

Biologie animale

Le **RETOUR** de la punaise



des lits

Kenneth Haynes

Depuis quelques années, les punaises des lits, des parasites suceurs de sang, sont de retour dans des pays où on les avait oubliées. Les scientifiques recherchent leur talon d'Achille.

L'ESSENTIEL

✓ Après un répit de plusieurs décennies, les punaises des lits sont en recrudescence dans les pays occidentaux.

✓ Une conjonction de facteurs, qui vont de la résistance aux insecticides aux déplacements internationaux, semble avoir conduit au retour du parasite.

✓ Des scientifiques ont récemment identifié, chez la punaise des lits, des traits biologiques et comportementaux pouvant conduire à de nouveaux moyens de lutte contre ces insectes.

Avec l'aimable autorisation de Graham Snodgrass, Service de santé des Forces armées américaines

Le vieil homme vivait seul dans un HLM près de Cincinnati (Ohio, États-Unis). Enfin, pas tout à fait seul. La nuit tombée, les punaises commençaient à sortir de son matelas en piteux état pour se repaître du sang de leur hôte. À en juger par les milliers de bestioles que j'ai découvertes chez lui, cela durait sans doute depuis des mois. Handicapé et pauvre, le vieil homme était devenu la proie des punaises qui s'étaient mises à pulluler, tandis que lui endurait, nuit après nuit, leurs piqûres.

Après avoir quasiment disparu pendant presque 50 ans, grâce à l'utilisation du DDT et autres pesticides à large spectre, la punaise des lits, *Cimex lectularius*, fait un retour inquiétant aux États-Unis, en Australie et en Europe ; et pas seulement dans les endroits insalubres et surpeuplés. Le parasite peut infester les hôtels de luxe, les résidences universitaires, les centres commerciaux, les immeubles de bureaux, les salles de spectacle, les hôpitaux et les domiciles des riches comme ceux des pauvres.

Le fléau a un coût économique. C'est le cas, par exemple, lorsqu'un hôtel doit temporairement fermer des chambres infestées. Dans l'Ohio, près de 400 000 euros ont dû être déboursés pour en finir avec les punaises qui avaient envahi des logements sociaux. Après avoir tenté de les éradiquer par des moyens plus classiques, la fumigation de l'ensemble du bâtiment s'est révélée la seule solution efficace.

Heureusement, les punaises des lits ne semblent pas entraîner d'autres nuisances directes que leurs piqûres et les démangeaisons. Elles ne véhiculent pas de maladies. Certes, une étude publiée en 2011 a révélé la présence chez ces insectes de bactéries SARM (*Staphylococcus aureus* [staphylocoque doré] résistant à la *méticilline*), qui provoquent des lésions graves de la peau ; mais des recherches plus approfondies devront déterminer si les punaises contribuent à la propagation du staphylocoque doré.

Pour venir à bout des punaises des lits, les scientifiques ont cherché à comprendre comment elles avaient réussi à revenir en force. Apparemment, elles ont bénéficié d'une combinaison idéale de facteurs : l'apparition de gènes de résistance aux insecticides, des changements de stratégie visant à éradiquer d'autres insectes nuisibles en milieu urbain et la multiplication des voyages internationaux et des



1. UNE PUNAISE DES LITS EN TRAIN DE PIQUER ET S'ALIMENTER. *Cimex lectularius* est un insecte dépourvu d'ailes et dont la taille maximale est de sept millimètres. Sa durée de vie est comprise entre quatre mois et une année environ. Les deux sexes se nourrissent de sang humain.

Toute une famille

✓ La punaise des lits désigne à proprement parler l'espèce *Cimex lectularius*, qui fait partie de la famille des *Cimicidae*. Cette famille réunit une centaine d'espèces de punaises parasites qui se nourrissent aux dépens d'animaux à sang chaud, principalement les oiseaux, les chauves-souris et, pour deux d'entre elles, l'homme. Ces dernières sont la punaise des lits *Cimex lectularius*, espèce cosmopolite, et *Cimex hemipterus*, qui sévit dans les régions tropicales. Les autres espèces, telles *C. columbarius*, *C. dissimilis* ou *Oeciacus hirundinis*, ne piquent qu'accidentellement l'homme.

migrations. Heureusement, des études récentes proposent de nouvelles approches pour détecter les premiers signes de colonisation d'un lieu par ces insectes hématophages, avant qu'ils ne se mettent à proliférer. Certains aspects de leur biologie, mis au jour lors de ces travaux, pourraient constituer des cibles appropriées dans la lutte contre les punaises des lits.

Comprendre comment s'est produite cette nouvelle invasion nécessite de bien connaître la biologie des insectes en question. Les punaises des lits sont attirées par la chaleur et le dioxyde de carbone (et peut-être aussi les odeurs corporelles) que dégagent tous les êtres humains. Elles vivent en groupes, dans les lits ou à proximité; elles se cachent le jour dans les recoins et les fissures et, la nuit venue, sortent pour se nourrir du sang des dormeurs. Une femelle adulte pond environ deux œufs par jour lorsqu'elle a des repas de sang réguliers; on estime ainsi qu'elle pond en moyenne 150 à 500 œufs au cours de sa vie. Dans des conditions optimales, les punaises des lits peuvent vivre six mois ou plus sans se nourrir. Elles se disséminent aisément en marchant prestement d'une pièce à l'autre, et en s'accrochant aux vêtements, chaussures ou autres accessoires.

