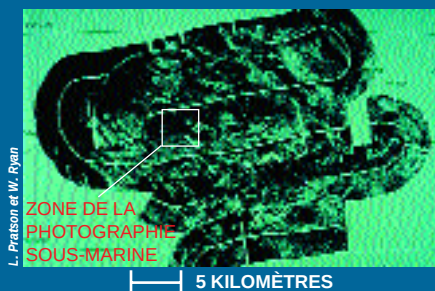


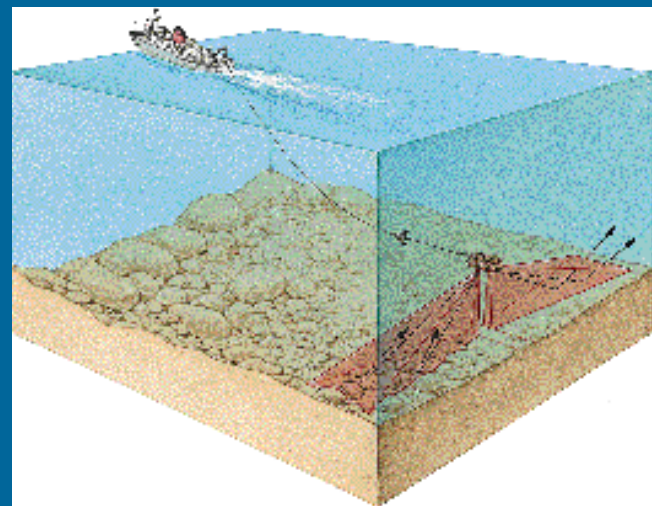
nément, les systèmes de détection enregistrent les sons réfléchis par le fond et qui proviennent d'étroits couloirs sous-marins parallèles à la trajectoire du navire. Ainsi, les ultrasons captés par le navire proviennent des intersections entre la bande des sons émis et les couloirs d'écoute. Les échos sont enregistrés à des intervalles réguliers de quelques secondes pendant que le navire avance, et l'accumulation des données autorise la reconstruction du relief le long de la trajectoire du navire. En ratissant une zone par bandes, comme on tond une pelouse, on cartographie toute la région. Toutefois, les géophysiciens disposent de moins de 200 navires équipés du matériel nécessaire, de sorte qu'il leur faudrait plusieurs centaines d'années pour cartographier de cette façon la totalité des fonds sous-marins.

Le sondeur à balayage latéral (c) fournit un autre aspect du fond de l'océan. L'équipement est habituellement monté sur un traîneau

IMAGE PAR SONDEUR À BALAYAGE LATÉRAL



remorqué par le bateau. Deux sondeurs, fixés de chaque côté du traîneau fonctionnent à la fois comme sources d'ultrasons et comme dispositif d'enregistrement. Ces unités émettent obliquement vers le fond, de chaque côté

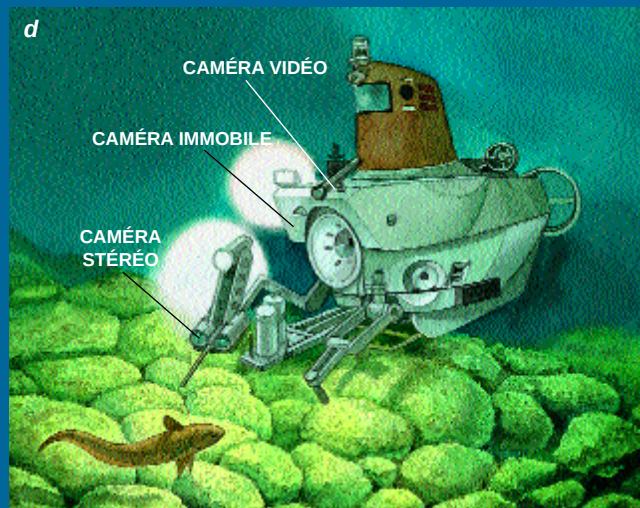
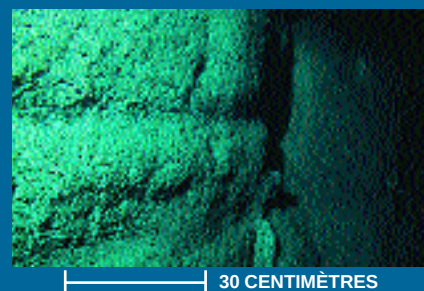


La cartographie sous-marine informe les géologues sur la façon dont les fonds des océans sont modelés par les contraintes physiques auxquelles ils sont soumis. Les images du relief océanique permettent aux scientifiques de découvrir d'un seul coup d'œil de vastes étendues sous-marines. On ne connaissait pas encore cet aspect de la Terre, alors que l'on avait déjà découvert la surface des planètes lointaines. L'évolution de la Terre est aujourd'hui à portée de regard.

