

Recherche

La couverture des ruches réduit la consommation de nourriture et la mortalité de la colonie pendant l'hivernage

par Ashley L. St. Clair¹, Nathanael J. Beach^{1,2}, Adam G. Dolezal^{1,2}

Traduction-adaptation par Edwige Nicot de l'article PLoS ONE 17(4): e0266219.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266219>

RÉSUMÉ

Les recommandations de gestion impliquant de couvrir ou d'envelopper les ruches dans une isolation pendant l'hiver ont une longue histoire ; il y a plus de 100 ans, la plupart des recommandations pour l'hivernage dans les climats froids impliquaient de lourdes enveloppes isolantes ou le déplacement des ruches à l'intérieur. Ces recommandations ont commencé à changer au milieu du XX^e siècle, mais les couvertures de ruches sont toujours considérées comme utiles et sont décrites dans les manuels d'apiculture contemporains et les documents de vulgarisation des coopératives. Cependant, la plupart des données justifiant leur utilisation sont publiées principalement dans des revues spécialisées non évaluées par des pairs et ont été recueillies voici plus de 40 ans. Au cours de cette période, l'environnement apicole a considérablement évolué, avec de nouvelles pressions exercées par les agents pathogènes, les produits agrochimiques et les changements d'utilisation des terres. Nous fournissons ici une mise à jour de la littérature historique, en rapportant une expérience randomisée³ testant l'efficacité d'un système commun de couverture de ruches dans **huit ruchers du centre de l'Illinois, aux États-Unis, une région tempérée** dominée par l'agriculture conventionnelle. Nous avons constaté que, lorsque les autres préparations recommandées pour l'hivernage sont effectuées (lutte contre le varroa, nourrissage...), les colonies couvertes consomment moins de réserves alimentaires et survivent mieux que les ruches de contrôle non couvertes (22,5 % de survie en plus). Cette étude souligne la valeur des couvertures de ruches, même dans une région qui n'est pas soumise à des conditions hivernales extrêmes, et ces données peuvent contribuer à la production de recommandations de vulgarisation fondées sur des preuves à l'intention des apiculteurs.

1 – Department of Entomology, University of Illinois Urbana-Champaign, Urbana, Illinois, United States of America.

2 – Carl R. Woese Institute for Genomic Biology, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Illinois, United States of America.

3 – NDLR : Avec tirage au sort. Randomisation (anglicisme) : échantillonnage aléatoire destiné à réduire ou supprimer l'interférence de variables autres que celles qui sont étudiées. (Source : *Le Robert*)

Au cours de l'hiver 2018-19, les apiculteurs de l'ensemble de l'Union européenne ont signalé des pertes hivernales moyennes de 16,7% et jusqu'à 32% dans certains pays (par exemple, la Slovaquie). Au cours de l'hiver 2020-21, les apiculteurs américains ont signalé des pertes hivernales moyennes de 32,2%, atteignant 58% dans certains États. Ces taux de perte sont plus élevés que les estimations historiques aux États-Unis, qui étaient inférieures à 20%, et que les estimations de l'Union européenne, qui étaient de 10 à 12%. Bien que le seuil des taux de perte acceptables ait régulièrement augmenté ces dernières années, probablement sous l'influence des médias et des apiculteurs qui s'habituent à des pertes accrues, la mortalité hivernale aux États-Unis reste supérieure à ce que les apiculteurs considéraient comme un taux de perte acceptable de 23,3%. Pour réduire ces pertes, les apiculteurs continuent d'employer diverses pratiques de gestion en fonction de leur niveau de compétence, de la taille de leur exploitation, du climat, de leurs objectifs de production et de leur philosophie apicole. Parmi ces pratiques, l'enveloppement ou la couverture des ruches avec du matériel supplémentaire pendant l'hiver a reçu un regain d'intérêt et d'utilisation chez de nombreux apiculteurs, et est souvent recommandé dans les documents de vulgarisation.

