



Les expériences menées par
Lars Chittka et ses collègues
visent à mettre en évidence
la sensibilité des bourdons.

L'ESSENTIEL

> Les insectes ne sont pas des automates dépourvus de sensibilité : abeilles, guêpes, mouches ou fourmis montrent en laboratoire des capacités cognitives et émotionnelles étonnantes.

> Des expériences récentes suggèrent que les bourdons peuvent ressentir l'optimisme,

la joie et même peut-être la douleur.

> Ces découvertes soulèvent des questions éthiques importantes, relatives au traitement des insectes en laboratoire ou à leur élevage, ou encore à l'usage des pesticides.

L'AUTEUR



LARS CHITTKA
professeur d'écologie sensorielle et comportementale à l'université Queen Mary (Londres).

La vie intérieure des insectes

Les abeilles, bourdons et autres insectes sont beaucoup plus complexes sur le plan cognitif qu'on ne le pensait jusqu'à présent. Une révélation qui pose d'importantes questions éthiques.

Au début des années 1990, alors que j'étais doctorant à l'université libre de Berlin et que je modélisais l'évolution de la perception des couleurs chez les abeilles, j'ai demandé à un professeur de botanique quelques conseils sur les pigments des fleurs. Je voulais savoir de quels degrés de liberté disposent les fleurs pour produire les couleurs qui attirent les abeilles. Furieux, il m'a répondu qu'il n'engagerait pas de discussion avec moi parce que je travaillais dans un laboratoire de neurobiologie où l'on pratiquait des expériences invasives sur des abeilles vivantes. Le professeur était convaincu que les insectes avaient la capacité de ressentir la douleur. Je me souviens être sorti du bureau du botaniste en secouant la tête, pensant que cet homme avait perdu la sienne.

À l'époque, mon point de vue était conforme au courant dominant. La douleur est une expérience consciente, et de nombreux chercheurs pensaient alors que la conscience était propre aux humains. Mais aujourd'hui, après des décennies de recherche sur la perception des abeilles et leur intelligence, je me

demande si le professeur de botanique berlinois n'avait pas raison.

Depuis, des chercheurs ont démontré que les abeilles et certains autres insectes font preuve de comportements intelligents que personne n'aurait crus possibles lorsque j'étais étudiant. Les abeilles, par exemple, sont capables de compter, de saisir les concepts de similitude et de différence, d'apprendre des tâches complexes en observant les autres et de connaître les dimensions de leur propre corps, une aptitude associée à la conscience chez les humains. Elles semblent également éprouver du plaisir et de la douleur. En d'autres termes, il semble qu'au moins certaines espèces d'insectes – voire toutes – soient sentientes, c'est-à-dire capables d'avoir des expériences subjectives, des émotions, ce qui est souvent lié à la présence de certains niveaux de conscience.

Ces découvertes soulèvent des questions fascinantes sur les origines de la cognition complexe. Elles ont aussi des implications éthiques considérables sur la manière dont nous devrions traiter les insectes en laboratoire et dans la nature.

On a longtemps pensé que les insectes étaient des automates, des animaux qui ne pensaient pas, qui ne ressentait rien et dont le comportement était entièrement programmé génétiquement. Mais dans les années 1990, des chercheurs ont commencé à faire des découvertes surprenantes sur les facultés cognitives des insectes.