La lutte acharnée que livre l'humanité contre la punaise des lits ne date pas d'hier. Les archéologues ont retrouvé des restes de ces parasites datant de 3500 ans, à l'époque des pharaons de l'Égypte ancienne. Cette cohabitation remonterait

même encore plus loin. Certains experts avancent que l'ancêtre de la punaise des lits serait un parasite de la chauve-souris qui aurait migré sur l'homme quand ce dernier a commencé à séjourner dans les cavernes. Ce compagnonnage se serait scellé quand nos ancêtres ont abandonné leur mode de vie nomade pour devenir sédentaires. Dans les régions tempérées, le début de l'hiver permettait au moins de contenir les hordes d'insectes. Les punaises étant sensibles au froid, leur population croissait pendant les mois les plus chauds et diminuait aux premiers frimas.

Des insectes tenaces

Avant l'arrivée des pesticides, nos pré-décesseurs avaient tout essayé pour réduire les effectifs des punaises, prenant parfois certains risques que nos sociétés modernes ne s'autoriseraient pas. En 1777, un manuel pour le contrôle de la vermine suggérait de placer de la poudre à canon dans les fissures autour du lit et d'y mettre le feu (j'ignore si c'était là une solution pratique ou une forme de vengeance). Sinon, certaines plantes – l'armoise ou l'ellébore – bouillies avec « la quantité appropriée d'urine » étaient censées venir à bout des punaises (ou peut-être cela obligeait-il tout simplement les gens à aller dormir ailleurs...). On utilisait aussi l'arsenic, le cyanure et autres composés fort dangereux, sans grand succès. Plus communément, les gens s'attaquaient au problème en nettoyant la pièce concernée de fond en comble, en lessivant les parties fixes du lit à l'eau bouillante et au kérosène et en se débarrassant de la toile recouvrant la paillasse. Un bref répit s'ensuivait.

Avec la généralisation du chauffage central en Europe et aux États-Unis, à partir du début du XX^e siècle, la punaise des lits s'est mise à prospérer tout au long de l'année. Seule la mise au point du DDT a permis une réelle accalmie, à partir des années 1940. Utilisé pour la première fois pendant la Seconde Guerre mondiale, afin de protéger les forces armées américaines contre les moustiques et les poux, le DDT s'est aussi révélé un bon moyen pour éliminer la punaise des lits. Contrairement à d'autres traitements présents sur le marché, une seule application suffisait en général, l'effet du DDT étant durable. En quelques années, la punaise des lits a complètement disparu des pays d'Amérique du

Nord et d'Europe occidentale, ainsi que d'autres nations développées. Malheureusement, entre autres conséquences graves sur l'environnement, le DDT et des composés similaires ont aussi contribué à la quasi-extinction de certains oiseaux de proie. Ces produits très nocifs ont été retirés de la vente dans les années 1970.

Pour autant, la punaise des lits n'a pas resurgi tout de suite. Sa réapparition date de l'an 2000. Les chercheurs en ont proposé diverses explications. L'intensification des voyages internationaux à partir de régions du monde où les punaises des lits n'avaient jamais été sous contrôle aurait permis à ces insectes de réinvestir des zones qui en avaient été débarrassées, bien que la soudaineté de cette résurgence ne coïncide avec aucune modification notable de la fréquence des voyages. Un facteur plus déterminant a peut-être été l'effondrement des barrières politiques qui restreignaient les voyages entre l'Est et l'Ouest, ainsi qu'une plus grande mobilité des populations à l'intérieur des pays.

L'abandon des pesticides à spectre large autres que le DDT, pour l'utilisation d'appâts plus ciblés et plus efficaces, et d'aérosols visant à éliminer des espèces particulières de nuisibles tels que les cafards, les fourmis et d'autres insectes urbains, aurait aussi permis aux punaises des lits de passer à travers les mailles du filet. De même, la mixité sociale qui fait se côtoyer des gens pauvres et de plus nantis dans nos sociétés d'abondance peut jouer un rôle dans cette propagation.

Quand un canapé à l'aspect flambant neuf finit sur le trottoir parce qu'il est infesté de punaises, il est probable qu'il se retrouve chez une personne dans le besoin.

La résistance aux insecticides n'est pas non plus étrangère au problème. La punaise des lits est l'un des premiers insectes ayant développé une résistance au DDT. Les premiers cas ont été constatés à Pearl Harbour, juste après la Seconde Guerre mondiale. Alors que certains experts préconisent le retour au DDT dans les chambres à coucher, il est ainsi probable que les punaises d'aujourd'hui résisteraient à ses effets. Et des résistances aux insecticides ayant remplacé le DDT se sont développées partout dans le monde. Enfin, la stigmatisation sociale associée aux punaises des lits, qui retarde l'administration de traitements efficaces, est un élément supplémentaire qui a pu jouer en faveur de leur expansion actuelle.

