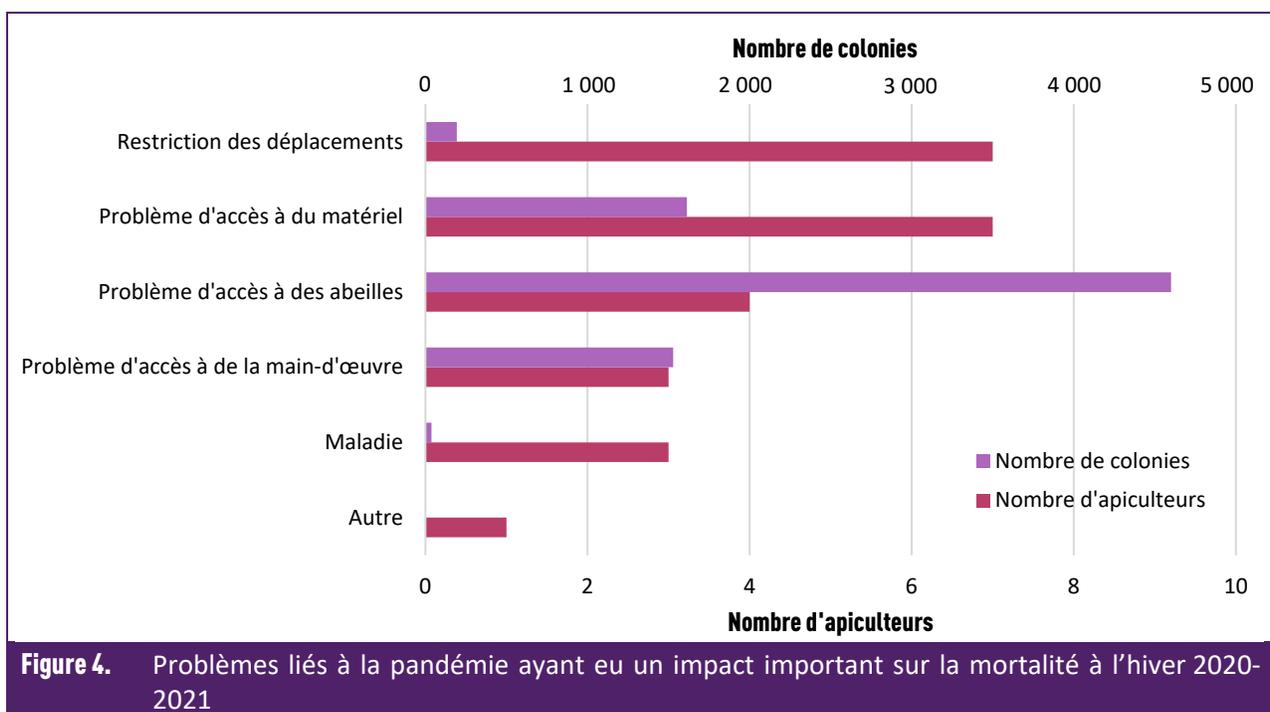
La pandémie a causé de nombreux autres problèmes à l'industrie apicole en 2020, au-delà du simple risque de contracter la COVID-19 et de tomber malade. Les retards et annulations de vols internationaux ont engendré des problèmes d'importation de reines et de paquets d'abeilles. Les travailleurs étrangers temporaires ont eu des difficultés à obtenir des visas, à organiser leur voyage, à entrer au pays et à effectuer leur quarantaine. Certaines fournitures, comme le sucre, étaient limitées, et des restrictions de voyage ont été imposées dans et entre certaines provinces ou régions.

Dans l'enquête de 2021, les apiculteurs ayant déclaré la perte de colonies ont été invités à évaluer l'effet des problèmes liés à la COVID-19 sur la mortalité hivernale sur une échelle de 1 à 10 (1 signifiant aucun effet et 10, un effet majeur). Un total de 452 apiculteurs ont répondu à la question. Le tableau 3

présente les résultats. La distribution des scores indique que l'effet médian² de la pandémie sur la mortalité hivernale était de 1, c'est-à-dire nul.

Score	Nombre d'apiculteurs	Nombre de colonies	Mortalité hivernale (%)
1-2	401	27 495	18,5 %
3-4	19	563	33,6 %
5-6	16	4 579	39,3 %
7-8	13	1 843	15,2 %
9-10	3	22	54,5 %
Total	452	34 502	21,4 %

Au total, 21 apiculteurs possédant en tout 6 215 colonies ont déclaré un effet élevé (6 et plus). Ils ont été invités à préciser les problèmes ayant eu un impact sur le taux de mortalité de leurs abeilles et à les classer en ordre d'importance. La figure 4 montre ces problèmes.



La restriction des déplacements, entre les régions du Québec ou les provinces, a eu des conséquences pour plusieurs apiculteurs possédant peu de colonies. Puisque les déplacements étaient autorisés pour des raisons agricoles, on pouvait s'attendre à ce que le contrôle des déplacements ne pose pas de problèmes aux entreprises apicoles possédant un nombre important de colonies. Ces entreprises ont plutôt rapporté des problèmes d'accès à du matériel nécessaire à la gestion de leur exploitation (ex. : sirop), à des abeilles (reines, paquets d'abeilles, etc.) et à de la main-d'œuvre (ex. : travailleurs étrangers temporaires). Trois apiculteurs possédant peu de colonies ont eu des problèmes liés à la maladie (la

2. La médiane est la valeur qui sépare la moitié inférieure de la moitié supérieure d'une distribution. C'est un indicateur de tendance centrale qui s'avère plus représentatif que la moyenne lorsque la distribution est asymétrique, c'est-à-dire qu'on trouve plus de valeurs basses ou élevées que centrales.

personne qui s'occupait des ruches ou un proche est tombé malade durant la pandémie). L'autre problème rapporté est le manque de temps d'un apiculteur qui était travailleur de la santé.