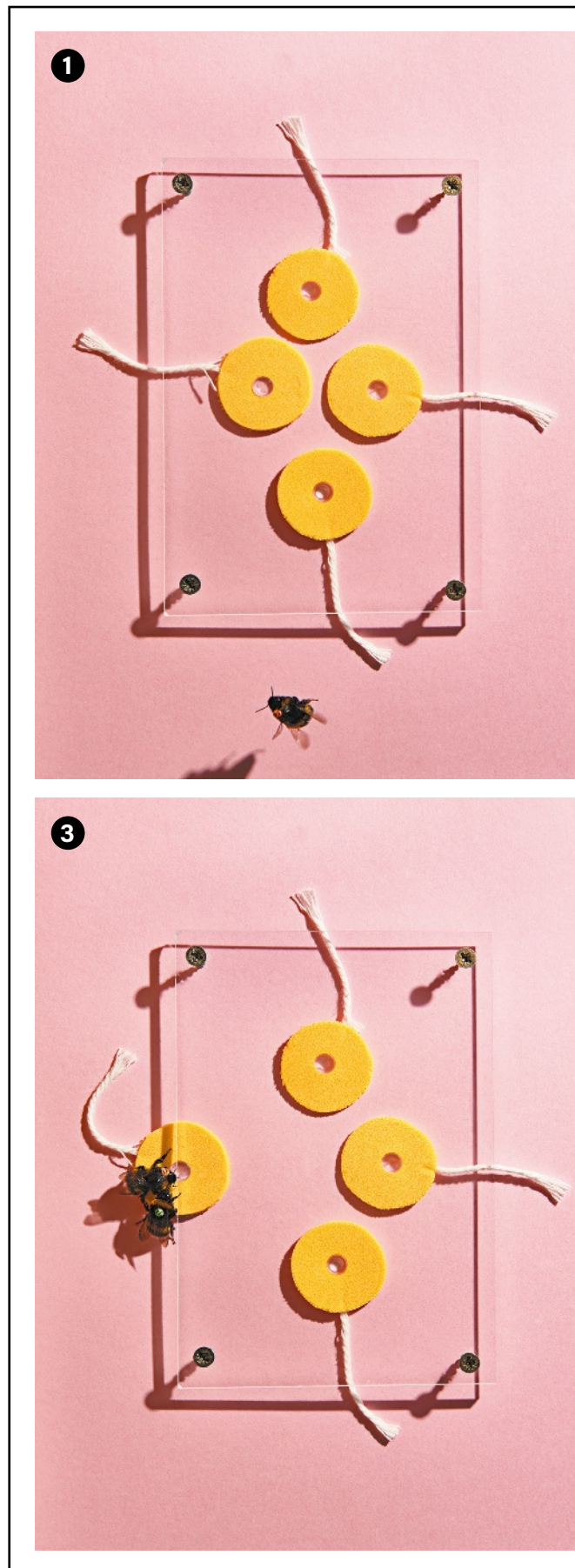
Les abeilles ne sont pas les seules concernées. Certaines espèces de guêpes reconnaissent la face des membres de leur colonie et acquièrent des compétences sociales impressionnantes. Par exemple, elles comparent leur force de combat à celle d'autres guêpes simplement en les regardant se battre entre elles. Les fourmis sauvent les membres de leur colonie ensevelis sous des décombres en creusant uniquement au-dessus des endroits piégés de leur corps – et donc invisibles. En d'autres termes, elles déduisent la dimension du corps enfoui sur la base des parties encore visibles. Des mouches immergées dans un environnement virtuel restent attentives et conscientes du temps qui passe. Et des criquets estiment visuellement les distances entre les échelons d'une échelle à leur taille et planifient la largeur de leurs pas en conséquence (même lorsque l'échelon est caché à leur vue après le début du mouvement).

SIGNES D'INTELLIGENCE

Pourquoi, alors que les travaux révélant l'étendue de la cognition des insectes et de leur intelligence se multipliaient, les scientifiques ne se sont-ils pas interrogés plus tôt sur la capacité de ces animaux à être sentients ? En fait, la question de la sentience des insectes me préoccupe depuis des décennies. Dès le début des années 2000, je l'ai utilisée dans des débats pour des travaux dirigés de groupes d'étudiants de premier cycle. Je la considérais comme un exercice intellectuel stimulant, mais les discussions se terminaient invariablement par la conclusion qu'il était impossible d'y répondre. Nous n'avons pas de fenêtre directe sur le monde intérieur des animaux qui ne peuvent pas communiquer verbalement leurs pensées et leurs sentiments – c'est-à-dire tous les animaux non humains. C'est pourquoi le sujet de la sentience des insectes est longtemps resté théorique.

J'ai commencé à penser qu'il était possible d'appréhender cette question de manière concrète lorsque, il y a quinze ans, Thomas Ings, aujourd'hui à l'université Anglia-Ruskin, en Angleterre, et moi-même avons réalisé une expérience visant à déterminer si les bourdons étaient capables d'apprentissage face à une menace de prédation. Certaines espèces d'araignées appelées « araignées crabes » se perchent sur les fleurs pour attraper les insectes pollinisateurs, dont les abeilles. Nous avons construit un modèle d'araignée en plastique comportant un mécanisme qui emprisonne brièvement un bourdon entre deux éponges avant de le relâcher. Le comportement des bourdons, après une attaque par cette fausse araignée, a changé de manière notable. Sans grande surprise, ils ont appris à éviter les fleurs infestées par l'« araignée » et ont passé plus de temps à inspecter chaque fleur avant de se poser. Plus étonnant, ils ont parfois fui des menaces imaginaires, examinant puis abandonnant une fleur parfaitement sûre, dépourvue d'araignée. Ce comportement de fausse alerte ressemble aux symptômes du syndrome de stress post-traumatique chez l'homme. Bien que cette observation fortuite ne constitue pas une preuve formelle de l'existence d'un état émotionnel, elle invite à envisager la possibilité d'un tel état chez les insectes.