Les détecter au plus tôt

Au vu de son histoire millénaire, la punaise des lits est un ennemi intimidant. Mais les chercheurs marquent des points. L'une des priorités est d'identifier de meilleurs moyens de les détecter tôt. Parce qu'elles sont petites et qu'elles se cachent durant le jour, les punaises sont difficiles à trouver et à atteindre. Pourtant, détecter avec fiabilité leur présence est un élément clef, comme l'est le fait de contrôler leur absence après un traitement. L'un des outils de détection les plus simples, apparu

récemment sur le marché, est l'intercepteur d'insectes *ClimbUp*. Il s'agit d'un bol peu profond entouré d'une large rigole (ce sont en fait deux bols en plastique emboîtés l'un dans l'autre et moulés en une seule pièce) et conçu pour être placé sous un pied de lit (voir la figure 2). Ce piège renseigne sur l'endroit d'où proviennent les punaises. Si elles apparaissent dans le puits intérieur, elles descendent du lit. Si elles finissent dans le puits externe, les punaises viennent sans aucun doute d'une autre partie de la pièce. Mais un tel dispositif peut échouer à détecter une petite colonie de punaises, ou une colonie ayant élu domicile dans la tête de lit.

Un autre type de dispositif de détection exploite les mécanismes qui permettent à la punaise de localiser sa proie. Des pièges dégagant de la chaleur ou du dioxyde de carbone, ainsi que d'autres substances attractives dont le nom n'est pas divulgué, sont maintenant sur le marché. On peut aussi concevoir soi-même un leurre assez efficace à partir d'une gamelle pour chat que l'on pose à l'envers et dans laquelle on place un morceau de neige carbonique qui se sublime lentement en dioxyde de carbone. Hélas, comme dans le cas du double bol *ClimbUp*, le dispositif ne permet pas toujours de détecter les punaises au début de l'invasion, c'est-à-dire au moment où elles sont le plus facile à éliminer.

UNE BRÈVE HISTOIRE DE LA PUNAISE DES LITS

Depuis des milliers d'années, la punaise des lits est une nuisance pour l'être humain. Ce dernier a parfois fait usage de méthodes dangereuses (et inefficaces) pour tenter de l'éradiquer. Après une quasi-absence de plusieurs décennies, obtenue grâce à l'utilisation du DDT et d'autres pesticides similaires, la punaise des lits refait son apparition.



IL Y A 3 500 ANS
Les plus vieilles
traces archéologiques
de punaises des lits.

XVIII^e SIÈCLE
La poudre de canon
est préconisée
pour lutter contre
la punaise des lits.

DÉBUT DU XX^e SIÈCLE
Le chauffage central,
de plus en plus répandu,
permet à la punaise
des lits de prospérer
toute l'année.

ANNÉES 1970
Le DDT est retiré
du marché pour raisons
environnementales.