Les hivers tempérés sont caractérisés par des températures basses et un arrêt de la disponibilité du fourrage (c'est-à-dire des ressources florales) pour les abeilles. Les abeilles mellifères n'hibernent pas ; un groupe d'abeilles

ouvrières se nourrit des réserves de nourriture qu'elles ont accumulées, ce qui leur permet de produire de la chaleur enlever pour maintenir une température stable tout au long de la saison. Les abeilles étant pour la plupart confinées dans un nid dont les réserves alimentaires sont limitées, l'hiver est généralement considéré comme la période la plus risquée pour la survie de la colonie. C'est pourquoi les apiculteurs ont depuis longtemps recours à des stratégies pour améliorer la survie de leurs colonies pendant l'hiver. Depuis au moins le début du XX^e siècle, les apiculteurs des climats froids couvraient couramment les ruches avec des manchons en bois ou des matériaux isolants en laine, enterraient partiellement les ruches dans des tranchées et gardaient les ruches dans des caves. Dans les manuels d'apiculture populaires de l'époque, il était même recommandé de renoncer complètement à l'hivernage à l'air libre. Par exemple, il était recommandé aux apiculteurs d'hiverner à l'intérieur ou avec des protections thermiques s'ils étaient situés au nord de 42°N (approximativement Chicago, IL et Boston, MA aux États-Unis) [*soit toute la France métropolitaine ! NdLR*], et l'hivernage à l'extérieur n'était recommandé qu'au sud de 40°N (approximativement Indianapolis, IN et Philadelphie, PA aux États-Unis).

Dès les années 1940, Farrar a réalisé une série d'expériences montrant que les grappes hivernales des ruches conservées à l'extérieur près de Madison, WI, USA (environ 43°N) peuvent efficacement assurer leur thermorégulation sans couverture supplémentaire de la ruche.

Peu après, Simpson a expliqué plus en détail comment les abeilles mellifères en grappes parviennent à la thermorégulation du nid. Ainsi, les recommandations ont commencé à changer et les apiculteurs ont été plus enclins à faire hiverner les colonies à l'extérieur sans utiliser de grosses protections. Cependant, les couvertures de ruches ont continué à être recommandées dans les textes apicoles et les documents de vulgarisation, en particulier dans ceux destinés à l'apiculture dans les climats « froids » ou « nordiques », bien que les définitions exactes de ces zones ne soient souvent pas explicitement indiquées. On ne sait toujours pas dans quelle mesure couvrir les ruches est nécessaire ou utile dans de nombreux cas, surtout dans les régions où les hivers ne sont pas extrêmement froids.

Bien que de nombreuses pratiques apicoles de base soient restées similaires depuis ces études fondatrices, des changements spectaculaires ont également eu lieu, notamment l'introduction de nouveaux parasites et agents pathogènes, des changements dans l'utilisation des terres qui ont un impact sur la productivité des abeilles, et des changements dans le stress et l'exposition aux pesticides. En raison de ces facteurs, l'hivernage est devenu encore plus périlleux, les pertes de colonies d'abeilles domestiques posant des problèmes majeurs aux apiculteurs modernes. C'est pourquoi les couvertures de ruches ou les enveloppes restent attrayantes pour de nombreux apiculteurs en tant que pratique de gestion pour faciliter l'hivernage des colonies.

Malgré cela, il y a un manque surprenant de recherches scientifiques publiées sur les effets et l'efficacité des couvertures de ruches, en particulier au XXI^e siècle. Si des essais et des données historiques existent, ils sont souvent publiés dans des revues spécialisées et ne font donc pas partie des archives scientifiques évaluées par les pairs. La littérature historique qui existe sur la protection des ruches en hiver est principalement axée sur l'utilisation dans des climats très froids (par exemple, le Wisconsin et le Minnesota), ce qui peut ne pas être applicable à grande échelle, car le changement climatique a entraîné d'importantes modifications de température depuis les travaux fondateurs des années 1940 et 1950. Dans l'Illinois, où notre étude a été réalisée, les augmentations de température ont été particulièrement spectaculaires en hiver et au printemps, avec des températures moyennes plus élevées et moins de nuits où les températures sont inférieures au point de gelée. Ainsi, si l'emballage hivernal est principalement bénéfique dans les climats plus froids, on pourrait s'attendre à ce que les couvertures de ruches soient moins efficaces qu'il y a plus de 50 ans. Des travaux récents ont montré que différents matériaux de construction des ruches (bois, polyuréthane), sans emballage supplémentaire, peuvent réduire les fluctuations de température et d'humidité, mais n'ont pas établi de lien avec la survie pendant l'hiver ou la consommation des réserves alimentaires.