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.

Le **tableau 4** présente la moyenne des taux de mortalité hivernale dans les entreprises selon le type d'hivernage. Au Québec, la plupart des colonies sont hivernées à l'intérieur. Notons que certaines entreprises utilisent les deux méthodes d'hivernage et que d'autres n'ont pas répondu à cette question. C'est la raison pour laquelle le nombre total d'entreprises qui figure dans ce graphique n'est pas égal au nombre de répondants.

Tableau 4. Nombre total de ruches hivernées à l'intérieur ou à l'extérieur et mortalité associée durant l'hiver 2020-2021

Méthode d'hivernage	Nombre d'apiculteurs	Nombre de colonies	Mortalité hivernale (%)
À l'extérieur	646	13 376	22,5
À l'intérieur	75	23 020	19,4

Mortalité par région

Tableau 5. Nombre d'apiculteurs et de colonies et mortalité globale par région à l'hiver 2020-2021

Région	Nombre d'apiculteurs	Nombre de colonies	Mortalité globale (%)
Abitibi-Témiscamingue	15	4 405	39,07
Bas-Saint-Laurent	19	731	9,44
Capitale-Nationale	74	1 992	28,51
Centre-du-Québec	37	8 169	11,87
Chaudière-Appalaches	57	2 535	11,52
Côte-Nord	6	210	19,05
Estrie	101	1 263	28,50
Lanaudière	55	2 302	20,29
Laurentides	46	5 318	10,34
Laval	14	71	30,99
Mauricie	21	1 295	19,46
Montréal	113	3 930	25,19
Montréal	32	184	73,91
Outaouais	65	603	35,66
Saguenay-Lac-Saint-Jean	48	3 329	24,90
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	5	42	2,38
Total général	708	36 379	20,57

Comme le montre le **tableau 5**, les répondants de ce sondage se trouvaient en grande partie en Montérégie, en Estrie et dans la Capitale-Nationale, alors que la majorité des colonies faisant l'objet de l'enquête étaient plutôt au Centre-du-Québec, dans les Laurentides et en Abitibi-Témiscamingue. Les régions ayant subi les plus grandes pertes à l'hiver 2020-2021 sont Montréal, l'Abitibi-Témiscamingue et l'Outaouais. La mortalité à Montréal, où les répondants possèdent en moyenne 5,75 colonies, est beaucoup plus élevée que dans les autres régions. Cette situation pourrait indiquer qu'il existe un

problème de ressources nutritives suffisantes dans cette région urbaine ou un problème de connaissances et d'expérience des apiculteurs en ce qui concerne les saines pratiques apicoles.

Mortalité hivernale et gestion des maladies

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

Varroase³

Le **tableau 6** présente les différentes combinaisons de méthodes utilisées par les répondants pour le dépistage du varroa. Au total, 672 apiculteurs (35 293 colonies) ont indiqué les méthodes de dépistage utilisées en 2020.

Tableau 6. Méthodes de dépistage du varroa utilisées durant l'année 2020		
Méthode (combinaisons)	Nombre d'apiculteurs (pourcentage)	Nombre total de colonies
Carton collant (uniquement)	359 (54 %)	8 269
Aucune	195 (29 %)	3 041
Autre	45 (7 %)	1 508
Lavage à l'alcool	33 (5 %)	2 541
Carton collant et lavage à l'alcool	23 (3 %)	18 178
Carton collant et autre	14 (2 %)	124
Carton collant, lavage à l'alcool et autre	2 (< 1 %)	236

Au Québec, plus d'un apiculteur sur quatre (215/692) **ne pratique pas de dépistage du varroa dans ses colonies**. Pourtant, le dépistage est un élément fondamental de la lutte intégrée contre la varroase. Lorsqu'il est effectué, il se fait principalement à l'aide de cartons collants placés sur le plancher de la ruche et, dans une moindre mesure, selon la technique du lavage à l'alcool. Certains apiculteurs utilisent une combinaison de ces deux méthodes ou une combinaison avec une autre méthode. En revanche, la majorité des colonies font l'objet d'un dépistage combinant les cartons collants et le lavage à l'alcool, ce qui démontre que les entreprises possédant un nombre élevé de colonies portent une attention particulière au dépistage du varroa.

Parmi les autres méthodes de dépistage mentionnées par les répondants, on trouve notamment l'observation des cellules de faux-bourdon (7), le lavage au sucre en poudre (7), l'utilisation d'un cadre vert (6), le lavage au CO₂ (2), la chute totale à la suite de l'application d'un acaricide (3) et l'examen visuel des abeilles (21). Rappelons que l'examen visuel n'est pas une méthode de dépistage qui permet de déceler de façon précoce la hausse des niveaux de varroa. Par conséquent, elle ne convient pas comme unique méthode de dépistage dans le cadre d'une gestion parasitaire intégrée.