D'autres recherches ont suggéré que les insectes feraient également preuve d'états d'esprit positifs. De nombreuses plantes contiennent des substances amères, comme la nicotine



2



4



Les bourdons sont capables d'apprendre des tâches complexes en observant leurs congénères. Dans une étude, ils ont appris à tirer des ficelles attachées à des fleurs artificielles, abritant une récompense sucrée, situées sous une plaque de Plexiglas, pour les ramener vers eux.

et la caféine, pour dissuader les herbivores. Ces substances se retrouvent également en faibles concentrations dans certains nectars floraux. Les chercheurs faisaient l'hypothèse que ces nectars pouvaient dissuader les pollinisateurs, mais tel n'est pas le cas. Les abeilles recherchent en fait activement des drogues telles que la nicotine et la caféine, si elles en ont la possibilité, et se soignent avec de la nicotine lorsqu'elles sont malades. Si les mouches des fruits mâles sont stressées par la privation d'occasions d'accouplement, elles préfèrent les aliments contenant de l'alcool (naturellement présent dans les fruits en fermentation), et les abeilles présentent même des symptômes de sevrage lorsqu'elles n'ont pas accès à un régime riche en alcool.

Pourquoi les insectes consommeraient-ils des substances altérant l'esprit s'il n'y a pas d'esprit à altérer? Bien sûr, ces indices suggestifs d'états d'esprit négatifs et positifs ne suffisent toujours pas à démontrer que les insectes sont sentients.

PLAISIR ET DOULEUR

J'ai donc commencé à réfléchir à la manière d'évaluer plus directement leurs états émotionnels. Des tests dits «de biais cognitifs» ont été développés pour estimer le bien-être psychologique d'animaux, tels que les rats vivant en captivité. Ces tests sont essentiellement des versions du proverbial verre à moitié plein ou à moitié vide: les humains optimistes peuvent considérer le verre à moitié rempli comme presque plein, tandis que les pessimistes le jugeront presque vide. Avec mon équipe, nous avons mis au point un test similaire pour les bourdons.

Nous avons entraîné un groupe de ces insectes à associer la couleur bleue à une récompense sucrée et la couleur verte à l'absence de récompense, et un autre groupe à faire l'association inverse. Nous avons ensuite présenté aux bourdons une couleur turquoise, une nuance intermédiaire entre le bleu et le vert. Un lot de bourdons chanceux a reçu une récompense sucrée surprise, juste avant de voir la couleur turquoise; les autres n'en ont pas obtenu. La réaction de ces hyménoptères au stimulus ambigu dépendait du fait qu'ils avaient bénéficié ou non d'une friandise avant le test: ceux qui l'avaient reçue s'approchaient plus rapidement de la couleur intermédiaire que ceux qui n'en avaient pas eu.

Ces résultats suggèrent que lorsque les bourdons ont été surpris par une récompense, ils ont adopté un état d'esprit optimiste. Cet état, qui s'est avéré lié au neurotransmetteur dopamine, les a rendus plus positifs, si l'on peut dire, face à des stimuli ambigus – ils les ont abordés comme ils le feraient avec les couleurs bleue ou verte qu'ils ont été entraînés à associer à une récompense. Par ailleurs, ceux qui avaient reçu une dose surprise de sucre se sont rétablis plus rapidement lorsqu'ils ont été piégés par un faux prédateur et ont recommencé à butiner plus tôt que leurs congénères qui n'avaient pas eu de sucre avant l'attaque simulée.

D'autres travaux suggèrent que les bourdons peuvent éprouver non seulement de l'optimisme, mais aussi de la joie. Il y a quelques années, nous avons entraîné des bourdons à faire rouler de minuscules boules vers une zone cible pour obtenir une récompense en nectar – une forme de manipulation d'objet



Une reine bourdon et des ouvrières s'occupent d'un nid. Les structures de cire ouvertes sont des réserves de miel ou de pollen ; les structures fermées contiennent des larves.