Nous avons cherché ici à évaluer les avantages de l'habillage des ruches avec des feuilles de polypropylène ondulées recouvertes de mousse isolante. Un matériau imperméable similaire est utilisé pour recouvrir les ruches depuis au moins les années 1960, en remplacement du papier goudronné ou d'autres papiers de construction comme protection contre le vent, et reste facile à trouver chez les fournisseurs apicoles aujourd'hui. Nous avons émis l'hypothèse que l'isolation des ruches avec des toits en polypropylène et des isolateurs supérieurs contribuerait à les protéger des fluctuations de température et permettrait aux abeilles de chauffer la grappe d'hiver plus efficacement,

réduisant ainsi la consommation de nourriture nécessaire au maintien de la thermorégulation, améliorant la survie et augmentant la croissance de la colonie au printemps.

Méthode

Pour tester cette hypothèse, nous avons mené un essai aléatoire sur 43 ruches Langstroth standards à 10 cadres, réparties sur 8 ruchers pendant une saison d'hivernage, dans une région tempérée dominée par l'agriculture conventionnelle. Vingt-deux ruches étaient dans le groupe « couverte » et 21 dans le groupe « non couverte ». Les abeilles étaient des *Apis mellifera carnica* ou *A. m. ligustica*.

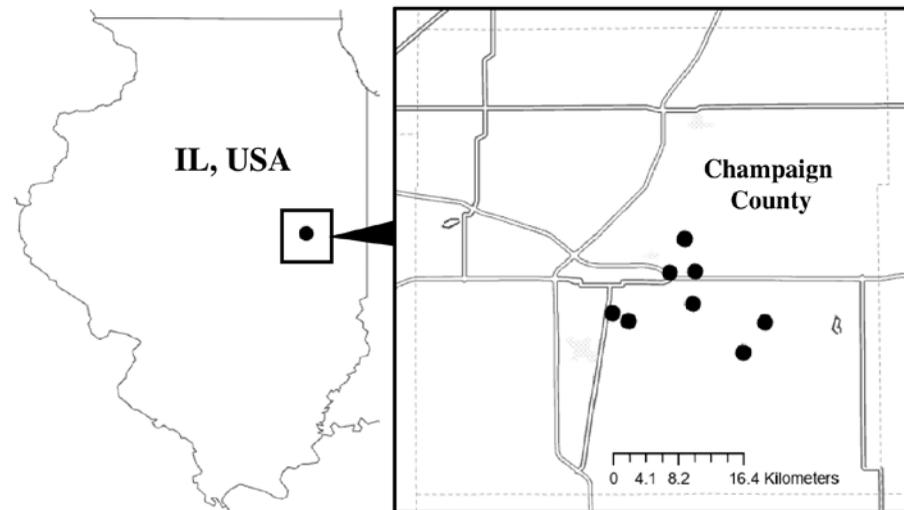


Figure 1. Localisation des ruchers dans le comté de Champaign, Illinois, États-Unis, au cours de l'hiver 2020-2021.

Toutes les colonies sources de cette étude ont été traitées contre les varroas au début du mois d'août (amitrazé), puis à nouveau en octobre et le 6 janvier suivant (acide oxalique).