3. Le MAPAQ a produit plusieurs documents d'information afin d'accompagner les apiculteurs dans la gestion du varroa. Pour les consulter, visitez la page www.mapaq.gouv.qc.ca/abeille ou cliquez sur les liens suivants :

- [Varroa destructor : mieux comprendre l'ennemi](#)
- [Le contrôle de la varroase dans un contexte de lutte intégrée](#)
- [Calendrier de contrôle de la varroase](#)
- [Test de Pettis](#)

Pour chaque méthode de dépistage, le nombre d'entreprises et de colonies dépistées a été réparti selon la fréquence de dépistage : au printemps seulement, à la mi-saison seulement, en fin de saison seulement, deux fois par année ou trois fois par année (**tableau 7**). Le **pourcentage de colonies dépistées** indique la proportion globale de colonies possédées par les apiculteurs de cette catégorie qui ont fait l'objet d'un dépistage. Notez que ce ne sont pas tous les répondants qui ont spécifié la fréquence de dépistage; la somme des apiculteurs est donc inférieure à 672. De plus, il est possible que des apiculteurs et leurs colonies se retrouvent dans plusieurs colonnes du tableau s'ils ont combiné plusieurs méthodes de dépistage au courant de l'année.

Moment du dépistage	Technique de dépistage		
	Carton collant	Lavage à l'alcool	Autre
Aucun dépistage			
Nombre d'apiculteurs		195	
Nombre de colonies (pourcentage de colonies dépistées)		3 041 (0 %)	
Printemps seulement			
Nombre d'apiculteurs	17	5	2
Nombre de colonies (pourcentage de colonies dépistées)	1332 (30 %)	574 (18 %)	6 (18 %)
Mi-saison seulement			
Nombre d'apiculteurs	28	15	11
Nombre de colonies (pourcentage de colonies dépistées)	1 177 (47 %)	3 737 (22 %)	1 497 (22 %)
Fin de saison seulement			
Nombre d'apiculteurs	64	12	10
Nombre de colonies (pourcentage de colonies dépistées)	11 726 (14 %)	2 901 (3 %)	70 (3 %)
Deux fois par année			
Nombre d'apiculteurs	112	19	19
Nombre de colonies (pourcentage de colonies dépistées)	3 739 (81 %)	10 439 (13 %)	250 (13 %)
Trois fois par année			
Nombre d'apiculteurs	113	8	38
Nombre de colonies (pourcentage de colonies dépistées)	8 141 (22 %)	4 700 (2 %)	1 224 (2 %)

Les méthodes les plus fréquentes chez les apiculteurs qui effectuent un dépistage sont le carton collant en fin de saison, deux ou trois fois par année, dans 14 à 81 % des colonies. Les techniques les plus utilisées dans les colonies du Québec (c'est-à-dire dans les grandes entreprises) sont le carton collant en fin de saison seulement ou trois fois par année, et le lavage à l'alcool deux fois par année, dans 13 à 22 % des colonies. Rappelons qu'au Québec, il est recommandé d'échantillonner un minimum de 12 colonies dans les ruchers de plus de 40 colonies, de 11 colonies dans les ruchers de 25 colonies et de 9 colonies dans les ruchers de 15 colonies ainsi que l'ensemble des colonies dans les ruchers de 5 colonies.

Par ailleurs, les répondants devaient indiquer sur une liste le ou les produits de traitement qu'ils avaient utilisés en 2020 pour lutter contre la varroase. Au total, 692 apiculteurs possédant 36 095 colonies ont répondu à la question. La **figure 5** 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'amitraz (Apivar®) et au thymol (Thymovar®). Si la méthode « flash » (65 % d'acide formique) est la plus populaire chez les apiculteurs, c'est l'Apivar® (Amitraz), suivi de près par l'acide oxalique par sublimation, qui est le plus appliqué dans l'ensemble des colonies du Québec. Cela traduit la popularité de ce traitement dans les entreprises de plus grande taille.