2000
Retour en force
de la punaise
des lits.



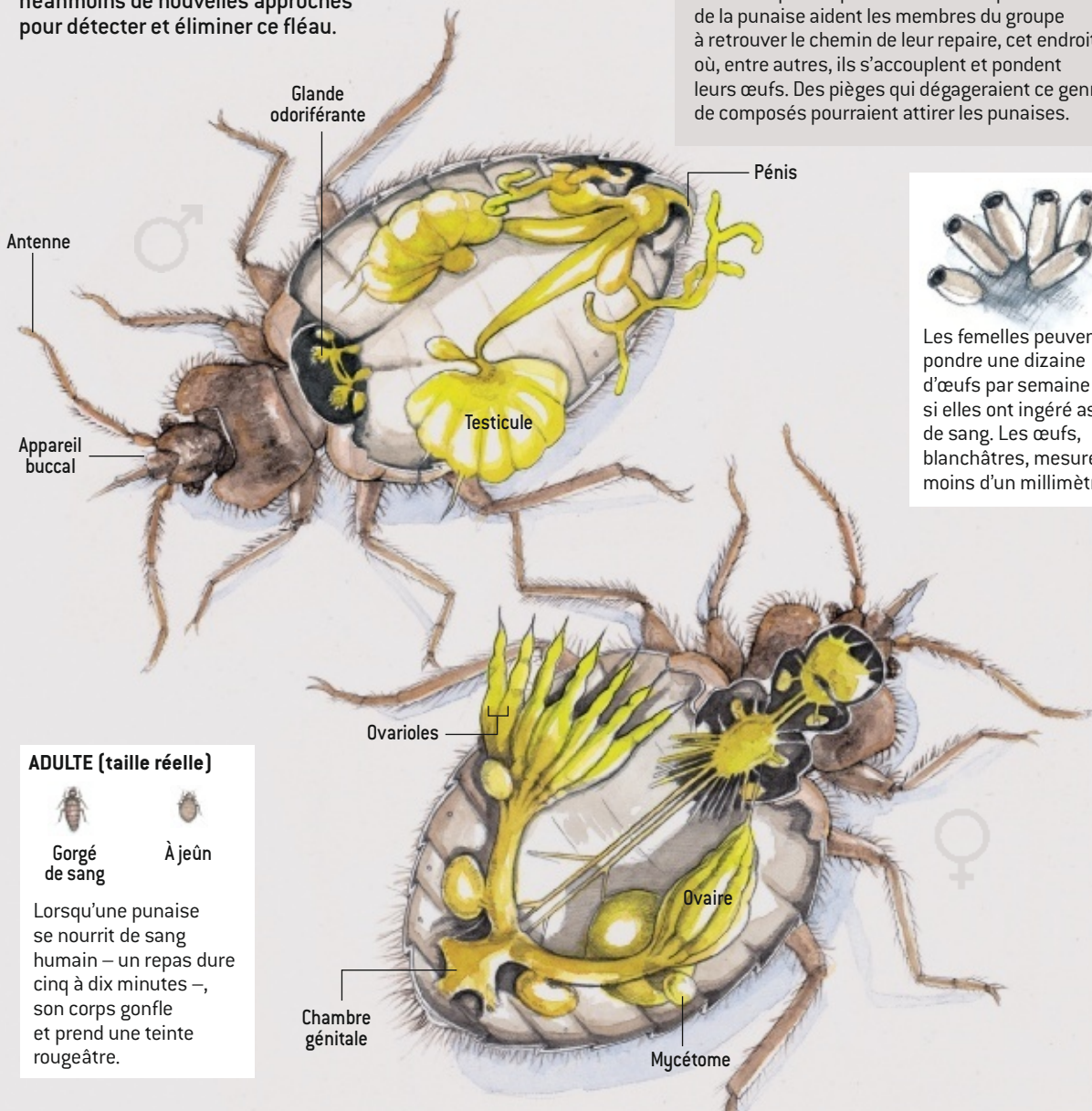
ANNÉES 1940
Grâce au DDT, on parvient pour la première fois
à se débarrasser des punaises des lits.

Alex Wild/Corbis (punaise), Dave King/Getty Images
(poudre de canon), Corbis (DDT)

La punaise des lits est un ennemi redoutable. Son petit corps aplati lui permet de se faufiler dans le moindre interstice. Elle attend dans sa cachette jusqu'à la tombée de la nuit, puis, protégée par l'obscurité, va se repaître du sang de sa victime. Les femelles sont très fécondes : elles peuvent pondre entre 150 et 500 œufs au cours de leur vie. Résistants, ces insectes peuvent aussi tenir six mois ou plus sans se nourrir. Des études récentes suggèrent néanmoins de nouvelles approches pour détecter et éliminer ce fléau.

DÉTECTION

- Les capteurs thermiques dont sont munies les antennes et les capteurs de dioxyde de carbone qui équipent l'appareil buccal permettent à la punaise de détecter ses hôtes. Des pièges dégageant de la chaleur ou du dioxyde de carbone pourraient attirer les punaises.
- Les composés qui émanent du corps de la punaise aident les membres du groupe à retrouver le chemin de leur repaire, cet endroit où, entre autres, ils s'accouplent et pondent leurs œufs. Des pièges qui dégageraient ce genre de composés pourraient attirer les punaises.



ADULTE (taille réelle)



Lorsqu'une punaise se nourrit de sang humain – un repas dure cinq à dix minutes –, son corps gonfle et prend une teinte rougeâtre.

ÉLIMINATION

- Le pénis en forme de sabre de la punaise mâle peut être fatal pour la femelle. Les juvéniles et les mâles adultes produisent des phéromones qui dissuadent les autres mâles de s'accoupler avec eux. Des composés synthétiques fondés

sur ces phéromones pourraient accroître ces accouplements préjudiciables, ou interrompre les accouplements.

- Un organe nommé mycétome abrite des bactéries symbiotiques qui fournissent des substances nutritives à la punaise et accroissent

sa fécondité. Un antibiotique actif contre ces bactéries aiderait à éliminer les punaises des lits.

- Des enzymes permettent aux punaises de résister aux insecticides. Des composés ciblant ces enzymes peuvent rétablir la sensibilité aux pesticides.

Actuellement, pour repérer de petites populations encore dispersées de punaises des lits, le chien, bien entraîné, reste imbattable. Ce que capte au juste l'odorat de cet animal reste mal connu; il est possible qu'il s'agisse de l'ensemble des composés odorants que des chercheurs de l'Université Simon Fraser (Colombie-Britannique, Canada) ont identifié en 2008 comme étant les signaux chimiques émis par les punaises des lits pour se rassembler. Les repas de sang mis à part, tout ce qui fait la vie des punaises – l'accouplement, la ponte, le développement des larves, etc. – se déroule dans des sortes de cachettes que les insectes marquent avec leurs excréments et avec des composés volatils émanant de leur corps. Ces signaux permettent aux membres de la colonie de retrouver le chemin de leur quartier général. Cette tendance grégaire des punaises des lits est probablement dans l'intérêt de chacune d'elles, ne serait-ce qu'en accroissant le degré d'humidité de leur microhabitat. Si l'on pouvait simuler ces signaux d'agrégation, on pourrait mettre au point un piège simple permettant de déterminer la présence ou l'absence de punaises. Avec un tel dispositif, s'il restait discret, les hôteliers seraient en mesure de contrôler les chambres à l'insu de leurs clients.

