



Examen d'essais pratiques sur les techniques de lutte contre les punaises de lit

Taz Stuart¹

Résumé

- Il existe de nombreuses techniques de lutte contre les punaises de lit, mais peu d'études publiées en ont évalué ou démontré l'efficacité sur le terrain.
- La sensibilisation des résidents touchés et la coopération entre eux, les propriétaires et les professionnels de la lutte antiparasitaire sont importantes pour assurer le succès à long terme des stratégies de lutte contre les punaises de lit.
- Le nombre d'insecticides disponibles est limité; il sera donc essentiel d'employer des moyens autres que le recours aux produits chimiques pour traiter et surveiller les populations de punaises de lit dans le cadre des régimes de traitement de ces insectes.
- Plusieurs technologies ont été proposées; l'efficacité de certaines a été démontrée par des études en laboratoire, mais aucune étude sur le terrain publiée n'a été recensée durant la rédaction du présent document.

Introduction

Les aspects économiques, environnementaux et relatifs à la santé des techniques et moyens de lutte contre les punaises de lit intéressent les agences de santé publique et les organismes de lutte antiparasitaire, qui doivent souvent répondre à des demandes de renseignements sur les punaises de lit (Hemiptera : *Cimex*). Cependant, les techniques de lutte évoluent constamment à mesure que sont publiées des données probantes permettant d'évaluer



leur efficacité et leur faisabilité ainsi que leur homologation par les autorités de réglementation compétentes.

Potter (2011) dresse un historique détaillé des techniques et produits employés pour lutter contre les punaises de lit au cours du dernier millénaire¹. Il y traite notamment de l'huile, du feu et de la poudre à canon, jusqu'à la création des premiers produits chimiques persistants qui ont décimé les populations de ces insectes entre les années 1940 et 1970.

Depuis que l'emploi à l'intérieur des derniers produits persistants efficaces (p. ex., le chlorpyrifos et le propoxur) a été interdit en 1999, les populations de punaises de lit ont atteint des niveaux épidémiques partout dans le monde. Le présent document passe en revue les techniques de lutte évaluées sur le terrain entre 2005 et 2014 et discute de techniques et pesticides émergents dans ce domaine.

Méthodes

Des mots-clés tirés de l'article de Koganemaru et Miller (2013) sur les méthodes de lutte contre les punaises de lit ont servi pour les recherches (voir l'annexe A)². Les bases de données suivantes ont été consultées : BIOSIS Previews, CAB Abstracts, Web of Science Core Collection (Science Citation Index Expanded, Book Citation Index – Science et Book Citation Index – Current Chemical Reactions), MEDLINE, Current Contents – Agriculture, Biology & Environmental Sciences, Current Contents – Physical, Chemical & Earth Sciences, Academic Search Complete et Zoological Record. Ces bases de données ont été choisies de façon à inclure le *Journal of Economic Entomology*, le *Journal of Medical Entomology* et le *Journal of Vector Ecology*. Les recherches ont été circonscrites aux articles et aux titres de revue; les

¹ Directeur des opérations techniques, Poulin's Pest Control, siège social de Winnipeg (Manitoba).

résumés ont été consultés pour repérer les articles traitant de méthodes de lutte contre les punaises de lit.

La recherche a été limitée aux articles publiés entre 2005 et 2014. Seuls ceux publiés en anglais ont été retenus. Les critères suivants ont été utilisés :

- Les revues spécialisées pour professionnels (p. ex., *Pest Control Technology* et *International Pest Control Magazine*) ont été exclues, bien que des chercheurs semblent publier des articles aussi bien dans les revues avec comité de lecture que dans les revues spécialisées.
- Les revues qui n'étaient pas accessibles par l'intermédiaire de la bibliothèque de l'Université du Manitoba n'ont pas pu être consultées : elles n'ont donc pas été utilisées.
- Les expériences dont le volet terrain ne mettait pas directement à l'essai des méthodes de lutte contre les punaises de lit, ou encore dans lesquelles la lutte contre les punaises de lit n'était considérée que comme un avantage collatéral, ont été exclues.
- Les articles présentant des essais sur le terrain portant sur la surveillance à des fins de détection ont été exclus.
- Les expériences dont l'objectif principal n'était pas la mise à l'essai de méthodes de lutte contre les punaises de lit ont été exclues.

Résultats

Essais sur le terrain

Six articles décrivant des essais sur le terrain ont été recensés, la plupart offrant une analyse comparative de base du nombre de punaises de lit ou de leur diminution dans divers groupes expérimentaux. En général, les articles traitaient de traitements à base de produits non chimiques ou de programmes de lutte parasitaire intégrée (LAI). La rareté des essais sur le terrain portant sur les insecticides a été soulignée dans au moins un article (Wang et coll., 2009); les auteurs de l'article ont d'ailleurs mentionné que davantage d'études de ce type seraient utiles³. Malgré l'utilité potentielle de futurs essais d'insecticides sur le terrain, Moore et Miller (2009) ont conclu que l'utilisation actuellement autorisée de l'arsenal existant de produits chimiques à base de pyréthrine ne suffit pas à éliminer les infestations de punaises de lit⁴. Les articles résumés à l'annexe B décrivent les essais sur le

terrain de diverses stratégies de lutte contre les punaises de lit.

La résistance aux insecticides a entraîné la mise au point de programmes de LAI. La plupart des études faisant partie de l'examen documentaire évaluent des méthodes de lutte non chimique mises en œuvre seules ou en combinaison avec des méthodes chimiques, étant donné qu'il est reconnu que la seule application d'insecticides n'élimine pas les infestations. Les approches de LAI ont été évaluées non seulement sur le plan de l'efficacité, mais aussi de l'efficacité en fonction du coût. Malheureusement, en raison de la petite taille des échantillons et de fortes variations, aucune comparaison significative entre les traitements traditionnels exclusivement chimiques et les techniques de LAI n'a pu être établie dans les articles étudiés. La détection précoce pourrait permettre de réduire le coût des traitements, ce qui profiterait aux personnes qui savent reconnaître les premiers signes d'une infestation de punaises de lit.