du traîneau. Quand le fond est plat et lisse, aucun écho n'est réfléchi vers le traîneau (comme un rayon de lumière dirigé obliquement sur un hublot). Au contraire, quand le fond marin est accidenté, les ondes frappant le sol sont renvoyées dans toutes les directions, et notamment vers le sondeur (tout comme un rayon de lumière atteignant un verre dépoli est diffusé dans toutes les directions). En reliant l'amplitude des échos enregistrés à différents niveaux de gris et en tenant compte de la position du traîneau, les géologues obtiennent une image de la texture du fond océanique qui ressemble à une photographie en noir et blanc. Toutefois, pas plus qu'une photographie aérienne une image de sondeur à balayage latéral n'indique la hauteur des reliefs explorés.

Les photographies sous-marines, obtenues grâce à des caméras remorquées sur le fond, à des submersibles téléguidés ou à des véhicules télécommandés, fournissent les vues les plus précises et les plus détaillées des fonds sous-marins (d). Toutefois, la lumière se propage peu dans les eaux profondes, de sorte que l'on photographie uniquement de petites zones, à proximité des sources.

PHOTOGRAPHIE SOUS-MARINE



Lincoln PRATSON travaille à l'Institut de recherche arctique et alpine, à l'Université du Colorado. William HAXBY travaille à l'Observatoire Lamont-Doherty de l'Université Columbia.

Swath Bathymetric Mapping, numéro spécial du *Journal of Geophysical Research*, vol. 19, n° B3, 10 mars 1986.

Peter R. VOGT et Brian E. TUCHOLKE, *Imaging the Ocean Floor: History and State of the Art*, in *Geology of North America*,

vol. M : *The Western North Atlantic Region*, sous la direction de P.R. Vogt et B.E. Tucholke, Geological Society of America, 1986.

Anny CAZENAVE et Kurt FEIGL, *Formes et mouvements de la Terre. Satellites et géodésie*, éditions Belin-CNRS, collection Croisée des sciences, 1994.

Lincoln F. PRATSON et William F. HAXBY, *What Is the Slope of the U.S. Continental Slope?*, in *Geology*, vol. 24, n° 1, pp. 3-6, janvier 1996.

Guêpes et apprentissage

JOAN VAN BAAREN • GUY BOIVIN • JEAN-PIERRE NÉNON

Au cours des quelques jours que dure sa vie, une minuscule guêpe parasitoïde apprend à trouver les meilleurs hôtes pour y pondre ses œufs. Cet apprentissage améliore son succès reproducteur.

Quelle est la part de l'instinct? Quelle est celle de l'acquis? *A priori*, on suppose que plusieurs conditions favorisent l'apprentissage : un cerveau développé, des soins parentaux attentionnés, une vie suffisamment longue. Pourtant dès la première toile qu'elle tisse, l'araignée reproduit instinctivement la trame spécifique de son espèce, et dès son premier voyage, le papillon monarque trouve seul la route de sa migration. Nous nous sommes particulièrement intéressés aux capacités d'apprentissage d'une minuscule guêpe parasitoïde, *Anaphes victus*.

C'est un des plus petits Hyménoptères connus : il appartient à la famille des Mymaridés et est très répandu en Amérique du Nord. La femelle de cette espèce mesure à peine 0,5 millimètre et ne vit que deux à quatre jours. *Anaphes victus* est un insecte parasitoïde qui pond ses œufs dans ceux d'un insecte ravageur des cultures, le charançon de la carotte qui, au Canada, dévaste les cultures de carotte, de céleri et de persil. Contrairement aux parasites, les parasitoïdes tuent leurs hôtes : lorsque *Anaphes victus* pond un œuf dans un œuf de charançon, ce dernier est immédiatement détruit. *Anaphes victus* est utilisé dans la lutte biologique contre le charançon de la carotte au Sud de Montréal. Cette guêpe parasitoïde assure la destruction de la moitié des œufs de charançon de la carotte, ce qui permet aux agriculteurs, en combinant les diverses méthodes de lutte contre les ravageurs, de réduire notablement l'épandage des insecticides chimiques.

Or pour assurer son succès reproducteur, *Anaphes victus* doit sélectionner ses «proies» : elle

doit déposer chacun de ses œufs dans un œuf de charançon qui n'est pas encore parasité, sinon la larve sera dévorée par les autres locataires de l'œuf. Comment fait-elle son choix? Comment apprend-elle à reconnaître les œufs «libres» et les œufs déjà parasités? Avant de l'expliquer, rappelons quelques données sur l'apprentissage chez l'animal.