Une élimination difficile

Bien sûr, détecter la présence de punaises n'est qu'une première étape. Les éradiquer est une toute autre histoire. Après avoir soigneusement mené l'inspection, les intervenants utilisent en général l'enveloppe des matelas et des sommiers pour ensevelir définitivement celles qui s'y étaient nichées. Ils peuvent passer l'aspirateur, traiter à la vapeur, par la congélation, ou pulvériser un insecticide à action rapide pour éliminer les punaises visibles. Ils répandent parfois des poudres insecticides ou desséchantes dans les fentes et lézards afin de tuer les punaises qui s'y sont réfugiées, et des insecticides à effet rémanent qui, pendant des jours, des semaines ou des mois, continueront de tuer les insectes parcourant les surfaces traitées.

Or même les insecticides les plus efficaces, placés entre les mains les plus expertes, devront en général être appliqués plusieurs fois sur une durée de plusieurs semaines pour éliminer l'infestation. Ces insecticides, mis essentiellement à la disposition des professionnels munis d'une

licence, doivent être utilisés selon une procédure stricte afin de protéger la santé humaine et l'environnement. Les produits en vente libre peuvent être dangereux s'ils sont mal employés. De plus, ils sont souvent inefficaces.

Chauffer une pièce ou une maison à l'aide d'un équipement professionnel pour atteindre 50 °C durant quatre heures constitue en revanche une solution non toxique grâce à laquelle on obtient souvent de bons résultats. Mais mis à part le traitement par la chaleur ou la fumigation de l'ensemble d'un bâtiment, se débarrasser des punaises des lits requiert la combinaison judicieuse de plusieurs stratégies.

De nouvelles méthodes sont nécessaires pour éliminer les punaises une fois qu'elles ont été localisées. C'est pourquoi des chercheurs du monde entier se penchent

sur leur comportement inhabituel en matière d'accouplement. La copulation chez les punaises des lits est un acte brutal. Le mâle a un pénis en forme de sabre qu'il utilise pour transpercer le tégument, ou cuticule, abdominal de la femelle. Cette forme d'accouplement est connue sous le nom d'insémination traumatique.

L'évolution a pourvu les punaises femelles d'adaptations à ce type de copulation vulnérante. Un sillon en V, sorte de tube cuticulaire nommé ectospermallège et qui se développe à un endroit précis de l'abdomen, guide l'appendice vulnérant du mâle et limite les dégâts. Une fois introduits dans la cavité abdominale de la punaise, les spermatozoïdes et les agents pathogènes qui les accompagnent parfois migrent à travers une barrière de cellules sanguines peu structurée, mais ayant une fonction immunitaire supposée – le mésospermallège. Les spermatozoïdes parviennent ensuite jusqu'à une zone de stockage située à la base de chaque ovaire.

Malgré les adaptations morphologiques du corps de la femelle, celle-ci est sujette à une forte mortalité, en raison des lésions causées par la multiplication des copulations. C'est ce qui s'est produit dans notre laboratoire où l'on a très vite remarqué la

L'AUTEUR



Kenneth HAYNES est professeur d'entomologie à l'Université du Kentucky, aux États-Unis.

DE NOUVELLES MÉTHODES SONT NÉCESSAIRES pour éliminer les punaises. C'est pourquoi des chercheurs du monde entier se penchent sur le comportement inhabituel de ces insectes en matière d'accouplement.

✓ BIBLIOGRAPHIE

M. F. Potter, *The history of bed bug management – With lessons from the past*, *American Entomologist*, vol. 57(1), pp. 14-25, 2011.

V. Harraca *et al.*, *Nymphs of the common bed bug [Cimex lectularius] produce anti-aphrodisiac defence against conspecific males*, *BMC Biology*, vol. 8, n° 121, 2010.

P. Delaunay *et al.*, *Les punaises de lits Cimex lectularius et Cimex hemipterus – Biologie, lutte et santé publique*, *Rivière Scientifique*, Association des Naturalistes de Nice et des Alpes-Maritimes, 2010.

J. M. Berenger *et al.*, *Les punaises de lits (Heteroptera, Cimicidae) : Une actualité « envahissante »*, *Médecine Tropicale*, vol. 68, pp. 563-567, 2008.

J. Carayon, *Insémination extra-génitale traumatique*, dans P.-P. Grassé (éd.), *Traité de zoologie*, tome VIII, fasc. V-A, pp. 352-390, Masson, 1977.