Techniques émergentes à l'étude

De nouvelles méthodes de lutte recensées durant les recherches, qui ne satisfaisaient toutefois pas aux critères d'inclusion, sont présentées ci-dessous. Il ne s'agit pas d'une liste exhaustive. L'efficacité de la plupart de ces techniques n'a pas été démontrée. Cependant, des approches comme le recours à des unités de détection canine, à l'huile de neem (margousier) et de cèdre, ainsi qu'aux traitements par la chaleur et le froid sont prometteuses.

Phéromones d'alarme

Les phéromones d'alarme ((E)-2-hexénal, (E)-2-octénal, et un mélange de (E)-2-hexénal et (E)-2-octénal) sont un nouvel outil dont l'objectif est de faire sortir les punaises de lit des murs, fentes et fissures où elles se cachent⁵⁻⁸. Les phéromones d'alarme visent principalement à exposer les punaises de lit aux insecticides durant le traitement. Les phéromones poussent les punaises de lit à se déplacer : ainsi, une plus grande quantité d'insecticide peut les atteindre, ce qui augmente l'efficacité globale de l'intervention. Cette approche montre des signes prometteurs quant à l'amélioration de l'efficacité globale des traitements chimiques et non chimiques dans un programme de LAI.

Phéromones larvaires

En laboratoire, les recherches sur les phéromones larvaires (4-oxo-(E)-2-hexénal et 4-oxo-(E)-2-octénal) s'avèrent prometteuses pour empêcher les mâles

d'essayer de copuler avec des femelles adultes⁹⁻¹¹. Ainsi, la reproduction des punaises de lit s'en trouverait diminuée, et des populations entières seraient éliminées après environ un an, tout dépendant des conditions dans lesquelles vivent les punaises. Ce procédé pourrait être employé en combinaison avec des techniques chimiques et non chimiques dans un système de LAI.

Feuilles de haricot (*Phaseolus vulgaris*)

Les feuilles du haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) se sont montrées efficaces pour capturer des punaises de lit à tous les stades de développement. Les feuilles de ce genre d'espèces de haricot sont munies de minuscules poils qui se fixent à l'exosquelette des punaises de lit. Une barrière de feuilles de haricot piège donc les punaises de lit, qui finissent par mourir. Les chercheurs tentent de reproduire par synthèse ce type de piège naturellement présent dans les feuilles de haricot, mais ne sont pas parvenus à en reproduire l'efficacité¹². Si des chercheurs arrivaient à synthétiser une feuille comparable, il pourrait s'agir d'un outil biologique de rechange efficace à utiliser en combinaison avec d'autres techniques dans un programme de LAI.

Solutions de rechange et produits biologiques

Il existe un grand nombre de projets de recherche dans ce domaine. De nombreux chercheurs tentent de trouver des options fiables et efficaces ayant recours aux plantes et autres produits biologiques¹³⁻¹⁵. Ces méthodes et produits, qui n'en sont toutefois qu'à l'étape de la recherche, ne peuvent probablement pas encore être utilisés sur le terrain. Les seules options possibles sont l'huile de neem (margousier) et l'huile de cèdre, qui obtiennent des résultats qui vont de passables à bons^{16,17}. Bien que ces produits ne soient pas actuellement homologués par l'ARLA et l'EPA, ils sont accessibles au public et aux professionnels de la lutte antiparasitaire. Aucune donnée sur le terrain n'a encore été publiée.

Champignon (*Beauveria bassiana*)

Il a été démontré en laboratoire que le champignon *Beauveria bassiana* est une solution de rechange très efficace. Il infecte un endroit où se trouvent des punaises de lit et se transmet de l'environnement aux punaises de lit¹⁸. Le taux de mortalité atteint presque 100 % en laboratoire. Des essais sur le terrain sont en cours, mais il se pourrait que les dangers associés à l'introduction dans l'environnement d'un champignon allergène interfèrent avec la commercialisation de cette technique. Si les chercheurs parviennent à réduire au minimum les effets indésirables possibles, ce champignon pourrait

représenter une autre solution de rechange biologique de lutte contre les punaises de lit.

Ivermectine (Mectizan)

Il a été démontré de façon tout à fait fortuite que l'ivermectine, un médicament oral, est efficace pour lutter contre les punaises de lit quelques jours après qu'un patient l'a ingéré. Les punaises de lit meurent après s'être nourries du sang de personnes qui ont pris de l'ivermectine¹⁹. Même s'il s'agit d'une méthode tout à fait unique de lutter contre les punaises, nous ne nous attendons pas à ce qu'elle soit approuvée, étant donné que la plupart des essais chez les humains ne seraient sans doute pas approuvés pour la lutte contre les punaises de lit.

Chiens

Depuis 2005 environ, il y a eu augmentation du nombre de chiens entraînés à détecter les punaises de lit. Le recours à un maître-chien agréé et à un chien entraîné peut augmenter la probabilité de détecter les infestations mineures dans les endroits comme les hôtels, les appartements et les auberges de jeunesse où les occupants changent assez souvent. On admet généralement que les chiens ont un taux de détection de plus de 90 %. Pour leur part, les professionnels de la lutte antiparasitaire ont un taux de détection de 30 à 35 % des infestations mineures. Les chiens seraient donc en mesure de détecter les infestations mineures bien avant que le problème ne prenne de l'ampleur. Les chiens entraînés et leur maître contribueraient au succès d'un programme de LAI dans un édifice. Ces chiens sont d'ailleurs utilisés par de nombreuses entreprises comme autre outil de lutte contre les punaises de lit²⁰.