Début octobre, toutes les colonies ont reçu 3,8 litres de miel liquide provenant de notre exploitation apicole, puis, deux semaines plus tard (le 23 octobre), 3,8 litres d'une solution de saccharose, afin de s'assurer que chaque colonie possédait les réserves alimentaires nécessaires pour passer l'hiver avec succès.

Les protections étaient constituées de feuilles de plastique noir ondulé en polypropylène de 4 mm d'épaisseur, formées en prismes rectangulaires à glisser sur tous les côtés de la ruche (Fig. 2A). Nous avons placé un panneau d'isolation en mousse de 3,8 cm sur les couvertures intérieures des ruches et des trous d'entrée supérieurs ont été découpés dans chacune des enveloppes pour réduire l'accumulation de condensation à l'intérieur des ruches (Fig. 2B). Des réducteurs d'entrée et des protections pour les souris ont été placés sur toutes les colonies (couvertes et témoins) (Fig. 2C).



Figure 2. (A) Couvercle de ruche en polypropylène sur une colonie d'abeilles domestiques. (B) Panneau de couverture intérieure et isolation placés sur le dessus de la ruche sous le couvercle en polypropylène. (C) Protection contre les souris à l'entrée pour réduire les infestations de rongeurs. (D) Balance postale modifiée utilisée pour peser les colonies.

Afin de déterminer si les colonies couvertes consomment une quantité variable de supplémentation au milieu de l'hiver par rapport aux colonies témoins non couvertes, nous avons placé une galette de sucre composée de 3,18 kg (7 lbs) de sucre cristallisé blanc mélangé à 1 tasse d'eau dans chaque colonie. À la fin de la période d'hivernage, lors de la première inspection de printemps (30 mars), le gâteau de sucre restant a été retiré de chaque colonie après que les contrôles de masse ont été enregistrés, ramené au laboratoire, déshydraté dans une étuve de laboratoire pendant douze heures, et la masse du sucre cristallisé restant a été quantifiée.

Pour surveiller la température interne des colonies, nous avons placé un thermomètre Thermocron iButton dans chaque colonie, le 9 novembre.

La survie de la colonie a été surveillée avec un stéthoscope médical, sur le côté du corps de la ruche, pour détecter un bourdonnement audible à l'intérieur. Les contrôles de survie ont été effectués de cette manière à partir du 9 novembre et ont continué toutes les deux semaines jusqu'au 30 mars, date à laquelle nous avons effectué notre première inspection de printemps des colonies, et toutes les colonies ont été ouvertes et leur survie confirmée.

Pour suivre la consommation estimée des réserves de miel au sein des colonies pendant l'hiver, nous avons suivi la masse de chaque colonie à partir du 9 novembre et toutes les deux semaines jusqu'au 30 mars. Nous avons utilisé une balance industrielle à grue. Nous avons ensuite calculé le pourcentage de changement de la masse de la colonie hivernante en soustrayant la masse à chaque date d'échantillonnage de la masse initiale de la colonie le 9 novembre 2020.

Les populations d'abeilles adultes dans les colonies au cours de la construction du printemps ont été estimées deux fois, le 30 mars et le 12 avril.

À la fin de l'expérience, nous avons mesuré les teneurs en lipides (mg de lipides/mg de masse d'abeille) des nourrices.

Résultats et discussion

Nous avons constaté que, dans nos huit ruchers expérimentaux, le fait de protéger les ruches avec du polypropylène ondulé et de les recouvrir de mousse isolante a permis de réduire la consommation de nourriture et d'améliorer la survie à l'hiver, par rapport aux ruches gérées de manière identique sans couverture ni isolation. Nous avons également observé que les ruches couvertes maintenaient des températures de grappe légèrement plus élevées au printemps par rapport aux ruches non couvertes. Ainsi, nous fournissons des preuves nouvelles et actualisées de l'efficacité de ces types de couvertures de ruches dans un paysage agricole tempéré, dans des conditions d'apiculture moderne à petite échelle.