équivalente à l'utilisation par l'homme d'une pièce de monnaie dans un distributeur automatique. Au cours de ces expériences, nous avons remarqué que certains bourdons faisaient rouler les boules même en l'absence de récompense. Nous avons soupçonné qu'il s'agissait d'une forme de comportement ludique.

Cette intuition a récemment été confirmée expérimentalement. Nous avons relié une colonie de bourdons à une arène équipée de boules mobiles d'un côté, de boules immobiles de l'autre, et d'un chemin libre entre les deux, qui menait à une station de nourrissage contenant une solution sucrée et du pollen à volonté. Les bourdons n'ont cessé de revenir encore et encore dans ce qui s'apparentait à une «aire de jeu», où ils ont fait rouler les boules mobiles dans toutes les directions et souvent pendant de longues périodes sans aller chercher de récompense, même si celle-ci était disponible en abondance à proximité. Il semble qu'il y ait quelque chose d'intrinsèquement agréable dans cette activité. Conformément à ce que d'autres chercheurs ont observé chez les vertébrés en train de jouer, les jeunes bourdons se sont engagés plus souvent avec les balles que les plus âgées. Les mâles ont joué plus que les femelles (les bourdons mâles ne travaillent pas pour la colonie et ont donc beaucoup plus de temps libre). Ces expériences, certes assez touchantes, apportent, surtout, des preuves supplémentaires de l'existence d'états émotionnels positifs chez les bourdons.

Toutes ces recherches ont soulevé la question plus inconfortable de savoir si nos

hyménoptères sont également capables d'éprouver de la douleur. Répondre à cette question place les scientifiques devant un dilemme moral : si les résultats d'expérience sont positifs, la recherche pourrait permettre d'améliorer le bien-être de milliards d'insectes sauvages et d'élevage. Mais cela impliquerait également des souffrances potentielles pour les animaux testés afin d'obtenir des preuves. Nous avons donc conçu une expérience utilisant des stimuli modérément désagréables, et non des stimuli nocifs, et dans laquelle les bourdons pouvaient choisir librement de subir ou non ces stimuli.

Nous avons donné aux insectes le choix entre deux types de fleurs artificielles. Certaines étaient chauffées à 55 °C (moins que votre tasse de café, mais tout de même chaudes), et d'autres non. Nous avons fait varier les récompenses accordées selon le type de fleurs. Les bourdons ont clairement évité la chaleur lorsque les récompenses pour les deux types de fleurs étaient les mêmes. En soi, une telle réaction pourrait être interprétée comme résultant d'un simple réflexe. Mais la douleur chez l'homme se caractérise par le fait qu'il ne s'agit pas d'une réaction automatique, de type réflexe. Au contraire, on peut choisir de «serrer les dents» et de supporter l'inconfort, par exemple si une récompense est en jeu. Il s'avère que les bourdons ont justement cette flexibilité. Lorsque les récompenses offertes par les fleurs chauffées étaient très intéressantes (plus dosées en sucre), les insectes ont choisi de s'y poser. Apparemment, cela valait la peine pour elles d'endurer l'inconfort. Par la suite, nous avons supprimé chaleur et récompenses. Les bourdons ont alors continué à apprécier les avantages et les inconvénients de chaque type de fleur à partir de leurs souvenirs, comparant mentalement les options.

Cette découverte ne prouve pas, à elle seule, que les bourdons ressentent la douleur. Mais elle est cohérente avec cette notion, et ce n'est qu'un indicateur parmi d'autres. Les abeilles et d'autres insectes forment également des souvenirs à long terme des conditions dans lesquelles ils ont été blessés. Ils disposent en outre de capteurs spécialisés qui détectent les lésions tissulaires et sont reliés à des régions du cerveau qui traitent et stockent également d'autres stimuli sensoriels. Ces êtres disposent de l'équipement neuronal nécessaire pour moduler l'expérience de la douleur par un contrôle descendant. En d'autres mots, les bourdons ne se limitent pas à quelques réflexes lorsqu'ils réagissent à des stimuli nocifs, mais font preuve de flexibilité : ils modifient leurs réactions en fonction des circonstances, de la même manière que nous pouvons choisir d'appuyer sur la poignée d'une porte chaude pour échapper à un bâtiment en flammes.

Les critiques pourraient, certes, faire valoir que chacun des comportements décrits jusqu'ici pourrait également être programmé dans un robot non conscient. Mais bien qu'il n'existe toujours pas de preuve expérimentale unique et universellement acceptée de l'existence d'une expérience de la douleur chez un animal, il est clair qu'à mesure que nous accumulons des résultats fiables démontrant que les insectes peuvent ressentir, la probabilité qu'ils soient effectivement sentients augmente.