Aérosols pour punaises de lit

Les aérosols pour punaises de lit se sont montrés généralement inefficaces pour lutter contre ces insectes, mais ils peuvent s'avérer modérément efficaces si le produit atteint directement une punaise²¹. Des versions homologuées de ces produits sont disponibles aux États-Unis. Au Canada, aucun de ces produits n'est actuellement homologué ou en attente d'homologation. À l'heure actuelle, il ne s'agit sans doute pas d'une bonne option dans un programme de LAI, étant donné qu'il reste encore du travail à faire pour en améliorer l'efficacité.

Traitements par la chaleur et le froid

Les traitements par la chaleur et le froid peuvent constituer des moyens efficaces si les températures nécessaires

pour tuer les punaises sont maintenues assez longtemps. Très populaires, les traitements complets de résidences et de bâtiments par la chaleur sont présentés comme une véritable panacée. Or, ces traitements ne sont efficaces que si la température de 120 °F (48,9 °C) est maintenue pendant plus de quatre heures. En outre, un traitement chimique demeure nécessaire par la suite afin de détruire complètement une population de punaises de lit et leurs œufs²²⁻²⁶. Ce régime de traitement augmente l'efficacité globale des interventions. Au Canada, les traitements par la chaleur ou par contact direct avec le froid constituent actuellement le seul moyen de détruire les œufs de punaises de lit. Il sera nécessaire de poursuivre les recherches pour trouver des produits qui seront efficaces sur les œufs. L'efficacité des traitements par le froid à la cryonite (-75 °F, ou -59,4 °C) est limitée, et leur succès dépend du contact direct avec les punaises de lit ou les œufs. Ces deux méthodes ont leur place dans un programme de LAI, mais leur utilité est limitée.

Produits et pesticides commerciaux disponibles au Canada

L'annexe C contient une liste des pesticides commerciaux disponibles au Canada en date du 10 novembre 2013²⁷. La liste exclut un produit commercial à usage industriel contenant un ingrédient actif appelé bendiocarbe et un produit commercial à usage domestique contenant de la d-phénothrine et de la tétraméthrine. Ces produits ne sont plus fabriqués, et leur homologation a pris fin le 31 décembre 2013.

La liste a été dressée par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) dans le but de donner une idée de la quantité de produits chimiques disponibles au Canada dans les catégories « domestique » et « industriel ». Elle permet de constater que seulement trois groupes chimiques – la troisième catégorie étant inclassable – sont actuellement disponibles au Canada. Il serait utile de créer d'autres classes chimiques, d'effectuer des essais et d'en publier les résultats.

Discussion

La participation et l'adhésion des résidents sont essentielles au succès de tout régime de lutte antiparasitaire. Par exemple, pour que le recours à des intercepteurs donne les résultats escomptés, il ne doit exister aucun pont entre les lits, les meubles et les planchers ou les murs. La collaboration des résidents est donc essentielle^{28,29}. S'il existe toujours des ponts, les punaises de lit peuvent contourner les pièges et grimper

sur les meubles pour chercher des hôtes humains. Il en va de même de la disposition à laver régulièrement la literie ou à réduire l'encombrement avant le traitement. Les auteurs de plusieurs articles ont mentionné que la sensibilisation des résidents et des locataires faisait partie des programmes de traitement, mais ils n'ont pas indiqué quel rôle elle avait joué – ou si elle en avait même joué un – dans le respect des directives par les locataires. Quoi qu'il en soit, ils recommandent davantage de sensibilisation²⁸.

Le besoin de sensibiliser les résidents semble particulièrement important compte tenu de la résistance aux insecticides que développent les punaises de lit et du fait que les résultats indiquent que les traitements exclusivement chimiques ne suffisent pas pour éliminer les infestations. Moore et Miller (2009) ont mis à l'essai différents régimes chimiques et ont souligné que ni ceux à base de pyréthrianoïdes (traditionnels), ni ceux à base d'autres produits (nouveaux) étaient complètement efficaces⁴. Bien que les auteurs n'aient pas explicitement attribué cet échec à la non-adhésion des résidents aux directives, le fait que certains n'ont pas donné un accès complet aux chercheurs et aux professionnels de la lutte antiparasitaire et les changements fréquents de locataires entravent les stratégies de lutte. Les auteurs d'un autre article ont mentionné que certains résidents d'immeubles infestés ne semblaient pas préoccupés par la situation³.

Le nombre d'études traitées dans l'examen est relativement faible comparativement au nombre d'études existantes sur les méthodes de lutte contre les punaises de lit, étant donné que la majorité des essais sont effectués en laboratoire. Le faible nombre d'études comportant des mises à l'essai sur le terrain pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs, notamment la difficulté à trouver des sites où les réaliser, à obtenir du financement ou à faire participer les entreprises de lutte antiparasitaire à la recherche, ou encore des questions éthiques. En outre, il y avait souvent chevauchement entre les études présentées ici en ce qui a trait aux méthodes de lutte mises à l'essai, aux chercheurs, à l'emploi de pièges à fosse (y compris les intercepteurs) et à la LAI. Il serait utile d'étendre la portée des essais sur le terrain pour évaluer davantage de méthodes de lutte. En outre, des études de plus grande envergure menées dans une plus grande variété d'environnements seraient bénéfiques.

Conclusion

La résistance des punaises de lit aux méthodes chimiques comme la perméthrine et insecticides à base de pyréthrines ou de pyréthrianoïdes est en hausse. Parallèlement, le nombre de classes chimiques

disponibles a diminué, ce qui favorise la résistance. Il devient nécessaire de trouver d'autres solutions de rechange ou classes chimiques avant que les punaises de lit ne deviennent résistantes à des classes chimiques entières.

Les traitements non chimiques, par exemple le recouvrement des sommiers à ressorts et des matelas, l'utilisation de vapeur chaude, les traitements par la chaleur et l'enlèvement manuel contribuent à l'efficacité de régimes de LAI. Des intercepteurs ont été utilisés dans bon nombre de ces études, et ont entraîné des diminutions immédiates, uniformes et efficaces du nombre de punaises de lit. Par ailleurs, ce type de piège permet d'estimer la taille des populations de punaises de façon plus exacte que la seule inspection visuelle.