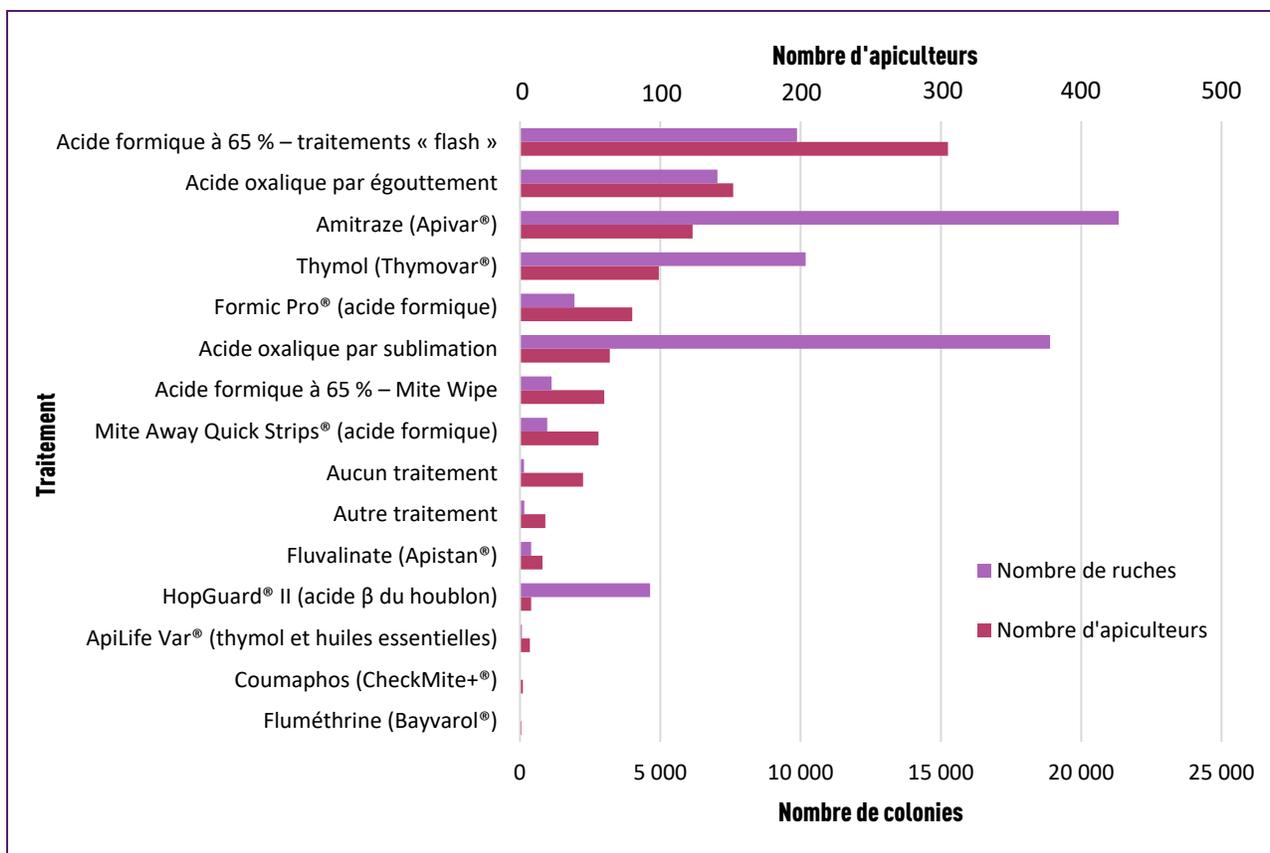


Figure 5. Fréquence d'utilisation par les apiculteurs des traitements pour lutter contre le varroa (chaque apiculteur pouvait mentionner un ou plusieurs produits)

Parmi les autres traitements mentionnés, on trouve notamment des huiles essentielles et des méthodes de lutte physique pour compléter la lutte chimique, comme le cadre à faux-bourdon.

De plus, les traitements que les apiculteurs utilisent pour lutter contre le varroa varient selon la saison (**tableau 7**).

Tableau 7. Fréquence d'utilisation des différents traitements contre la varroase selon la saison

Printemps				
Traitement	Nombre d'apiculteurs (%)		Nombre de colonies (%)	
Aucun traitement	423	(61,1 %)	15 737	(43,6 %)
Flash	120	(17,3 %)	5 908	(16,4 %)
Formic Pro®	30	(4,3 %)	421	(1,2 %)
Apivar®	25	(3,6 %)	5 387	(14,9 %)
Thymovar®	23	(3,3 %)	696	(1,9 %)
MAQS®	20	(2,9 %)	782	(2,2 %)
Mite Wipe	15	(2,2 %)	499	(1,4 %)
Acide oxalique	7	(1,0 %)	181	(0,5 %)
Acide formique ⁴ + acide oxalique	7	(1,0 %)	39	(0,1 %)
Apistan®	5	(0,7 %)	54	(0,1 %)
Combinaison de 2 formes d'acide formique	4	(0,6 %)	230	(0,6 %)
Apivar® + acide organique ⁵ /Thymovar®	3	(0,4 %)	1 559	(4,3 %)
Thymovar® + acide formique et/ou acide oxalique	3	(0,4 %)	20	(0,1 %)
Autre traitement	3	(0,4 %)	15	(0,0 %)
HopGuard® II	2	(0,3 %)	4 563	(12,6 %)
ApiLife Var®	2	(0,3 %)	4	(0,0 %)
Mi-Saison				
Traitement	Nombre d'apiculteurs (%)		Nombre de colonies (%)	
Aucun traitement	525	75,9 %	29 769	82,5 %
Flash	76	11,0 %	2 874	8,0 %
Formic Pro®	25	3,6 %	660	1,8 %
MAQS®	15	2,2 %	81	0,2 %
Mite Wipe	9	1,3 %	396	1,1 %
Apivar®	8	1,2 %	333	0,9 %
Cadre à faux-bourdon	6	0,9 %	26	0,1 %
Thymovar®	5	0,7 %	10	0,0 %
Combinaison de 2 formes d'acide formique	5	0,7 %	489	1,4 %
Combinaison de 2 ou 3 acides organiques ou Thymovar®	4	0,6 %	12	0,0 %
Acide oxalique	4	0,6 %	14	0,0 %
Autre	4	0,6 %	14	0,0 %
Flash + acide oxalique	3	0,4 %	1 407	3,9 %
Apivar® + Formic Pro®	1	0,1 %	2	0,0 %
HopGuard® II	1	0,1 %	6	0,0 %
ApiLife Var®	1	0,1 %	2	0,0 %

4. Les formes d'acide formique incluent les traitements de type « flash », l'application de type Mite Wipe, le Formic Pro® et les MAQS®.