2. CE PIÈGE SIMPLE PERMET DE DÉTERMINER si les punaises des lits ont élu domicile dans le lit ou si elles proviennent d'un autre endroit. Les parois des deux cavités circulaires sont lisses ou lubrifiées, ce qui permet d'y piéger les insectes. Si l'on retrouve des punaises dans le creux interne, qui accueille le pied du lit, c'est que ces insectes logent dans le lit. Sinon, ils viennent d'ailleurs.

prédominance des mâles. Sans intervention humaine, les colonies de punaises en captivité s'éteindraient. Ce n'est pas le cas dans le monde réel où il est probable que les femelles se dispersent pour échapper à ces copulations mutilantes. Pourquoi la punaise des lits a-t-elle emprunté cette trajectoire de l'évolution qui lui coûte si cher, alors que les femelles de millions d'autres espèces ont développé des orifices sexuels qui permettent une insémination sans blessure ? Mes collègues et moi cherchons à savoir si ce type d'accouplement ne serait pas un point de vulnérabilité exploitable.

Des études publiées en 2009 et 2010 par Rickard Ignell, de l'Université suédoise des sciences agronomiques d'Alnarp, et ses collègues, et par Camilla Ryne, de l'Université de Lund (Suède), ont mis en évidence une autre adaptation chez ces punaises, liée à l'insémination traumatique et qui pourrait se révéler utile. Les mâles ne sont pas très sélectifs en matière de partenaires sexuels. Ils se précipitent sur les autres punaises mâles et même sur des mâles ou des femelles encore immatures. Ce type de copulation peut provoquer des lésions cuticulaires fatales sur des individus dont la morphologie n'est pas adaptée au transperçement abdominal, comme l'est celle d'une femelle adulte.

Les chercheurs ont découvert que pour détourner ces avances risquées, les larves et les mâles adultes libèrent des phéromones qui indiquent à l'assaillant qu'il perd son temps et son sperme. Il n'en faut pas plus pour imaginer la possibilité de manipuler ces réactions innées à notre

avantage. En théorie, recourir aux phéromones synthétiques dans les endroits où se réfugient les punaises permettrait de décourager toute forme d'accouplement. Et dans l'éventualité où les punaises s'habituerait à l'odeur, cela pourrait conduire à de fâcheuses erreurs d'accouplement et, finalement, à l'extinction du groupe comme cela se produit pour les punaises captives en laboratoire.

Antibiotiques à l'aide ?

Un autre aspect de la reproduction de la punaise des lits mérite d'être mentionné. Comme c'est le cas pour la plupart des animaux qui se reproduisent sexuellement, les punaises mâles ont une paire de testicules qui fabriquent des spermatozoïdes et un canal déférent qui transmet les spermatozoïdes et des sécrétions accessoires à la femelle au cours de la copulation. La femelle dispose, elle, d'une paire d'ovaires produisant des œufs qui sont ensuite acheminés à l'extérieur par un oviducte. Elle a aussi un organe appelé mycétome qui contient des bactéries symbiotiques.

Takema Fukatsu, de l'Institut japonais de sciences et technologies industrielles avancées, et ses collègues ont privé des punaises des lits de ces bactéries en leur administrant des antibiotiques. Ils ont découvert que les femelles avaient alors des taux de reproduction plus faibles. En ajoutant de la vitamine B au sang ingurgité par la femelle, ils ont rétabli sa fécondité, ce qui signifie que les bactéries du mycétome aident à fournir ces nutriments.

Sur la base de cette découverte, il est tentant d'imaginer que les scientifiques pourraient administrer des antibiotiques aux personnes subissant les assauts des punaises et ainsi indirectement atteindre ces bactéries, ce qui, en définitive, reviendrait à tuer les punaises. Nous avons pourtant besoin d'une solution plus spécifique. Utiliser des antibiotiques à large spectre pour traiter une personne qui n'est pas malade pourrait provoquer une cascade de problèmes. Tout d'abord, les bonnes bactéries contenues dans nos intestins seraient perturbées. Ensuite, les bactéries résistantes aux antibiotiques pourraient finir par prendre le dessus, et il se peut que certaines d'entre elles soient pathogènes pour l'être humain ou entraînent une déficience en vitamines. Les bactéries du mycétome constituent une voie sérieuse à explorer, mais il faudrait concevoir des antibiotiques très ciblés, qui n'agissent que sur cette bactérie.

Quant au développement de nouveaux insecticides, l'avenir est incertain. Ces dernières décennies, pour lutter contre les punaises des lits, on s'est beaucoup appuyé sur des produits à base de composés nommés pyréthrénoïdes. Or les punaises sont en train de devenir résistantes à ces substances, ce qui n'est pas surprenant étant donné que les premières résistances au DDT ont été rapportées dès la fin des années 1940.

Le DDT et les pyréthrénoïdes ont un mode d'action commun qui se traduit souvent par une résistance croisée, c'est-à-dire que le développement d'une résistance à un composé entraîne une résistance à l'autre. Mes collègues et moi avons découvert à Cincinnati des punaises des lits plus de 10 000 fois plus résistantes à un composé chimique d'usage courant appartenant à la famille des pyréthrénoïdes, la deltaméthrine. Autrement dit, pour tuer ce type de punaises, il faut 10 000 fois la dose habituelle. Nous étions interloqués devant le spectacle de ces punaises pataugeant dans une coulée de deltaméthrine pure et qui s'en sortaient vivantes et prêtes à repartir piquer leurs victimes dès le lendemain soir, alors que leurs congénères, sensibles au produit, périssaient une fois exposées à la moindre trace de celui-ci. Elles avaient aussi développé une résistance croisée au DDT.