Les études portant sur l'utilisation d'appâts chimiques et de CO₂ donnent des résultats prometteurs pour diriger les punaises de lit vers des pièges, ce qui pourrait entraîner une diminution du nombre de punaises qui parviennent à un hôte. Il faut toutefois signaler que l'élimination complète d'infestations de punaises de lit demeure très difficile même après des traitements répétés sur plusieurs semaines ou mois. En revanche, une réduction significative (plus de 90 %) du nombre de punaises de lit peut être obtenue grâce à une combinaison adéquate de traitements non chimiques et chimiques. La sensibilisation des propriétaires et des locataires touchés, la détection confirmée de punaises de lit et la surveillance subséquente pour veiller à la durabilité des stratégies de lutte contre les punaises de lit dans le cadre d'un programme de lutte antiparasitaire intégré sont essentiels à la diminution du nombre de punaises de lit et à leur élimination.

Les techniques émergentes feront un jour partie de l'arsenal des professionnels de la lutte antiparasitaire. Certaines pourraient devenir des outils pratiques, par exemple l'huile de neem (margousier) ou l'huile de cèdre; d'autres pourraient devenir une nouvelle utilisation d'un autre traitement, ou être découvertes par hasard comme effet secondaire (p. ex., l'ivermectine). Cela dit, on devra pousser plus loin les recherches concernant ces techniques, qui pourront être ajoutées aux pratiques exemplaires ou en être retirées en fonction de leurs résultats sur le terrain.

Remerciements

L'auteur remercie les personnes suivantes d'avoir fourni leurs précieux commentaires et d'avoir révisé le présent document : Tracy Leach, de Toronto Public Health, ainsi

que Daniel Fong, Helen Ward et Lydia Ma, du Centre de collaboration nationale en santé environnementale.

Références

1. Potter MF. The history of bed bug management - with lessons from the past. *Am Entomol.* 2011;57(1):14-25.
2. Koganemaru R, Miller DM. The bed bug problem: past, present, and future control methods. *Pestic Biochem Physiol.* 2013.
3. Wang C, Gibb T, Bennett GW. Evaluation of two least toxic integrated pest management programs for managing bed bugs (Heteroptera: Cimicidae) with discussion of a bed bug intercepting device. *J Med Entomol.* 2009 May;46(3):566-71.
4. Moore D, Miller D. Field evaluations of insecticide treatment regimens for control of the common bed bug, *Cimex lectularius* (L.) *Pest Manag Sci.* 2008;65(3).
5. Benoit JB, Phillips SA, Croxall TJ, Christensen BS, Yoder JA, Denlinger DL, et al. Addition of alarm pheromone components improves the effectiveness of desiccant dusts against *Cimex lectularius*. *J Med Entomol.* 2009 May;46(3):572-9.
6. Weeks EN, Birkett MA, Cameron MM, Pickett JA, Logan JG. Semiochemicals of the common bed bug, *Cimex lectularius* L. (Hemiptera:Cimicidae), and their potential for use in monitoring and control. *Pest Manag Sci.* 2011 Jan;67(1):10-20.
7. Weeks EN, Logan JG, Gezan SA, Woodcock CM, Birkett MA, Pickett JA, et al. A bioassay for studying behavioural responses of the common bed bug, *Cimex lectularius* (Hemiptera: Cimicidae) to bed bug-derived volatiles. *Bull Entomol Res.* 2011 Feb;101(1):1-8.
8. Weeks EN, Logan JG, Birkett MA, Pickett JA, Cameron MM. Tracking bed bugs (*Cimex lectularius*): a study of the effect of physiological and extrinsic factors on the response to bed bug-derived volatiles. *J Exp Biol.* 2013;216(3):460-9.
9. Goodman MH, Potter MF, Haynes KF. Effects of juvenile hormone analog formulations on development and reproduction in the bed bug *Cimex lectularius* (Hemiptera: Cimicidae). *Pest Manag Sci.* 2013 Feb;69(2):240-4.
10. Liedtke HC, Åbjörnsson K, Harraca V, Knudsen JT, Wallin EA, Hedenström E, et al. Alarm pheromones and chemical communication in nymphs of the tropical bed bug *Cimex hemipterus* (Hemiptera: Cimicidae). *PLoS ONE.* 2011;6(3):e18156.
11. Haynes KF, Goodman MH, Potter MF. Bed bug deterrence. *BMC Biol.* 2010;8:117.
12. Szyndler MW, Haynes KF, Potter MF, Corn RM, Loudon C. Entrapment of bed bugs by leaf trichomes inspires microfabrication of biomimetic surfaces. *J R Soc Interface.* 2013 Jun 6;10(83):20130174.
13. Akhtar Y, Isman MB. Horizontal transfer of diatomaceous earth and botanical insecticides in the common bed bug,