Le succès de l'hivernage des colonies exige que de multiples conditions soient réunies. Premièrement, la pression des maladies et des parasites doit être contrôlée. Le plus nuisible d'entre eux, l'acarien *Varroa destructor*, introduit des agents pathogènes viraux, se nourrit du corps gras de son hôte et est associé à une réduction des réserves de graisse chez les abeilles avant l'hivernage. Dans notre étude, le parasite était présent et a atteint les seuils de traitement avant l'hivernage, mais les colonies ont été traitées uniformément et le varroa a été contrôlé en conséquence, ce qui a conduit à de faibles niveaux d'acariens, qui n'étaient pas différents entre nos groupes de traitement.

La disponibilité de ressources nutritionnelles adéquates est primordiale pour que les abeilles puissent réguler la température correctement pendant l'hiver. Ainsi, les recommandations apicoles incluent la garantie que les réserves de miel sont égales ou supérieures à un seuil nécessaire pour un climat donné. Par exemple, dans le climat tempéré de la Pennsylvanie, aux États-Unis, les colonies disposant d'au moins 30 kg de réserves de miel avaient 95% de chances de survivre à l'hiver, tandis que celles dont les réserves étaient inférieures étaient plus susceptibles de périr. L'obtention de ces réserves peut se faire en élevant les abeilles dans des zones où l'habitat convient parfaitement, et les apiculteurs fournissent souvent aux colonies qui passent l'hiver une nourriture artificielle, comme des solutions de sucre ou de sirop de maïs à haute teneur en fructose ou des pains de sucre.

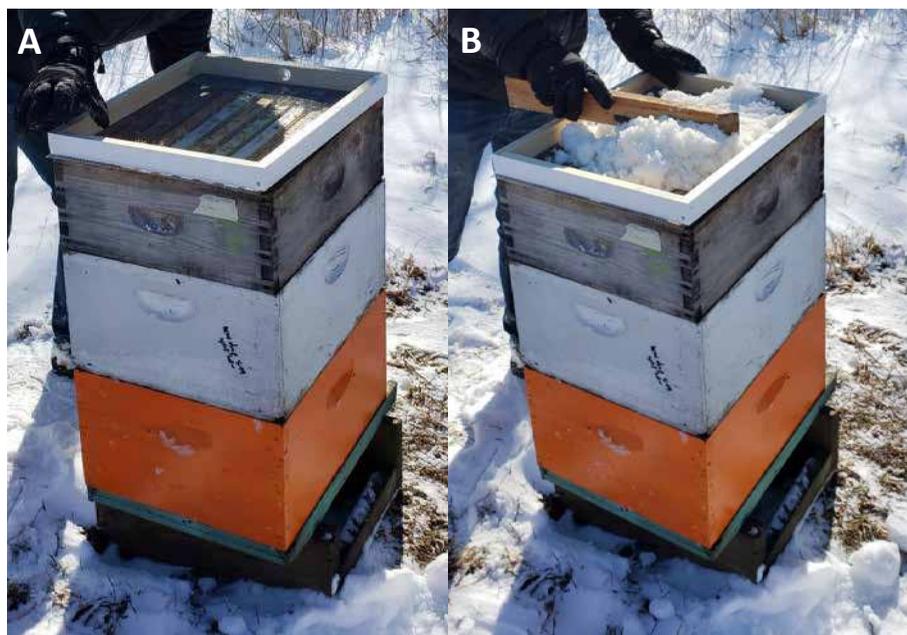


Figure 3. (A) Une cale de 2,54 cm (1 pouce), doublée d'une toile métallique de 0,32 cm (1/8 pouce) de calibre 27, est placée au sommet de la colonie, au-dessus de la réserve de miel. (B) Une galette de sucre est ajoutée sur le dessus de la cale.

Ici, nous avons veillé à ce que toutes les colonies entrent dans l'hiver avec des réserves alimentaires appropriées et nous avons fourni un « supplément hivernal » de sucre sec au milieu de l'hiver.