Ces dures à cuire de Cincinnati ne sont pas des cas isolés. Mon équipe a décelé des gènes de résistance aux insecticides chez plus de 85 pour cent des

punaises des lits que nous avons échantillonnées sur le territoire des États-Unis. Notre équipe et d'autres ne font que commencer à identifier les mécanismes de cette résistance. Deux de mes collègues de l'Université du Kentucky, Fang Zhu et Subba Reddy Palli, ont utilisé des techniques de génie génétique pour rétablir la sensibilité aux insecticides de punaises résistantes. Selon leurs travaux, des enzymes présentes dans les souches résistantes, et qui agissent pour détoxifier les insecticides, pourraient être l'objet d'interventions ciblées.

De même, mon équipe a découvert qu'un composé connu pour accroître la toxicité des insecticides en prenant pour cible ce complexe d'enzymes rendait plus sensible à la deltaméthrine notre population de punaises hyperrésistantes. L'industrie de lutte contre les nuisibles utilise déjà des formes commerciales du composé qu'est le butoxyde de pipéronyle pour rétablir un certain niveau de sensibilité aux pyréthrinoides chez les punaises. Les chercheurs pourraient être bientôt en mesure

d'identifier le mode de résistance de tout type de punaises pour ensuite adopter une stratégie d'éradication adéquate, en sélectionnant des insecticides et autres substances qui fonctionneraient sur ce groupe particulier de nuisibles.

Faire appel au bon sens

La punaise des lits est un véritable cauchemar, en particulier pour ceux qui n'ont pas les moyens financiers de recourir à des contre-mesures efficaces. Les professionnels de la lutte contre les parasites peuvent venir à bout d'une infestation en effectuant des inspections approfondies et méthodiques des lieux, en utilisant avec compétence les insecticides à leur disposition et en employant toute une panoplie d'autres stratégies. Cela nécessite une main-d'œuvre importante et a un coût.

En fin de compte, le mieux est encore de faire appel à son bon sens pour éviter d'introduire des punaises des lits chez soi. En ce qui me concerne, lorsque je reviens d'un appartement infesté, je mets mes vête-

ments dans le séchoir électrique et le règle sur la chaleur maximale. Au retour de voyage, plutôt que de prendre le risque d'une invasion à la maison, je préfère laisser ma valise tout un week-end dans ma voiture garée sous un soleil de plomb : l'exposition prolongée d'un bagage à une température de 50 °C permet d'occire définitivement les éventuelles punaises qui s'y seraient glissées. En venir à bout par le gel à l'intérieur d'un véhicule est difficilement envisageable, car les punaises peuvent survivre de nombreuses heures aux températures atteintes par un congélateur domestique.

Il est peu probable que les punaises des lits recouvrent leur récent statut de nuisibles oubliés. Mais en faisant de la prévention auprès du public, tout en explorant les points de vulnérabilité particuliers de l'insecte en question, les scientifiques peuvent marquer des points. Considérer la punaise des lits comme un problème de santé publique et non comme un stigmata social est une étape que la société peut aujourd'hui franchir. ■



Au Jardin des Plantes

Détails sur
www.jardindesplantes.net
dans "l'agenda du jardin"

UNE EXPO / DES DÉBATS

Lundi 2 avril - 18h
Contes, légendes et histoires : les araignées, entre art et mythes
A. Gaborit, responsable de la collection Afrique au musée du quai Branly et du Pavillon des Sessions au musée du Louvre (sous réserve), *D. Noly*, conteuse et musicienne.

CONFÉRENCES

Cycle : "Rio + 20"
Lundi 16 avril - 18h
L'évaluation économique des services liés à la biodiversité : enjeux, méthodes, résultats
B. Chevassus-au-Louis, inspecteur général de l'agriculture, ancien directeur de l'INRA, ancien président du Muséum.

Lundi 23 avril - 18h
Le "coût de l'inaction politique" : l'évaluation économique peut-elle influencer nos décisions ?
Y. Laurans, chercheur associé, Institut du Développement durable et des Relations internationales (IDDRI), Fondation SciencesPo.

Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution
36 rue Geoffroy Saint-Hilaire, Paris 5^e - Métro : Jussieu

COURS PUBLICS

Cycle : "Le processus de l'évolution biologique"
M. Veuille, directeur d'étude à l'EPHE, UMR Origine, structure et évolution de la biodiversité, Muséum/CNRS

Jeudi 5 avril - 18h : La sélection naturelle, de Darwin à la génomique évolutive
Jeudi 12 avril - 18h : Écologie moléculaire : comment s'écrit la biographie des espèces

Grand Amphithéâtre du Muséum
57 rue Cuvier, Paris 5^e - Métro : Jussieu



L'épopée de L'HOLOGRAPHIE

Sean F. Johnston

Autrefois emblématique du futurisme, l'holographie n'exerce plus la même fascination aujourd'hui. Pourtant, elle a envahi notre vie quotidienne et suscite des recherches actives.