- Cimex lectularius* L.; hemiptera: cimicidae. PLoS ONE. 2013;8(9):e75626.
14. Gonzalez JA, Garcia-Barriuso M, Gordaliza M, Amich F. Traditional plant-based remedies to control insect vectors of disease in the Arribes del Duero (western Spain): an ethnobotanical study. *J Ethnopharmacol*. 2011 Nov 18;138(2):595-601.
 15. Soukand R, Kalle R, Svanberg I. Uninvited guests: traditional insect repellents in Estonia used against the clothes moth *Tineola bisselliella*, human flea *Pulex irritans* and bedbug *Cimex lectularius*. *J Insect Sci*. 2010;10:150.
 16. Schmahl G, Al-Rasheid KA, Abdel-Ghaffar F, Klimpel S, Mehlhorn H. The efficacy of neem seed extracts (Tre-san, MiteStop on a broad spectrum of pests and parasites. *Parasitol Res*. 2010 Jul;107(2):261-9.
 17. Wang C, Lu L, Zhang A, Liu C. Repellency of selected chemicals against the bed bug (Hemiptera: Cimicidae). *J Econ Entomol*. 2013 Dec;106(6):2522-9.
 18. Barbarin AM, Jenkins NE, Rajotte EG, Thomas MB. A preliminary evaluation of the potential of *Beauveria bassiana* for bed bug control. *J Invertebr Pathol*. 2012;111(1):82-5.
 19. Sheele JM, Anderson JF, Tran TD, Teng YA, Byers PA, Ravi BS, et al. Ivermectin causes *Cimex lectularius* (bedbug) morbidity and mortality. *J Emerg Med*. 2013 Sep;45(3):433-40.
 20. Pfister M, Koehler P, Pereira R. Ability of bed bug-detecting canines to locate live bed bugs and viable bed bug eggs. *J Econ Entomol*. 2008;101(4):1389-96.
 21. Jones SC, Bryant JL. Ineffectiveness of over-the-counter total-release foggers against the bed bug (Heteroptera: Cimicidae). *J Econ Entomol*. 2012 Jun;105(3):957-63.
 22. Benoit JB, Lopez-Martinez G, Teets NM, Phillips SA, Denlinger DL. Responses of the bed bug, *Cimex lectularius*, to temperature extremes and dehydration: levels of tolerance, rapid cold hardening and expression of heat shock proteins. *Med Vet Entomol*. 2009;23(4):418-25.
 23. Pereira RM, Koehler PG, Pfister M, Walker W. Lethal effects of heat and use of localized heat treatment for control of bed bug infestations. *J Econ Entomol*. 2009 Jun;102(3):1182-8.
 24. How YF, Lee CY. Effects of temperature and humidity on the survival and water loss of *Cimex hemipterus* (Hemiptera: Cimicidae). *J Med Entomol*. 2010 Nov;47(6):987-95.
 25. Kells SA, Goblirsch MJ. Temperature and time requirements for controlling bed bugs (*Cimex lectularius*) under commercial heat treatment conditions. *Insects*. 2011;2(3):412-22.
 26. Olson JF, Eaton M, Kells SA, Morin V, Wang C. Cold tolerance of bed bugs and practical recommendations for control. *J Econ Entomol*. 2013 Dec;106(6):2433-41.
 27. Stuart T, (Director of Technical Operations - Entomologist; Poulin's Pest Control; Winnipeg MB). Conversation avec: H McBrien (Section Head; Insecticides Division; Value and Sustainability Directorate; Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire; Santé Canada; Ottawa, ON). 2013.
 28. Wang C, Saltzmann K, Bennett G, Gibb T. Comparison of three bed bug management strategies in a low-income apartment building. *Insects*. 2012;3(2):402-9.
 29. Wang C, Singh N, Cooper R, Liu C, Buczkowski G. Evaluation of an insecticide dust band treatment method for controlling bed bugs. *J Econ Entomol*. 2013 Feb;106(1):347-52.
 30. Anderson JF, Ferrandino FJ, McKnight S, Nolen J, Miller J. A carbon dioxide, heat and chemical lure trap for the bedbug, *Cimex lectularius*. *Med Vet Entomol*. 2009 Jun;23(2):99-105.
 31. Singh N, Wang C, Cooper R. Effect of trap design, chemical lure, carbon dioxide release rate, and source of carbon dioxide on efficacy of bed bug monitors. *J Econ Entomol*. 2013 Aug;106(4):1802-11.

Annexe A

Mots-clés utilisés

- nymph* pheromone and bed bug [*phéromone nymphale et punaise de lit*]
- bean lea* and bed bug [*feuille de haricot et punaise de lit*]
- insect-plant interaction and bed bug [*interaction insecte-plante et punaise de lit*]
- biomimetic and bed bug [*biomimétique et punaise de lit*]
- neem and bed bug [*margousier et punaise de lit*]
- botanical and bed bug [*botanique et punaise de lit*]
- enzyme and bed bug [*enzyme et punaise de lit*]
- biopesticide and bed bug [*biopesticide et punaise de lit*]
- fungus and bed bug [*champignon et punaise de lit*]
- ivermectin and bed bug [*ivermectine et punaise de lit*]
- canine and bed bug [*canin et punaise de lit*]
- heat and bed bug [*chaleur et punaise de lit*]
- cold and bed bug [*froid et punaise de lit*]
- integrated pest management and bed bug [*lutte antiparasitaire intégrée et punaise de lit*]
- insecticide and bed bug [*insecticide et punaise de lit*]