UNE OBLIGATION ÉTHIQUE

À titre de comparaison, si un chien blessé à la patte gémit, lèche sa plaie, boite, marche de façon à diminuer la pression sur sa patte, apprend à éviter l'endroit où la blessure s'est produite et cherche à obtenir des analgésiques

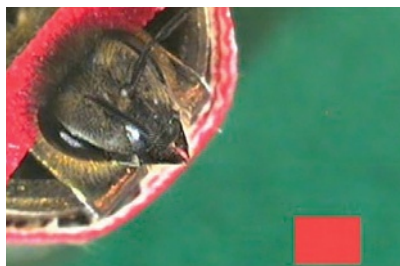
lorsqu'on lui en propose, nous avons de bonnes raisons de supposer que ce chien éprouve effectivement quelque chose de désagréable.

En suivant une logique similaire, mes collègues et moi-même avons examiné des centaines d'études portant sur plusieurs ordres d'insectes afin de trouver des preuves de l'existence d'une capacité à ressentir la douleur. Notre analyse a révélé des preuves au moins raisonnablement solides de cette aptitude dans un certain nombre de taxons, y compris les blattes et les mouches des fruits. Il est important de noter que rien, dans ces recherches, n'établit qu'une espèce ait échoué de manière convaincante à répondre à un quelconque critère d'expérience douloureuse. Il semble que, dans de nombreux cas, les scientifiques n'aient tout simplement pas cherché suffisamment à savoir si les espèces d'insectes

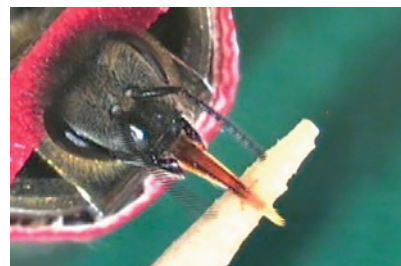
DE LA SENTIENCE À LA CONSCIENCE

L'abeille mellifère est un insecte qui a inspiré depuis des décennies nombreuses études dans les domaines de l'éthologie et les neurosciences. Ses capacités perceptuelles et de communication ont depuis très longtemps suscité la fascination des scientifiques. Néanmoins, c'est dans ces dernières deux décennies que leurs aptitudes cognitives de haut niveau ont été l'objet de recherches qui ont dévoilé une intelligence insoupçonnée. En effet, malgré le fait de posséder un cerveau de volume réduit (1 mm³, soit la taille d'un grain de riz) constitué d'un faible nombre de neurones (environ 1 million, soit 70 fois moins que celui d'une souris), les abeilles ont la faculté de catégoriser des objets, d'apprendre des règles conceptuelles et même de compter. Ces résultats, produits majoritairement dans notre équipe, nous mènent inévitablement à la question : est-ce que ces insectes sont conscients et sentients ? Est-ce que les abeilles perçoivent consciemment le monde qui les entoure ?

Dans notre équipe de recherche à l'Institut de biologie Paris-Seine de Sorbonne Université, nous recherchons activement des marqueurs cognitifs et neurobiologiques qui indiqueraient un état similaire à la « conscience » chez l'abeille mellifère. Pour cela, nous utilisons des protocoles d'apprentissage particuliers nous permettant de mettre en évidence des capacités cognitives très peu étudiées chez les insectes à l'heure actuelle. Nous travaillons notamment sur l'aptitude à porter une attention consciente (*awareness*, en anglais) à des associations d'expériences vécues par l'animal. Un exemple typique de ce type d'association est le « conditionnement de trace », bien observé chez l'humain. Dans ce conditionnement, les deux événements à associer ne sont pas contigus, ce qui



Une abeille associe une odeur (figurée par le carré rouge) à une récompense sucrée (à droite). Cet apprentissage réussit même quand l'odeur et la récompense ne se succèdent pas immédiatement.