Instinct et apprentissage

Dès qu'un animal est pourvu d'un système nerveux, même s'il n'a pas de cerveau différencié, une forme primitive d'apprentissage existe. C'est le cas des Cnidaires, qui regroupent les méduses, les anémones de mer et les coraux : la première fois qu'on les soumet à un éclair lumineux, les anémones de mer rétractent leurs tentacules, mais elles finissent par s'y habituer et par ne plus réagir. Les Mollusques (les huîtres, les escargots ou les pieuvres) sont sensibles à des formes d'apprentissage plus élaborées : les pieuvres, par exemple, apprennent à parcourir un labyrinthe ou à retirer des proies d'une

boîte. Plusieurs équipes ont montré que les insectes sont susceptibles d'apprendre, notamment les comportements associés à la recherche de nourriture et à celle des sites de reproduction. Plus l'environnement est variable, moins les comportements peuvent être déterminés génétiquement.

L'instinct – génétique – est le comportement qui se manifeste sous une forme complète et définitive dès que l'animal rencontre le stimulus environnemental nécessaire. L'instinct ne change pas au cours de la vie d'un insecte, mais peut se modifier d'une génération à l'autre : la sélection naturelle privilégie les individus dont les réactions instinctives sont mieux adaptées. Au contraire, l'apprentissage est un changement adaptatif qui se produit au cours de la vie, à la suite des expériences vécues.

Toutefois, ces définitions sont controversées, et la distinction entre instinct et apprentissage n'est pas toujours judicieuse. Les comportements généralement considérés comme innés sont influencés par les expériences subies pendant le développement embryonnaire : les pucerons sont préférentiellement attirés par l'odeur des plantes sur lesquelles ils ont été élevés. De surcroît, les comportements instinctifs s'expriment parfois différemment selon les conditions environnementales : au terme de leur croissance sur les plantes, les larves des mouches cécidomyies s'enfoncent dans le sol et y tissent un cocon de soie, mais, si elles sont dans un milieu très humide, elles changent de comportement et tissent leur cocon sur les nervures des feuilles.

Les capacités d'apprentissage ne permettent pas aux ani-



Joan van Baaren

1. *ANAPHES VICTUS* prête à parasiter un œuf de charançon.

maux de tout apprendre : ainsi, les abeilles apprennent à s'orienter vers une source de nourriture en suivant une odeur attractive, mais elles en sont incapables quand l'odeur est répulsive. De nombreux insectes sont guidés par la lumière, mais, même après s'être brûlés sur une lampe, ils n'apprennent pas à résister à l'attraction et finissent par en mourir. Tous les comportements observés sont un mélange d'informations génétiques et d'influences environnementales.

Généralement on subdivise l'apprentissage en plusieurs catégories : l'accoutumance, la sensibilisation et l'apprentissage associatif.

Différentes formes d'apprentissage

L'accoutumance est l'une des formes les plus simples et les plus générales d'apprentissage : elle correspond à la disparition plus ou moins progressive d'une réaction lorsque le stimulus qui la suscitait est répété. C'est ce type d'habituation qui a été mis en évidence chez les Cnidaires. On peut ainsi habituer de nombreux insectes (des fourmis ou des mantes religieuses) à être manipulés et à ne plus manifester de comportement de défense quand on les saisit.

La sensibilisation est souvent considérée comme l'inverse de l'accoutumance : elle est caractérisée par une augmentation graduelle de la réaction à un stimulus, après une exposition répétée à ce stimulus. Par exemple, à mesure qu'elles apprennent à mieux connaître les végétaux, des nymphes de criquets rejettent de plus en plus vite les feuilles d'un goût désagréable lorsqu'elles recherchent leur nourriture. Lors de leurs premiers repas, elles rejettent les feuilles après les avoir mordues, et par la suite elles les rejettent rien qu'en les palant, avant même de les mordre.

L'apprentissage associatif repose sur un conditionnement classique ou sur un conditionnement opérant. Le conditionnement classique, où l'animal apprend à associer deux stimulus, a été mis en évidence par Pavlov : un chien salive quand on lui présente de la viande ; quand on lui fait entendre une sonnerie ou voir un signal lumineux juste avant de lui présenter la viande et que l'on renouvelle l'expérience plusieurs fois, le chien finit par saliver dès qu'il entend la sonnerie ou qu'il voit le signal lumineux, même en l'absence de viande. La salivation, qui a lieu lors de la présentation de la viande, est un stimulus inconditionnel, tandis que le signal sonore ou lumineux est dit condi-

tionnel. Lors d'un conditionnement opérant, on place, par exemple, un rat assoiffé dans une petite cage où une cuiller contient une goutte de lait. L'animal explore la cage et trouve la cuiller. Par hasard, il peut marcher sur une pédale proche de la cuiller et qui y libère quelques gouttes de lait. L'animal comprend vite qu'en appuyant sur la pédale il obtient du lait : il est conditionné.