Annexe B

Résumés des essais sur le terrain examinés

Article	Description	Résultats	Conclusions
Anderson et coll. ³⁰ (2009)	Des configurations variées de pièges à punaises de lit maison (bols pour chats contenant divers appâts, le tout selon différents paramètres) ont été mises à l'essai au moyen d'une série de tests sur le terrain et en laboratoire. Les pièges à appâts ont été disposés à différents endroits dans trois appartements infestés de punaises de lit servant de sites d'essai.	Les essais en laboratoire ont montré que la libération de CO ₂ comprimé (400 ml/min) attirait considérablement plus de punaises de lit que la libération d'air comprimé. Dans deux des sites d'essai (appartements vacants), les pièges libérant du CO ₂ ont capturé un nombre significativement plus élevé de punaises de lit à tous les stades du développement que ceux qui n'en émettaient pas; dans un des appartements, le piège au CO ₂ a permis de capturer 5 898 punaises de lit en 9 jours, comparativement à 656 en 29 jours sans CO ₂ .	Les pièges à appâts pourraient être utiles pour réduire le nombre de punaises de lit à la recherche d'un hôte. Lors de tous les essais réalisés dans des appartements vacants, les pièges au CO ₂ ont été plus efficaces que les autres pour attirer et capturer des punaises de lit, que la configuration comprenne un appât thermique ou chimique (p. ex., acide propionique, acide butanoïque, acide pentanoïque, octénoï, acide lactique). Ces types de pièges pourraient être utiles pour repérer les infestations de punaises de lit avant même que les locataires les remarquent ou les signalent.
Moore et Miller (2009) ⁴	Des essais sur le terrain ont été réalisés pour évaluer l'efficacité de deux régimes de traitement aux insecticides : un à base de pyréthinoïdes (« traditionnel ») et un à base d'autres produits (« nouveau »). Quinze appartements infestés de punaises de lit d'un même immeuble ont été sélectionnés, puis répartis au hasard dans les groupes expérimentaux (5 dans le groupe du traitement traditionnel, 5 dans celui du nouveau traitement) et le groupe témoin. Le traitement traditionnel faisait principalement appel à des insecticides dont l'étiquette mentionne explicitement les punaises de lit depuis de nombreuses années (β -cyfluthrine, deltaméthrine, hydropyrène). Le nouveau traitement faisait principalement appel à des produits dont l'étiquette mentionne explicitement les punaises de lit depuis peu, qui sont exemptés de la législation fédérale américaine (EPA), ou dont l'étiquette mentionne les insectes rampants (chlorfénapyr, Steri-Fab, NIC 325, hydropyrène).	Après 8 semaines de traitement à raison d'une application toutes les deux semaines, le traitement traditionnel avait réduit significativement le nombre de punaises de lit, passé de $39,8 \pm 10,1$ à $2,2 \pm 1,0$ par appartement (une baisse de 95 %); le nouveau traitement avait lui aussi réduit significativement le nombre de punaises de lit, passé de $71,4 \pm 25,3$ à $10,2 \pm 4,4$ par appartement (une baisse de 86 %). Aucun des deux traitements n'a permis d'éliminer complètement les punaises de lit au cours des essais. Une diminution naturelle du nombre de punaises de lit a été observée dans les appartements témoin, mais les appartements des deux groupes expérimentaux ont connu une baisse significativement plus forte.	Les deux régimes de traitement ont permis de réduire les populations de punaises de lit, mais il est extrêmement difficile d'éliminer complètement ces insectes en utilisant les pesticides actuellement en vente selon une méthode approuvée (quantité et lieu d'application). Comme il n'est pas recommandé d'utiliser une forte concentration de pyréthinoïdes sur un grand nombre de surfaces, une approche de LAI serait vraisemblablement nécessaire pour éliminer les punaises de lit d'un immeuble résidentiel à logements multiples.

Article	Description	Résultats	Conclusions
Singh et coll. (2013) ³¹	Des études sur le terrain ont été menées afin de mettre à l'essai l'efficacité d'un nouveau modèle de piège à fosse (bol pour chiens modifié), de déterminer si l'ajout d'appâts chimiques (nonanal, oct-1-én-3-ol, essence de menthe verte, essence de coriandre d'Égypte) aide à capturer les punaises de lit et d'évaluer l'efficacité de différentes sources de CO ₂ (CO ₂ comprimé, mélange de sucre et de levure) et de différents taux de libération (100, 200, 400 et 800 ml/min) pour attirer les punaises de lit. Les sites d'essai étaient des appartements d'une chambre et des studios occupés.	<p>Sur 28 jours, le nouveau modèle de piège à fosse (probabilité de capture de 77,2 % \pm 2,1 %) a capturé environ 2,8 fois plus de punaises de lit que les intercepteurs (22,8 % \pm 2,1 %); les résultats étaient statistiquement significatifs.</p> <p>Sur 8 jours, les intercepteurs comprenant un mélange d'appâts chimiques ont piégé en moyenne 2,2 (jours 0 à 2) et 2,3 (jours 3 à 8) fois plus de punaises de lit que les pièges sans appât; les résultats étaient statistiquement significatifs.</p> <p>En ce qui concerne les pièges au CO₂, plus le taux de libération était élevé, plus ils attrapaient des punaises de lit. Par exemple, ils étaient plus efficaces à un taux de 400 ml/min qu'à des taux de 100 et de 200 ml/min. Une différence significative a été constatée entre les taux de libération de 800 ml/min et de 400 ml/min ainsi qu'entre les taux de 400 ml/min et de 100 ml/min.</p> <p>La probabilité de capture était de 91,0 % \pm 1,3 % pour les pièges dont le CO₂ était produit par un mélange sucre-levure et de 90,0 % \pm 1,4 % pour les pièges ayant une source de CO₂ comprimé (aucune différence significative).</p>	Il est possible d'améliorer la probabilité de capture des intercepteurs en augmentant la profondeur des fosses. L'ajout d'appâts comme du CO ₂ et des mélanges chimiques contribue également à accroître l'efficacité de ces pièges. Les mélanges sucre-levure et le gaz comprimé étaient d'une efficacité semblable comme sources de CO ₂ servant d'appât; les mélanges sucre-levure coûtent moins cher, mais prennent plus d'espace. La combinaison d'un mélange sucre-levure (source de CO ₂), d'un appât chimique et d'un piège à fosse constituerait une solution bon marché pour détecter les punaises de lit dans des pièces vacantes et des endroits non traditionnels (p. ex., écoles et immeubles à bureaux). Les chercheurs émettent l'hypothèse que des taux de libération de CO ₂ plus élevés permettraient de compenser d'autres facteurs, comme les odeurs humaines, l'étendue des espaces, le mouvement de l'air et les obstacles physiques.
Wang et coll. (2009) ³	Cette étude portait sur le coût et l'efficacité de deux programmes de LAI sur 10 semaines dans un immeuble résidentiel de 15 étages comptant 225 logements. Les programmes à l'étude étaient une méthode de LAI à base de terre de diatomées (LAI-TD) et une méthode à base de chlorfénapyr en vaporisateur (LAI-C). Les deux groupes expérimentaux comprenaient 8 appartements choisis au hasard comptant au moins 10 punaises de lit.	<p>Avant le traitement, le nombre de punaises de lit ne différait pas significativement d'un logement à l'autre. Après 10 semaines, la réduction moyenne du nombre de punaises de lit dans les groupes LAI-TD et LAI-C était respectivement de 97,6 % \pm 1,6 % et de 89,7 % \pm 7,3 %, et 50 % des appartements traités étaient toujours infestés.</p> <p>Après 10 semaines, une évaluation au moyen d'intercepteurs et d'inspections visuelles a révélé que les nombres moyens de punaises de lit étaient respectivement de 219 \pm 135 et de 39 \pm 22.</p> <p>Il n'y avait pas de différence significative entre le coût moyen (main-d'œuvre, traitement à la vapeur, application de produits chimiques) des deux méthodes (LAI-TD : 463 \$; LAI-C : 482 \$).</p>	<p>Les résultats de cette étude indiquent que les programmes de LAI réduisent l'exposition aux insecticides, mais qu'il demeure nécessaire d'utiliser des produits persistants pour éliminer complètement les punaises de lit. L'utilisation d'intercepteurs peut faciliter les inspections visuelles; ces dispositifs améliorent la précision du compte, en plus de réduire le risque de piqûre.</p> <p>L'attitude des résidents joue un rôle important dans l'efficacité du traitement. Les chercheurs ont remarqué que les gens ne s'inquiétaient pas tous des infestations de punaises de lit, et qu'ils n'étaient pas tous enclins ou aptes à suivre les instructions qui leur étaient données, par exemple de laver leurs draps et de réduire l'encombrement dans leur logement. Il est nécessaire d'effectuer des visites et des traitements de suivi. En outre, les gestionnaires d'immeubles résidentiels ne doivent pas oublier les espaces communs lorsqu'ils appliquent une méthode de lutte contre les punaises de lit.</p>