5. Les acides organiques incluent l'acide formique, l'acide oxalique et les acides beta du houblon (HopGuard® II).

Tableau 7. Fréquence d'utilisation des différents traitements contre la varroase selon la saison

Mi-Saison				
Traitement	Nombre d'apiculteurs (%)		Nombre de colonies (%)	
Flash	168	24,3 %	2 392	6,6 %
Acide formique + acide oxalique	113	16,3 %	3 191	8,8 %
Apivar®	76	11,0 %	6 227	17,3 %
Aucun traitement	68	9,8 %	684	1,9 %
Thymovar® + 1 ou 2 acides organiques	46	6,6 %	7 954	22,0 %
Formic Pro®	39	5,6 %	673	1,9 %
Thymovar®	33	4,8 %	1 565	4,3 %
Apivar® + acide organique/Thymovar®/cadre à faux-bourdon	27	3,9 %	8 262	22,9 %
Mite Wipe	27	3,9 %	278	0,8 %
MAQS®	26	3,8 %	112	0,3 %
Acide oxalique par sublimation	13	1,9 %	4 048	11,2 %
Apistan®	12	1,7 %	310	0,9 %
Acide oxalique par égouttement	11	1,6 %	120	0,3 %
ApiLife Var®	7	1,0 %	68	0,2 %
Combinaison de 2 formes d'acide formique	7	1,0 %	33	0,1 %
Combinaison de 2 formes d'acide formique + acide oxalique	5	0,7 %	39	0,1 %
Autre traitement	5	0,7 %	14	0,0 %
Autre combinaison de 2 acides organiques	3	0,4 %	17	0,0 %
HopGuard® II	2	0,3 %	48	0,1 %
CheckMite+®	1	0,1 %	2	0,0 %
CheckMite+® + Apivar®	1	0,1 %	12	0,0 %
Acaricide de synthèse + 1 ou 2 acides organiques	2	0,3 %	46	0,1 %

Au printemps et à la mi-saison, la majorité des apiculteurs ne font aucun traitement, et la plupart des colonies ne reçoivent aucun traitement. Rappelons que seuls les produits suivants sont homologués pour traiter la varroase en présence de hausses à miel : deux produits à base d'acide formique, soit le MAQS® et le Formic Pro®, ainsi que l'acide β du houblon (HopGuard II®). Donc, aucun autre produit ne devrait être utilisé durant la production de miel sans respecter un temps de retrait approprié avant la mise en marché.

Parmi les traitements les plus fréquemment utilisés dans les colonies, on trouve la méthode « flash » et l'Apivar® au printemps, et la méthode « flash » plus ou moins un traitement d'acide oxalique en mi-saison. Les apiculteurs avec moins de colonies, pour leur part, utilisent en grand nombre les produits à bandelettes à base d'acides organiques ou de thymol comme le Formic Pro®, ou le MAQS® et le Thymovar®.

À l'automne, les traitements les plus fréquents sont l'application d'acide formique selon la méthode « flash » dans les petits ruchers et l'acaricide de synthèse Apivar® (amitraze) chez les apiculteurs possédant de nombreuses colonies. Le traitement à l'acide oxalique par sublimation est courant dans les entreprises de grande taille (en moyenne > 300 colonies). Il est important de noter que la quatrième méthode la plus courante chez les apiculteurs est l'absence de traitement et que ces apiculteurs possèdent en moyenne 10 colonies. Les apiculteurs utilisent souvent des combinaisons de traitements, et les mélanges possibles sont très variés. Les combinaisons les plus populaires sont la méthode « flash », suivie d'un traitement à l'acide oxalique, et le Thymovar® (thymol) accompagné d'un traitement à l'acide oxalique par la suite.

L'amitraze (Apivar®) étant l'acaricide de synthèse le plus utilisé au Québec, il est intéressant de constater

la fréquence de son utilisation annuelle par les apiculteurs (**tableau 8**).

Traitement	Nombre d'apiculteurs	Nombre de colonies
Printemps seulement	16	6 791
Mi-Saison seulement	2	26
Automne seulement	88	14 146
Printemps et automne	9	50
Mi-saison et automne	4	204
Printemps, mi-saison et automne	3	105

On constate que la majorité des apiculteurs n'utilisent l'amitrazé qu'à l'automne. Toutefois, 13 % des utilisateurs de ce produit s'en servent deux ou trois fois par année. Afin d'éviter le développement de résistance aux acaricides, il est recommandé de faire une rotation des produits, et donc d'éviter d'employer le même produit plusieurs fois dans la même saison.

Pour analyser la mortalité hivernale en fonction des traitements utilisés et tenir compte du fait qu'un grand nombre d'apiculteurs recourent à plus d'un produit pour combattre la varroase, trois groupes sont comparés :

1. Les apiculteurs ayant utilisé un acaricide de synthèse avec ou sans un autre produit de traitement;
2. Les apiculteurs n'ayant utilisé que des acides organiques ou du thymol (Thymovar®), ou les deux;
3. Les apiculteurs n'ayant utilisé aucun produit de traitement.

L'emploi d'acaricides de synthèse a été considéré comme une catégorie distincte parce qu'une résistance peut se développer quand les varroas sont exposés de façon répétée à ces produits. La **figure 7** présente la mortalité moyenne selon le nombre de colonies possédées et le type de traitement. Le nombre de répondants pour chaque catégorie est inscrit au-dessus de la colonne correspondante. Bien que la différence entre la catégorie « aucun traitement » chez les apiculteurs possédant de 10 à 49 colonies et les autres catégories semble impressionnante, elle ne peut être considérée comme significative étant donné qu'elle ne représente qu'un répondant.