Alors que des travaux antérieurs ont montré que le paysage environnant peut avoir des effets significatifs sur le butinage et l'approvisionnement en nourriture des colonies d'abeilles mellifères, nous n'avons trouvé que des relations significatives très mineures entre les caractéristiques du paysage environnant de nos ruchers et les paramètres des colonies ; même les prédictifs significatifs (bois et terrains développés) étaient de mauvais prédictifs du succès. Contrairement à d'autres études qui ont explicitement ciblé des profils d'utilisation des terres spécifiques, notre étude a utilisé des ruchers existants qui ont été occupés par l'Université de l'Illinois Bee Research Facility pendant plus de 5 ans (dans certains cas plus de 20 ans), qui ont été choisis pour un mélange de qualité perçue et d'accessibilité. Il se peut donc que ces ruchers ne soient pas suffisamment différents pour que ces facteurs entrent pleinement en jeu, bien que la composition du paysage ait varié d'un rucher à l'autre. Ce qui est peut-être plus important, c'est que toutes les colonies utilisées dans cette expérience ont reçu de grandes quantités de nourriture complémentaire d'automne, en plus des réserves de nourriture existantes, ce qui ne serait normalement pas fait dans une expérience d'évaluation de l'utilisation des terres. En d'autres termes, nous avons utilisé du miel et du sirop de saccharose pour amener

toutes les colonies, quel que soit leur emplacement, bien au-dessus du seuil minimum de réussite de l'hivernage.

Ainsi, indépendamment de l'emplacement du rucher, les ruches couvertes ont obtenu des résultats significativement meilleurs que les témoins. Toutes les colonies d'abeilles domestiques forment des grappes par temps froid pour conserver et produire efficacement de la chaleur. Des travaux antérieurs ont montré qu'au printemps et en été, la température des nids à couvain est en moyenne de 35,5°C, fluctuant de 1 à 2°C autour de cette moyenne ; en hiver, la grappe d'ouvrières maintient une température moyenne de 21,3°C jusqu'au retour des températures élevées et au début de l'élevage du couvain. Dans nos expériences, il n'y avait pas de différence globale dans la température des grappes entre les traitements (couverte/non couverte) (Fig. 4), ce qui est cohérent avec les études montrant que les abeilles peuvent efficacement réguler la température, qu'elles soient couvertes ou non. Cependant, les colonies couvertes n'étaient que marginalement plus chaudes à partir de la semaine civile 8 (environ du 20 au 24 février), après quoi les températures extérieures ont augmenté pour la première fois au-dessus de 0°C. Ainsi, les couvertures n'ont pas semblé affecter la régulation de la température pendant la période la plus froide de l'hiver ; au contraire, ce n'est qu'une fois que les températures ont augmenté et que le développement de la colonie a commencé que celles qui avaient été couvertes ont eu tendance à être plus chaudes.