rendrait facile leur association, mais séparés par un intervalle de temps. Ainsi, il devient plus difficile de faire le lien entre eux. Chez l'humain, ce genre d'association requiert une attention consciente. Dans un contexte d'apprentissage, par exemple, une distraction pendant la séparation temporelle entre événements à associer fait chuter les performances. Ces travaux ont contribué à faire du conditionnement de trace une méthode offrant la possibilité d'étudier l'attention consciente. Les protocoles d'apprentissage existant chez l'abeille rendent possible l'étude du conditionnement de trace et l'existence éventuelle d'une attention consciente. Par exemple, les abeilles sont extrêmement performantes lors de l'apprentissage d'une association entre une odeur et une récompense alimentaire (une gouttelette de solution sucrée) qui la suit immédiatement. Nous avons adapté ce protocole de sorte à séparer l'odeur et la solution sucrée par un intervalle de temps. Malgré cela, les abeilles apprennent l'association. Or, comme chez l'humain, l'introduction de distracteurs (par exemple, des microflashes de lumière) pendant l'intervalle de séparation entre odeur et sucre perturbe de façon significative l'apprentissage, ce qui laisse

supposer que chez les abeilles aussi une attention consciente est nécessaire afin de faire le lien entre événements dans un conditionnement de trace. Un trait important lié à la présence de conscience est la sentience, qui correspond à la capacité d'un être vivant à éprouver des états subjectifs, des expériences qui lui sont propres et qui possèdent également une valence hédonique (elles sont agréables ou désagréables) et qu'on appelle couramment des « émotions ». Dans notre équipe, nous étudions si l'abeille domestique ressent la peur, une émotion négative forte à prendre en considération en bien-être animal. La peur se caractérise par des signatures comportementales, comme la fuite (parfois la paralysie), et physiologiques, comme l'accélération cardiaque et respiratoire. Est-ce que les abeilles montrent des signes indiquant un état similaire à une « peur » lors d'expériences négatives ? Nous travaillons actuellement à la mise en place de protocoles pour faire la lumière sur ces problématiques.

MARTIN GIURFA ET CATHERINE MACRI
laboratoire Neurosciences Paris-Seine,
Institut de biologie Paris-Seine, Sorbonne
Université, Paris

qu'ils étudient éprouvent de l'inconfort. Si certains insectes au moins sont sensibles et peuvent ressentir la douleur, comme cela semble être le cas, quelles sont les implications de cette révélation? On me pose parfois des questions du type: «Cela signifie-t-il que je ne peux pas tuer un moustique qui se pose sur mon bras, même s'il risque de m'infecter avec une maladie potentiellement mortelle?» Non, cela ne veut pas dire cela. L'idée que de nombreux animaux d'élevage conventionnels sont probablement sentients n'a pas empêché les humains de les tuer. Mais elle a permis de prendre conscience (et de légiférer dans de nombreux pays) que la mise à mort doit être effectuée de manière à minimiser la détresse et la douleur. Si la mort est instantanée, comme lorsque vous frappez le moustique sur votre peau, il y a peu de place pour la souffrance. Il en va autrement lorsqu'il s'agit d'enflammer des fourmis à l'aide d'une loupe, comme on apprend parfois aux enfants à le faire pour s'amuser.

Le traitement des insectes dans les laboratoires scientifiques mérite également d'être pris en considération. Les insectes transmettent certaines des maladies humaines les plus mortelles – c'est pourquoi la recherche sur les moyens de les contrôler est évidemment importante. En outre, nous pourrions mettre au point des remèdes pour toute une série de troubles de la santé humaine en étudiant leurs mécanismes moléculaires, génétiques et neurobiologiques chez des insectes comme la mouche du vinaigre. Les chercheurs sont souvent encouragés par les organismes de financement à travailler sur des insectes plutôt que sur des vertébrés, en partie parce qu'il n'y a *a priori* pas d'enjeu éthique à tenir compte. Cependant, certaines des méthodes utilisées sont susceptibles de causer une souffrance intense. Les insectes sont parfois plongés dans de la cire chaude après l'ablation de leurs extrémités, leur capsule céphalique est ensuite ouverte et des électrodes sont insérées dans diverses parties de leur cerveau, le tout sans anesthésie.

Les chercheurs avec lesquels j'ai discuté de ce sujet m'ont parfois rétorqué que nous n'avions pas encore apporté la preuve irréfutable que les insectes sont susceptibles de souffrir. C'est exact, mais compte tenu de ce que nous savons aujourd'hui de la plausibilité de l'expérience de la douleur chez certains insectes, ne voudrions-nous pas plutôt nous assurer que des traitements invasifs spécifiques n'entraînent pas de souffrance? Il est urgent de poursuivre les recherches sur cette question ainsi que sur l'identification et le développement d'anesthésiques appropriés.