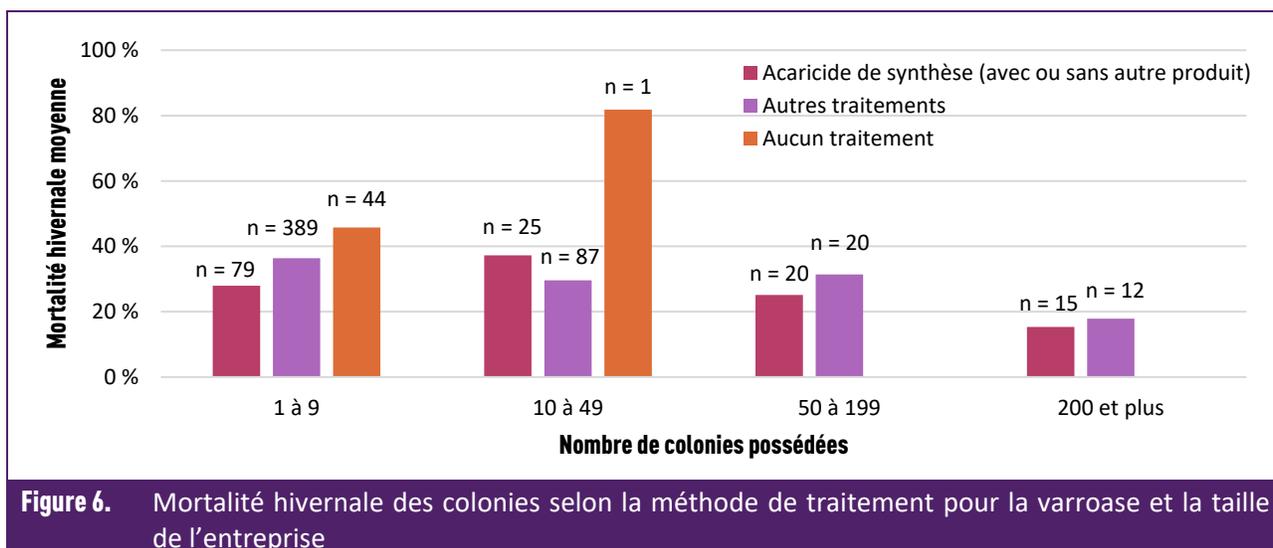


Figure 6. Mortalité hivernale des colonies selon la méthode de traitement pour la varroase et la taille de l'entreprise

Nosérose

La fumagilline est un antimicrobien utilisé pour lutter contre la nosérose. Les répondants devaient indiquer s'ils avaient employé ce médicament dans leurs ruches en 2020 (**tableau 9**). Quelques répondants possédant un nombre important de colonies ont affirmé l'avoir fait, surtout à l'automne (9 contre 5 au printemps). Le pourcentage d'apiculteurs qui ont déclaré avoir fait usage de la fumagilline est plus bas au Québec que dans la plupart des autres provinces (ACPA, 2021). Les répondants étaient plus nombreux à utiliser un « autre » traitement pour la nosérose. Les produits qu'ils ont mentionnés le plus fréquemment sont des suppléments alimentaires incluant des acidifiants et plus rarement des probiotiques.

Tableau 9. Taux de mortalité hivernale des colonies selon le traitement utilisé pour lutter contre la nosérose

Traitement	Nombre d'apiculteurs	Nombre de colonies	Mortalité globale
Fumagilline	9	3 712	14,22 %
Autre	36	5 248	14,56 %
Aucun	639	26 593	22,30 %

Loque américaine et loque européenne

Enfin, les répondants devaient indiquer s'ils avaient utilisé l'oxytétracycline dans leurs ruches en 2020 pour combattre la loque américaine. Le **tableau 10** présente les données relatives à la mortalité hivernale des colonies en fonction du traitement utilisé pour combattre la loque américaine, selon les renseignements fournis par les apiculteurs.

Tableau 10. Taux de mortalité hivernale des colonies selon le traitement utilisé pour lutter contre la loque américaine

Traitement	Nombre d'apiculteurs	Nombre de colonies	Mortalité globale
Oxytétracycline	10	5 787	36,27 %
Autre	11	724	22,24 %
Aucun traitement	665	29 062	17,11 %

Très peu d'apiculteurs, qui possèdent néanmoins un nombre important de colonies, ont déclaré avoir eu recours à cet antibiotique (surtout au printemps). Il s'agit d'une utilisation beaucoup moins grande que celle qui est déclarée dans la plupart des autres provinces (ACPA, 2021). Aucun apiculteur n'a rapporté l'utilisation de tylosine ou de lincomycine. Plusieurs apiculteurs ont mentionné d'autres méthodes de traitement, soit l'inspection régulière et l'élimination par le feu des ruches infectées.

Cette année, les apiculteurs devaient également indiquer s'ils avaient utilisé l'oxytétracycline dans le but de traiter la loque européenne. Ce fut le cas de 5 apiculteurs (6 145 colonies), dont 4 qui ont déclaré utiliser également l'oxytétracycline pour le contrôle de la loque américaine. Il est donc possible qu'il s'agisse dans ce cas de traitements préventifs ou de traitements effectués en l'absence d'un diagnostic définitif.