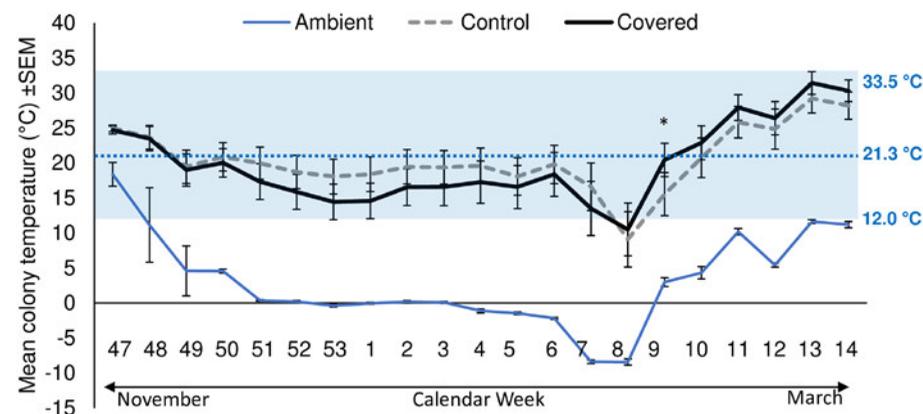


Figure 4. Température hebdomadaire moyenne (±SEM) des colonies par traitement (contrôle vs couvert). La température des ruches étudiées étaient significativement plus élevées que la température ambiante à l'intérieur des colonies sentinelles vides, cependant, aucune différence de température n'a été observée entre les colonies couvertes et non couvertes. Tout au long de l'hiver, les colonies des deux traitements ont été en mesure de maintenir la température des grappes dans la fourchette normale pour les colonies d'abeilles domestiques (fourchette normale 12-33,5°C indiquée par la zone colorée ; la ligne pointillée bleue indique la température moyenne des grappes pour les colonies hivernantes en bonne santé).

Étant donné que les températures des deux traitements se situaient dans la plage normale rapportée pour une grappe d'hiver (températures ambiantes inférieures à 0°C) ou pour la formation d'une colonie au printemps (températures ambiantes supérieures au point de gel), il n'est pas clair s'il y avait un avantage à maintenir ces températures plus élevées, d'autant plus que nous n'avons pas vu de différence dans la population adulte (cadres d'abeilles) ou immature (plus grande surface de couvain operculé) pendant les mois de mars et d'avril, et nous n'avons pas non plus détecté de différences dans les réserves de graisse des nourrices à ces dates.

Malgré des niveaux de température similaires ou élevés, les colonies couvertes ont consommé beaucoup moins de leurs réserves alimentaires que les colonies témoins non couvertes. Le schéma de la diminution de la masse est parallèle à celui de la température ; pour la saison, les colonies couvertes ont vu leur masse diminuer à un rythme nettement inférieur à celui des témoins. Cependant, ce phénomène semble une fois de plus être principalement dû aux différences qui commencent la dernière semaine de février (semaine 8 du calendrier 2021) et qui augmentent lorsque les températures ambiantes dépassent le point de gel, c'est-à-dire pendant le développement des colonies au printemps.

La consommation de l'aliment solide à base de sucre cristallisé, ajouté le 2 février (semaine calendaire 6), correspond à cette tendance, les colonies témoins consommant beaucoup plus de cette source de nourriture depuis son ajout jusqu'au 30 mars (semaine calendaire 14). Ainsi, les colonies couvertes ont pu maintenir des températures normales, tout en consommant beaucoup moins de nourriture stockée, ce qui suggère que les protections thermiques peuvent réduire le coût énergétique de la thermorégulation du nid.

Au niveau opérationnel (c'est-à-dire toutes les colonies incluses dans l'étude), les pertes de colonies ont été plutôt faibles (16,3%) par rapport à la moyenne de 47% de l'État de

l'Illinois pour 2020-21. Les colonies couvertes ont connu une mortalité nettement inférieure tout au long de l'expérience par rapport aux témoins non couverts, une seule colonie ayant péri (Fig 6). Les colonies témoins ont connu une mortalité de 28,6%, avec la mort de 6 colonies au total (Fig. 6) ; ce taux est similaire à la perte hivernale totale nationale 2020-21 (33%). Bien qu'il soit inférieur à la moyenne de l'État (47%), il reste supérieur au pourcentage de perte acceptable pour 2020-21 selon l'enquête (23,3%). Ainsi, l'isolation thermique a permis de réduire considérablement les pertes de colonies et de ramener les pertes opérationnelles dans la fourchette des « pertes acceptables ».