Article	Description	Résultats	Conclusions
Wang et coll. ²⁸ (2012)	<p>Cette étude sur 10 semaines comparait trois stratégies de lutte contre les punaises de lit dans un immeuble de 223 logements pour personnes à faible revenu. Trois groupes ont été formés pour trois approches de traitement : méthodes non chimiques, insecticides seulement et LAI. Les groupes étaient composés respectivement de 9, 6 et 9 logements infestés de punaises de lit. Pour des raisons éthiques, le groupe traité au moyen de méthodes non chimiques ne comprenait que des logements aux prises avec une infestation légère.</p> <p>L'approche des méthodes non chimiques comprenait l'utilisation de couvre-matelas ou de couvre-somiers, le traitement à la vapeur chaude et le retrait manuel. L'approche de traitement aux insecticides seulement comprenait l'application de TempriD (par un professionnel de la lutte antiparasitaire) ainsi que l'utilisation de poudre Tempo (cyfluthrine à 1 %) ou de poudre Mother Earth D (par les chercheurs). Enfin, l'approche de LAI comprenait l'application de TempriD, l'utilisation soit de poudre Tempo soit de poudre Mother Earth D, ainsi que de méthodes utilisées pour le groupe des méthodes non chimiques. Des intercepteurs ont été utilisés dans tous les groupes pour assurer le suivi des populations de punaises de lit.</p>	<p>Après les premiers traitements, les chercheurs ont inspecté les intercepteurs toutes les deux ou quatre semaines jusqu'au 30 novembre 2010 ou jusqu'à ce qu'ils ne trouvent aucune punaise de lit lors de deux inspections de suite. Les chercheurs ont également interrogé les résidents en janvier 2011 afin de savoir si leur appartement était toujours infesté, ce qu'ils pensaient de la lutte contre les punaises de lit dans leur immeuble et quelles mesures ils avaient prises de leur côté.</p> <p>Au départ, les dénombrements de punaises de lit dans les groupes des méthodes non chimiques, des insecticides seulement et de l'approche de LAI avaient des médianes (min., max.) respectives de 4 (1, 57), 19 (1, 250) et 14 (1, 219). Après 10 semaines, ces paramètres étaient passés respectivement à 0 (0, 134), 11,5 (0, 58) et 1 (0, 38).</p> <p>À la fin de l'étude, les punaises de lit avaient été éliminées de 67 %, 33 % et 44 % des appartements des groupes des trois approches (respectivement méthodes non chimiques, insecticides seulement et LAI).</p> <p>Quelques mois plus tard, en janvier 2011, les chercheurs ont examiné les 12 appartements auxquels ils ont pu ravoier accès (trois du groupe des méthodes non chimiques, six de celui des insecticides et trois de celui de la LAI) afin de déterminer l'efficacité à long terme de chacun des traitements. Cinq des appartements (deux du groupe des méthodes non chimiques, deux du groupe des insecticides et un du groupe de LAI) étaient toujours infestés. Ces logements étaient restés infestés entre le premier traitement et la fin de l'étude dix semaines plus tard.</p>	<p>Il est possible d'enrayer une infestation de punaises de lit à l'aide de méthodes non chimiques et d'une surveillance régulière si les résidents comprennent le traitement.</p> <p>Les résultats n'ont indiqué aucune différence entre l'approche de LAI et les méthodes non chimiques ou l'utilisation d'insecticides seulement (les trois traitements étaient aussi efficaces).</p> <p>La lutte contre les punaises de lit est délicate dans les milieux à faible revenu. Elle nécessite l'application d'une stratégie à l'ensemble de l'immeuble, et sa réussite repose sur la motivation et la collaboration des résidents, le travail du personnel de gestion de l'immeuble et la compétence des professionnels de la lutte antiparasitaire.</p>