Rappelons qu'au Canada, il est nécessaire d'obtenir une prescription vétérinaire pour se procurer des antibiotiques pour les animaux, y compris les abeilles. Au Québec, afin de combattre la loque américaine, le MAPAQ favorise un emploi judicieux des antibiotiques sous supervision vétérinaire étroite, accompagné de mesures de gestion strictes, plutôt qu'une utilisation systématique.

CONCLUSION

Malgré l'amélioration observée à l'hiver 2020-2021, la mortalité hivernale des colonies d'abeilles demeure relativement importante au Québec. Dans l'ensemble, au cours des années 2000, elle est restée trop élevée au Québec comme au Canada. La majorité des taux de mortalité excèdent en effet les valeurs que les apiculteurs considèrent comme acceptables à long terme (ACPA, 2021).

L'enquête annuelle sur la mortalité hivernale des colonies ne permet pas de mettre en évidence les répercussions de tous les facteurs environnementaux (tels que l'intensification des pratiques agricoles ou l'exposition aux pesticides) sur la mortalité hivernale. Elle souligne toutefois les pratiques de gestion sanitaire qui sont bien mises en œuvre au Québec ainsi que les points à améliorer. Si 90 % des apiculteurs appliquent un traitement à l'automne, plus d'un apiculteur sur deux n'effectue aucun traitement au printemps et plus d'un apiculteur sur quatre ne fait aucun dépistage pour le varroa. L'ampleur de la transmission du varroa entre les colonies implique de mener la lutte **collectivement à l'échelle d'un territoire**. Plus les apiculteurs surveilleront leurs propres ruches et prendront des mesures efficaces pour contrôler les niveaux de varroa dans leurs ruches régulièrement, plus la population d'abeilles du Québec sera en bonne santé dans son ensemble. À cet effet, le MAPAQ a créé des outils pour accompagner les apiculteurs dans la lutte intégrée contre ce parasite. Ces outils sont disponibles sur son site Web (www.mapaq.gouv.qc.ca/abeille). Pour ce qui est du contrôle de la nosérose et de la loque américaine, il est intéressant de constater que les antibiotiques sont rarement utilisés au Québec et qu'il ne semble pas y avoir de différence entre la mortalité hivernale dans les colonies traitées et non traitées.

Ce rapport permet donc 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.

ANNEXE I – QUESTIONNAIRE D'ENQUÊTE EN LIGNE SUR LES MORTALITÉS HIVERNALES DE COLONIES D'ABEILLES 2020-2021

Région

Dans quelle région étaient situés la majorité de vos ruchers en 2020?

- Abitibi-Témiscamingue
- Bas-Saint-Laurent
- Capitale-Nationale
- Centre-du-Québec
- Chaudière-Appalaches
- Côte-Nord
- Estrie
- Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine
- Launaudière
- Laurentides
- Laval
- Mauricie
- Montérégie
- Montréal
- Nord-du-Québec
- Outaouais
- Saguenay-Lac-Saint-Jean
- En dehors du Québec
- Sans réponse

Détails sur les pertes hivernales durant l'hiver 2020-2021

Veillez indiquer, pour l'hivernage extérieur et intérieur :

1. Le nombre de colonies matures qui ont été mises en hivernage à l'automne 2020
2. Le nombre de colonies matures hivernées qui ont survécu et qui étaient considérées comme viables en date du 15 mai 2021

Note importante :

Les nucléi ne doivent pas être compris dans les colonies matures.

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.

Le nombre de colonies survivantes doit être évalué après la résolution des problèmes printaniers (réunion des colonies faibles, résolution des problèmes liés aux reines, etc.).

Vous ne devez pas inclure dans cette donnée les nouvelles colonies créées par division ou achetées au printemps 2021. Vous devez cependant inclure les colonies hivernées qui auraient été vendues avant le 15 mai 2021.

	Hivernage extérieur	Hivernage intérieur	Total
Colonies matures hivernées			
Colonies viables au printemps			

Section réservée aux répondants qui ont enregistré des pertes

Détails sur les pertes hivernales durant l'hiver 2020-2021

Quelles sont, selon vous, les principales causes de mortalité hivernale de vos colonies? Veuillez sélectionner vos réponses et les classer en ordre d'importance.

Vos réponses doivent être différentes, et vous devez les classer dans l'ordre. Effectuez un double-clic ou glissez/déposez les éléments de la liste de gauche dans la liste de droite. L'élément avec le rang le plus élevé est situé le plus haut jusqu'à celui du rang le moins élevé.

Vos choix	Votre classement
Colonies trop faibles à l'automne	
Conditions climatiques défavorables	
Famine	
Varroa	
Nosémose	
Problème lié aux reines	
Cause inconnue/Je ne sais pas	
Autre	

Sur une échelle de 1 à 10, comment évalueriez-vous l'impact des problèmes liés à la pandémie de COVID-19 sur la mortalité hivernale de vos colonies?

Choisissez 1 si la pandémie n'a eu aucun impact et 10 si son impact a été majeur.

Section réservée aux répondants qui ont rapporté un impact de 6 et plus.

Détails sur les problèmes liés à la COVID-19

Quelle est la nature des problèmes liés à la COVID-19 qui ont eu des conséquences importantes sur la mortalité hivernale de vos colonies?