Certains de mes collègues s'inquiètent de l'introduction d'une législation et d'une papé-rasserie semblables à celles en vigueur pour les travaux de recherche impliquant des vertébrés.

Les méthodes
employées pour
tuer les insectes
d'élevage sont
susceptibles
de provoquer
d'intenses
souffrances

Ce texte est une adaptation
de l'article **The inner lives
of insects**, publié
par *Scientific American*
en juillet 2023.

Je comprends leurs craintes. Les arbitrages politiques tendent à transformer les recommandations bien intentionnées des scientifiques en cauchemars bureaucratiques, ce qui peut entraver le progrès scientifique tout en n'apportant aucun avantage appréciable pour le bien-être des animaux. Une approche potentiellement plus profitable consisterait à ce que les chercheurs sur les insectes eux-mêmes prennent l'initiative de réfléchir à la manière de minimiser la souffrance, de réduire le nombre d'individus testés ou sacrifiés lorsque c'est possible, et de veiller à ce que l'impact négatif des procédés expérimentaux soit proportionnel au gain de connaissances, tant dans la recherche motivée par la curiosité que dans la recherche appliquée.

Les insectes sont utilisés à bien plus grande échelle dans l'industrie de l'alimentation animale et humaine. Plus d'un milliard de grillons, de mouches soldats noires, de vers de farine et d'autres espèces sont tués chaque année, et le secteur est en pleine expansion. Ils sont souvent présentés comme un substitut à une partie ou à la totalité de la viande issue de vertébrés dans l'alimentation humaine. De plus, leur élevage est considéré comme une alternative respectueuse de l'environnement aux exploitations conventionnelles de bétail comme les bovins ou les poulets. Un autre avantage perçu de l'élevage d'insectes est qu'il ne pose prétendument pas de problèmes éthiques, comme c'est le cas avec les vaches et les poulets. Certaines entreprises spécialisées dans ce domaine promeuvent d'ailleurs spécifiquement l'idée que les insectes n'ont aucune capacité à ressentir la douleur.

Cette affirmation est manifestement erronée pour toutes les espèces d'insectes testées jusqu'à présent. La science nous apprend que les méthodes employées pour tuer les insectes d'élevage – y compris la cuisson, l'ébullition et le passage au microondes – sont susceptibles de provoquer d'intenses souffrances. Et ce n'est pas comme s'ils étaient sacrifiés pour une grande cause. L'essentiel de l'industrie ne cherche pas à remplacer la consommation humaine de viande issue de vertébrés par des insectes. Au contraire, la plupart des insectes abattus servent à nourrir d'autres animaux élevés pour notre alimentation, comme le saumon ou le poulet. En d'autres termes, les insectes d'élevage sont utilisés pour «doper» la production animale conventionnelle, et non pour s'y substituer.

Mais même si l'objectif est de remplacer la viande obtenue à partir d'animaux vertébrés, nous avons besoin de preuves scientifiques pour déterminer ce qui constitue des méthodes d'abattage sans cruauté et des conditions d'élevage éthiquement défendables pour les insectes. Il est possible que ces preuves révèlent une moindre capacité à souffrir pour différents stades larvaires de certaines espèces,



Des bourdons passent plus
de temps à faire rouler des billes
plutôt qu'à visiter les réserves
de nectar mises à leur disposition –
une forme de jeu ?

mais tant que nous n'en disposons pas, nous devrions pêcher par excès de prudence.

Malheureusement, un régime végétarien ou végétalien n'est pas nécessairement exempt de préoccupations éthiques concernant le bien-être des insectes. De nombreux insectes partagent notre goût pour les feuilles, les racines, les légumes et les fruits des plantes que nous consommons. En conséquence, plusieurs millions de tonnes de pesticides sont utilisées chaque année dans le monde pour rationaliser la production d'aliments bon marché en vue d'un profit maximal. Ces pesticides empoisonnent et tuent d'innombrables insectes

de la floraison des amandiers de Californie, l'un des plus importants sites de pollinisation industrielle du monde. Des apiculteurs chargent plus de la moitié des abeilles d'Amérique du Nord (plusieurs dizaines de milliards d'individus) dans des camions pour les expédier vers plus de 320 000 hectares de monoculture d'amandiers en Californie pendant la période de floraison, puis les renvoient à leur lieu d'origine ou vers d'autres cultures nécessitant une pollinisation massive.