Article	Description	Résultats	Conclusions
Wang et coll. (2013) ²⁹	<p>Les chercheurs ont évalué l'efficacité de bandes de tissu recouvertes d'insecticide (cyfluthrine à 1 %) attachées aux pattes de meubles par rapport à celle d'une méthode de LAI. L'hypothèse était que les bandes de tissu augmenteraient les chances que les punaises de lit ayant échappé aux intercepteurs soient tuées. La méthode de LAI comprenait l'installation de bandes de tissu recouvertes d'insecticide combinée à l'application de cyfluthrine à 1 % sur le périmètre des pièces, au traitement à la vapeur des meubles infestés, à l'utilisation de couvre-matelas et à l'installation d'intercepteurs. De l'insecticide Alpine en aérosol (dinotéfurane à 0,5 %) a été vaporisé sur les punaises de lit vivantes dans les logements des deux groupes expérimentaux au moment des inspections bimensuelles.</p> <p>Lors du premier essai, les logements du groupe témoin étaient dotés d'intercepteurs, et certains ont reçu un traitement superficiel mensuel appliqué par des professionnels de la lutte antiparasitaire.</p> <p>Lors du deuxième essai, les appartements du groupe témoin n'ont reçu aucun traitement (ni intercepteurs, ni insecticide).</p>	<p>Les essais en laboratoire ont montré que 99 % des punaises de lit entrées en contact avec les bandes de tissu recouvertes d'insecticides sont mortes dans les 5 jours.</p> <p>Lors du premier essai, après 12 semaines de traitement, le nombre de punaises de lit dans les groupes expérimentaux traités au moyen de bandes de tissu et de la méthode de LAI et dans le groupe témoin a diminué respectivement de 95 %, 92 % et 85 %; les nombres moyens étaient de $4,0 \pm 2,3$, $4,2 \pm 1,8$ et $16,6 \pm 7,4$. Une différence significative a été observée entre les deux groupes expérimentaux et le groupe témoin.</p> <p>Lors du deuxième essai, le nombre moyen de punaises de lit dans les logements du groupe témoin a augmenté de 381 % (de $8,3 \pm 2,3$ à $39,8 \pm 22,4$), tandis qu'il a diminué de 16 % dans les logements où des intercepteurs et des bandes de tissu avaient été installés (de $4,3 \pm 1,3$ à $3,6 \pm 1,9$).</p>	<p>L'installation d'intercepteurs dès le début du premier essai sur le terrain pourrait expliquer la diminution rapide du nombre de punaises de lit après 2 semaines.</p> <p>L'utilisation de bandes de tissu recouvertes d'insecticide en poudre pourrait rendre inutile l'application de produit sur le périmètre des pièces et réduire ainsi la quantité nécessaire pour le traitement. Les bandes de tissu recouvertes de poudre insecticide et les intercepteurs aident à garder les populations de punaises de lit à un niveau bas, mais ne permettent pas d'érayer les infestations; il est donc nécessaire de combiner plusieurs méthodes de traitement.</p>

Annexe C

Nombres de produits commerciaux par catégories, selon la combinaison d'ingrédients actifs ou de synergistes homologués pour la lutte contre les punaises de lit, au 10 novembre 2013.

Classe	Principe actif selon l'Insecticide Resistance Action Committee	Nombre de produits
Usage domestique	3A : d-phénothrine, tétraméthrine	22*
	3A : perméthrine	14
	3A : d-phénothrine, pralléthrine Synergiste : n-octyl bicycloheptène dicarboximide, butoxyde de pipéronyle	3
	3A : d-trans alléthrine Synergiste : n-octyl bicycloheptène dicarboximide, butoxyde de pipéronyle	2
	3A : pyréthrine, tétraméthrine Synergiste : n-octyl bicycloheptène dicarboximide, butoxyde de pipéronyle	1
	3A : d-trans alléthrine Synergiste : butoxyde de pipéronyle	17
	3A : d-trans alléthrine, pyréthrine Synergiste : butoxyde de pipéronyle	1
	3A : d-trans alléthrine, tétraméthrine Synergiste : butoxyde de pipéronyle	1
	3A : perméthrine, pyréthrine Synergiste : butoxyde de pipéronyle	8
	3A : pyréthrine Synergiste : butoxyde de pipéronyle	56
	3A : pyréthrine, tétraméthrine Synergiste : butoxyde de pipéronyle	2
	3A : pyréthrine Non classé : dioxyde de silicium Synergiste : butoxyde de pipéronyle	2
	Non classé : d-limonène	1
	Non classé : dioxyde de silicium	18

Classe	Principe actif selon l'Insecticide Resistance Action Committee	Nombre de produits
Usage industriel	1A : carbaryl [†]	6
	3A : cyfluthrine	1
	3A : lambda-cyhalothrine	1
	3A : perméthrine	6
	3A : d-phénothrine Synergiste : n-octyl bicycloheptène dicarboximide	1
	3A : pyréthrine Synergiste : n-octyl bicycloheptène dicarboximide, butoxyde de pipéronyle	3
	3A : d-trans alléthrine Synergiste : butoxyde de pipéronyle	2
	3A : pyréthrine Synergiste : butoxyde de pipéronyle	34
	3A : pyréthrine Non classé : dioxyde de silicium Synergiste : butoxyde de pipéronyle	2
	Non classé : acide borique [†]	1
	Non classé : d-limonène	1
	Non classé : gaz carbonique liquide	1**
	Non classé : Dioxyde de silicium	5

Le présent document a été produit en mars 2015 par le Centre de collaboration nationale en santé environnementale, basé au Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique.

Il est permis de reproduire le présent document en entier seulement.

La production de ce document a été rendue possible grâce à une contribution financière provenant de l'Agence de la santé publique du Canada par l'intermédiaire du Centre de collaboration nationale en santé environnementale.

Photographies : smuay; sous licence de iStockphoto

ISBN : 978-1-926933-90-0

© Centre de collaboration nationale en santé environnementale, 2015

200 – 601 West Broadway
Vancouver, BC V5Z 4C2

tél. : 604-829-2551
contact@ccnse.ca



National Collaborating Centre
for Environmental Health
Centre de collaboration nationale
en santé environnementale

Pour nous faire part de vos commentaires sur ce document, nous vous invitons à consulter le site internet suivant: <http://www.ccnse.ca/forms/commentaires>

www.ccnse.ca