- La(les) personne(s) qui s'occupe(nt) de mes ruches, moi-même ou un proche sont tombés malades
- Problème d'accès à du matériel nécessaire à ma gestion apicole (ex. : sirop)
- Problème d'accès à des abeilles (reines, paquets d'abeilles, etc.)
- Problème d'accès à de la main-d'œuvre (ex. : travailleurs étrangers temporaires)
- Restriction des déplacements (ex. : entre les régions ou les provinces)
- Autre : _____

Traitements utilisés pour le contrôle des maladies

Veillez cocher toutes les méthodes de traitement utilisées pour le **contrôle de la varroase** en 2020.

- Fluvalinate (Apistan®)
- Coumaphos (CheckMite+®)
- Amitraze (Apivar®)
- Fluméthrine (Bayvarol®)
- Thymol (Thymovar®)
- ApiLife Var® (bandelettes de thymol et d'huiles essentielles)
- Acide formique à 65 % – traitements « flash »
- Acide formique à 65 % – Mite Wipe
- Mite Away Quick Strips® (bandelettes d'acide formique)
- Formic Pro® (bandelettes d'acide formique)
- Acide oxalique par sublimation
- Acide oxalique par égouttement
- HopGuard® II (acide β du houblon)
- Autre traitement : _____
- Aucun traitement

Pour chaque traitement sélectionné, la question suivante est posée :

Quel pourcentage (%) de vos colonies ont été traitées avec le traitement _____ au printemps, à l'été et à l'automne 2020?

Chaque entrée doit être entre 0 et 100

Seuls des nombres entiers peuvent être inscrits dans ces champs.

Printemps		%
Été		%
Automne		%

Veillez cocher toutes les méthodes utilisées pour le **dépistage de la varroase** en 2020.

- Lecture de cartons collants
- Lavage à l'alcool
- Autre méthode : _____
- Aucun dépistage

Suite sur la prochaine page

Pour chaque méthode de dépistage sélectionnée, la question suivante est posée :

Quel pourcentage de vos colonies ont fait l'objet d'un dépistage avec la méthode _____ au printemps, à l'été et à l'automne 2020?

Chaque entrée doit être entre 0 et 100

Seuls des nombres entiers peuvent être inscrits dans ces champs.

Printemps		%
Été		%
Automne		%

Veillez cocher toutes les méthodes de traitement utilisées pour le **contrôle de la nosémosse** en 2020.

- Fumagilline
- Autre traitement : _____
- Aucun traitement

Pour chaque traitement sélectionné, la question suivante est posée :

Quel pourcentage de vos colonies ont été traitées avec le traitement _____ au printemps, à l'été et à l'automne 2020?

Chaque entrée doit être entre 0 et 100

Seuls des nombres entiers peuvent être inscrits dans ces champs.

Printemps		%
Été		%
Automne		%

Veillez cocher toutes les méthodes de traitement utilisées pour le **contrôle de la loque américaine** en 2020.

- Oxytétracycline
- Tylosine
- Lincomycine
- Autre traitement
- Aucun traitement

Suite sur la prochaine page

Pour chaque traitement sélectionné, la question suivante est posée :

Quel pourcentage de vos colonies ont été traitées avec le traitement _____ au printemps, à l'été et à l'automne 2020?

Chaque entrée doit être entre 0 et 100

Seuls des nombres entiers peuvent être inscrits dans ces champs.

Printemps		%
Été		%
Automne		%

Veuillez cocher toutes les méthodes de traitement utilisées pour le **contrôle de la loque européenne** en 2020.

- Oxytétracycline
- Autre traitement : _____
- Aucun traitement

Pour chaque traitement sélectionné, la question suivante est posée :

Quel pourcentage de vos colonies ont été traitées avec le traitement _____ au printemps, à l'été et à l'automne 2020?

Chaque entrée doit être entre 0 et 100

Seuls des nombres entiers peuvent être inscrits dans ces champs.

Printemps		%
Été		%
Automne		%

Autre question

Pour des raisons techniques, nous aimerions savoir si ce courriel a été reçu :

- Dans votre boîte de réception habituelle
- Dans votre « courrier indésirable »
- Sans réponse

BIBLIOGRAPHIE

ASSOCIATION CANADIENNE DES PROFESSIONNELS DE L'APICULTURE. *Rapport sur la mortalité hivernale de colonies d'abeilles au Canada*, 2021.

BARTOMEUS, I., et collab. « 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*, États-Unis, 2013, 110(12): 4656-4660.

CAMERON, S. A., et collab. « 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.

CHAUZAT, M.-P., et collab. « The role of infectious agents and parasites in the health of honey bee colonies in France ». *Journal of apicultural research*, 2010, 49(1): 31-39.

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

DAINAT, B., et collab. « Dead or alive: deformed wing virus and *Varroa destructor* reduce the life span of winter honeybees ». *Applied and environmental microbiology*, 2012, 78(4): 981-987.

GENERSCH, E., et collab. « 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 collab. « Bee Declines Driven by Combined Stress from Parasites, Pesticides, and Lack of Flowers ». *Science*, 2015, 347(6229): 1255957.

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

GUZMÁN-NOVOA, E., et collab. « *Varroa destructor* is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada ». *Apidologie*, 2010, 41(4): 443-450.

HALLMANN, C. A., et collab. « 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 collab. « Modeling the Status, Trends, and Impacts of Wild Bee Abundance in the United States », *PNAS*, 2016, 113(1): 140-145.

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

SWITANEK, M., et collab. « Modelling seasonal effects of temperature and precipitation on honey bee winter mortality in a temperate climate ». *The Science of the total environment*, 2017, 579: 1581-1587.

VAN DER ZEE R., et collab. « 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).