Il y a une trentaine d'années, les expositions d'hologrammes attiraient des centaines de milliers de visiteurs dans les grandes villes du monde entier. Le public découvrait avec émerveillement des images tridimensionnelles au réalisme étonnant. On célébrait l'holographie – et on la célèbre toujours – au travers de la science-fiction. Les entrepreneurs lui prédisaient des applications dans les domaines de l'art, de la photographie et de la télévision.

Aujourd'hui, l'holographie s'est muée en une technique fertile, occupant une place importante dans la science moderne et dans notre quotidien : elle est par exemple utilisée dans les icônes de cartes de crédit. Mais en se généralisant, elle a perdu une partie de son pouvoir de séduction. Autrefois emblème du futurisme, elle peut sembler dépassée à l'heure de la télévision en trois dimensions – bien que celle-ci n'offre pas une aussi bonne possibilité de voir l'image sous différents points de vue. En outre, d'autres techniques de création d'images en relief lui sont rattachées à tort, ce qui entretient une certaine confusion sur sa nature et ses possibilités exactes. Nous verrons que toutes ces techniques sont fondées sur des principes distincts.

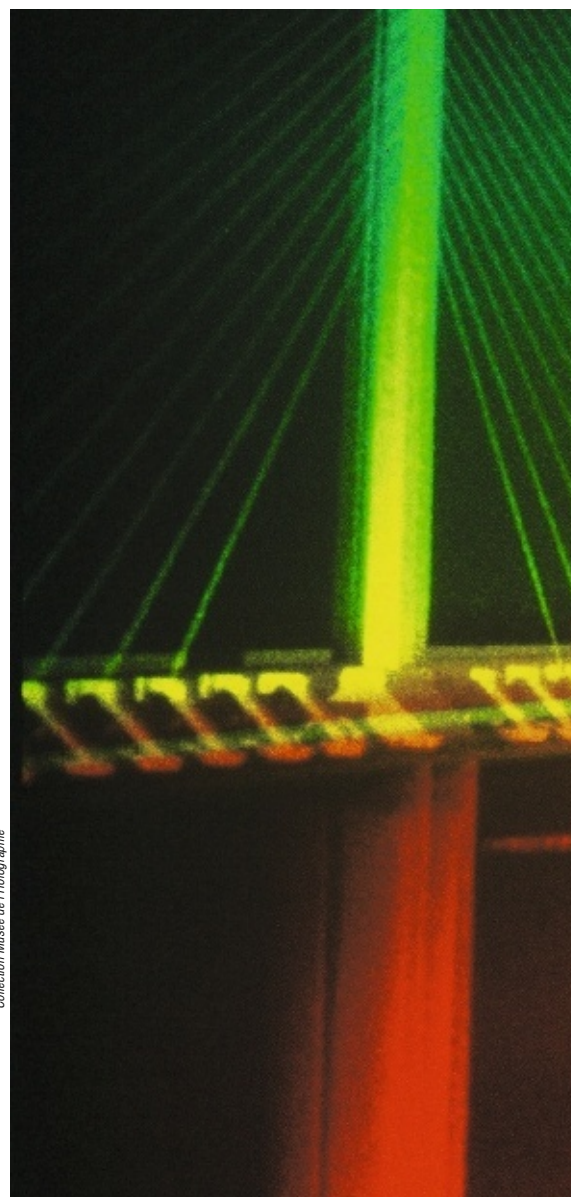
L'histoire de l'holographie, au croisement de disciplines aussi différentes que l'art et l'électronique, illustre l'une des plus grandes réussites scientifiques et techni-

ques des deux dernières générations. Elle met aussi en évidence les déceptions liées à une vision trop optimiste du progrès. Enfin, elle renseigne sur les facteurs culturels qui influent sur les avancées scientifiques et le changement technologique. Entrons donc dans cette histoire.

L'optique revisitée

À la fin de la Seconde Guerre mondiale, l'optique est devenue un domaine de l'ingénierie sophistiqué, mais routinier. L'optique géométrique, utilisée pour la conception de nombreux dispositifs, est au cœur d'industries importantes, qui ont profité des demandes liées à la guerre (jumelles, viseurs de fusils, périscopes...). Cependant, assez peu de physiciens sont attirés par ce domaine, car il met trop l'accent sur la science appliquée. Son homologue plus « noble », l'optique physique (qui s'intéresse aux phénomènes ondulatoires, tels que les interférences et la diffraction), est devenu un sujet de recherche majeur à la fin du XIX^e siècle, mais il s'est essouffé par la suite et n'a débouché que sur quelques applications pratiques.

Au moins deux de ces dernières partagent certaines caractéristiques techniques avec l'holographie – bien que ses découvreurs ne s'en soient pas directement inspirés. La première exploite un concept



Collection Musée de l'Holographie