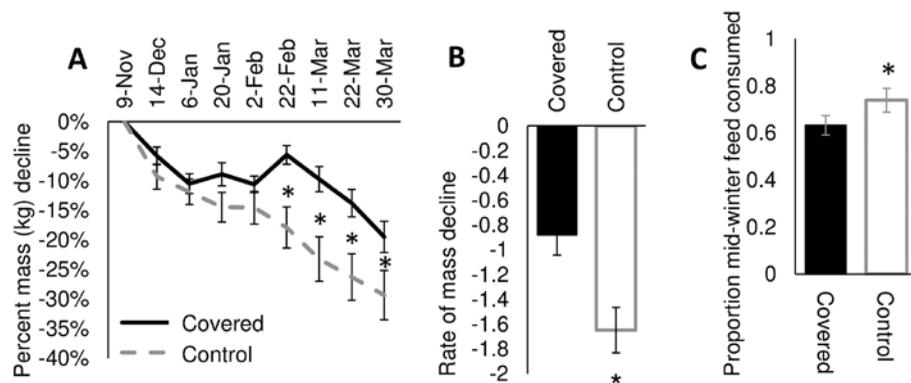


Figure 5. (A) Variation en pourcentage de la masse des colonies par traitement (couvert vs témoin). Le changement en pourcentage est basé sur la masse de départ en kg des colonies le 9 novembre 2020. (B) Taux moyen de déclin de la masse (masse en kg/période d'échantillonnage) des colonies par traitement. (C) Proportion de pâte de sucre supplémentaire consommée au milieu de l'hiver selon traitement. Les astérisques représentent la signification à $\alpha = 0,05$ et les barres d'erreur correspondent à une erreur standard de la moyenne.

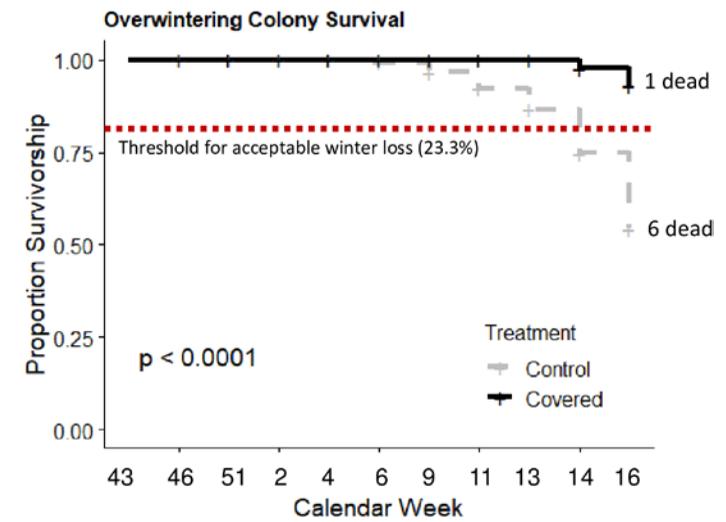


Figure 6. Proportion de survie des colonies par traitement (couvert/contrôle). La survie était significativement plus élevée pour les colonies qui ont été emballées par rapport à celles qui ont été laissées sans protection.

Nous notons cependant que nous n'avons pas effectué d'analyses économiques pour évaluer le coût de la couverture (en matériaux et en main-d'œuvre) par rapport à la valeur d'une meilleure réussite de l'hivernage ; une telle comparaison sera probablement importante pour les parties prenantes lorsqu'elles évalueront les avantages des différents intrants, au sens économique du terme, pour la préparation à l'hivernage.

Bien qu'il puisse sembler surprenant que les couvertures aient un effet dans une région sans hivers extrêmement froids, il a également été démontré que le matériau de construction de la ruche affecte son environnement interne à

une latitude similaire, les ruches en polyuréthane réduisant les fluctuations de température et améliorant la stabilité de l'humidité.⁴ Par conséquent, les revêtements ou les matériaux de construction peuvent protéger les colonies des fluctuations de température ou des conditions météorologiques, les aidant ainsi à maintenir l'homéostasie de la colonie plus efficacement. Comme nous sommes confrontés à un avenir où les normes de température et de temps évoluent avec le changement climatique, il sera essentiel de trouver des stratégies permettant aux colonies d'abeilles domestiques de mieux tolérer le stress pour maintenir une gestion durable des pollinisateurs. ■

4 – Alburaki M, Corona M. Polyurethane honey bee hives provide better winter insulation than wooden hives. *Journal of Apicultural Research*. 2021; 0: 1–7. <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1999578>