Le « syndrome d'effondrement des colonies », soit la disparition massive des colonies d'abeilles, dont vous avez peut-être entendu parler dans les médias, n'est pas seulement le résultat de certains agents pathogènes bien connus, mais est aussi lié au fait que les abeilles sont littéralement stressées à mort par des pratiques apicoles impitoyables. Le fait de secouer les abeilles, même brièvement, induit un état émotionnel pessimiste. Imaginez maintenant les effets des vibrations intenses et prolongées imposées aux butineuses lorsqu'elles sont transportées par camion à travers un continent dans des ruches hermétiques, nourries d'aliments artificiels et incapables de déféquer en dehors de la ruche, puis lorsqu'elles se retrouvent dans des monocultures dépourvues de la diversité de la nourriture florale dont elles ont normalement besoin. Les scientifiques ont étudié en profondeur les répercussions néfastes du stress sur le système immunitaire de plusieurs espèces, y compris les insectes. Pour les créatures invertébrées, les chercheurs ont généralement supposé que le stress est strictement physiologique, comme une plante qui flétrit lorsqu'elle est privée d'eau. La possibilité que, chez les insectes, le stress soit au moins en partie de nature psychologique, mérite d'être explorée plus avant.

Pour vivre, pour manger, nous tuons presque inévitablement d'autres êtres vivants, même si la division du travail fait que ce n'est pas nous qui tuons. Mais dans la mesure où les créatures concernées sont probablement sentientes, nous avons l'obligation morale de minimiser leurs souffrances, que ce soit dans les laboratoires de recherche, dans les fermes d'alimentation animale ou dans le cadre de l'agriculture.

Le fait qu'il n'existe à ce jour aucune preuve irréfutable de la sentience d'un animal ne signifie pas qu'il n'y a pas lieu d'agir. Les indicateurs psychologiques, pharmacologiques, neurobiologiques et hormonaux raisonnablement solides allant dans ce sens, pour de nombreux animaux, y compris certains insectes, signifient qu'il est nécessaire d'acquiescer des preuves dans la direction opposée. Nous devrions exiger des garanties suffisamment fiables de l'absence de sentience avant de soumettre ces animaux à des interventions susceptibles de provoquer une détresse intense. ■

Il est possible que le stress chez les insectes soit aussi de nature psychologique

BIBLIOGRAPHIE

H. S. Galpayage Dona et al., Do bumble bees play ?, *Animal Behaviour*, 2022.

M. Gibbons et al., Can insects feel pain ? A review of the neural and behavioural evidence, *Advances in Insect Physiology*, 2022.

D. Baracchi et al., Nicotine in floral nectar pharmacologically influences bumblebee learning of floral features, *Sci. Rep.*, 2017.

C. Solvi et al., Unexpected rewards induce dopamine-dependent positive emotion – like state changes in bumblebees, *Science*, 2016.

J. E. Niven et al., Visual targeting of forelimbs in ladder-walking locusts, *Current Biology*, 2009.

T. C. Ings et L. Chittka, Speed-accuracy tradeoffs and false alarms in bee responses to cryptic predators, *Current Biology*, 2008.

(et de nombreux autres animaux), souvent au terme de processus qui durent plusieurs jours.

Les insectes phytophages ne sont pas les seuls à être touchés. Les effets néfastes des insecticides connus sous le nom de « néonicotinoïdes » sur les abeilles sont bien documentés. Bien que leur concentration dans le nectar et le pollen des fleurs soit généralement trop faible pour tuer instantanément, ces insecticides affectent l'apprentissage, la navigation, l'efficacité de la recherche de nourriture et le succès de la reproduction, ce qui a de graves répercussions sur les populations d'abeilles sauvages. Ces dommages collatéraux causés aux abeilles sont jugés préoccupants, car il s'agit d'insectes bénéfiques de grande utilité pour nous, les humains : ils pollinisent nos cultures et les fleurs de nos jardins. Mais ces pesticides sont aussi susceptibles de provoquer des souffrances massives chez les abeilles et d'autres insectes, ce qui constitue une autre raison d'interdire, ou du moins de limiter fortement, leur utilisation.

Les abeilles, en particulier, subissent un stress supplémentaire du fait des opérations de pollinisation industrielle. La production de masse de framboises, de myrtilles, de pommes, de tomates, de melons, d'avocats et de bien d'autres marchandises dépend des abeilles ou des bourdons élevés en grand nombre à des fins commerciales, de leur reproduction, de leur élevage et de leur expédition vers des lieux éloignés pour polliniser les cultures.

Le lait d'amande, une alternative populaire au lait de vache, dépend dans une large mesure