Chez les insectes, ces deux types d'apprentissage associatif sont fréquents. Un conditionnement classique explique l'origine de la sensibilisation du criquet : il associe un stimulus originellement neutre (par exemple, la forme ou la texture des feuilles) à leur goût désagréable. Le conditionnement opérant est probablement celui qui améliore l'efficacité des insectes à atteindre le nectar dont ils se nourrissent.

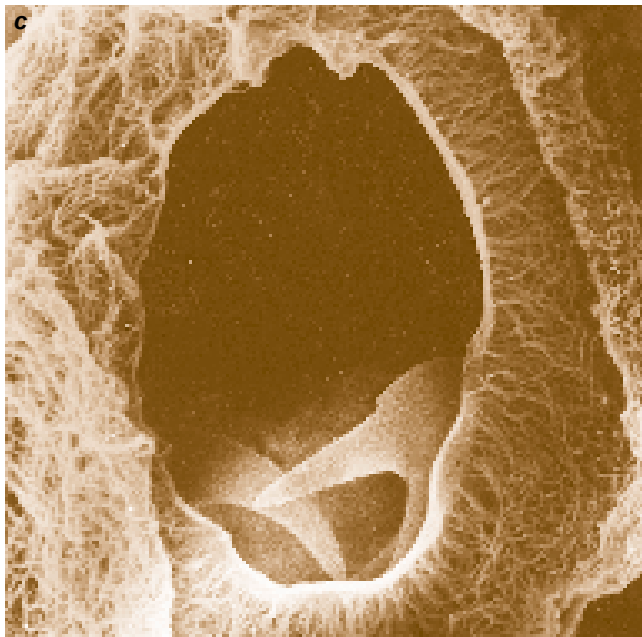
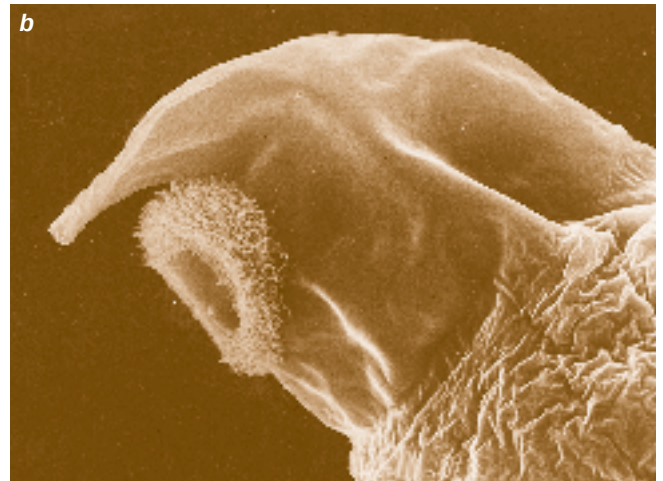
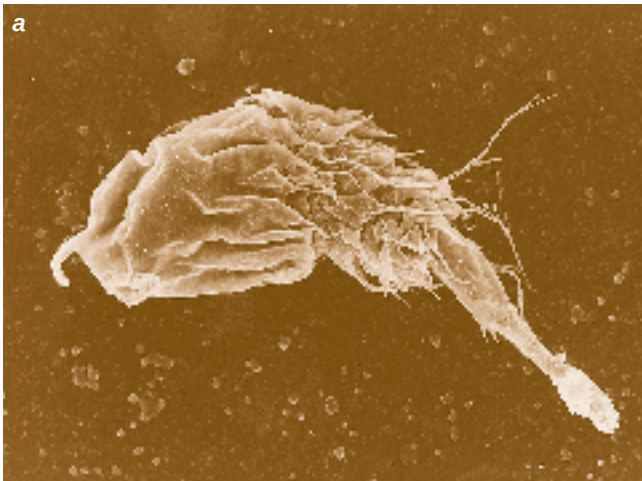
Toutefois, dans les conditions naturelles, il est parfois difficile de faire la différence entre les deux types de conditionnement. L'apprentissage associatif est souvent considéré comme une adaptation, car il améliore généralement la survie (l'accès à la nourriture) ou la fécondité. Néanmoins, un effet bénéfique à court terme peut avoir des conséquences négatives à long terme pour le même individu : l'acquisition d'une forte préférence pour



Holt Studios International (Nigel Cattlin)

2. LES TRICHOGRAMMES sont des guêpes parasitoïdes proches d'*Anaphes victus*, qui servent à la lutte biologique contre de nombreux ravageurs des cultures. Ici un trichogramme parasite un œuf de *Sitotroga cerealella*, l'alticole des céréales (agrandissement : 200).

En France, les trichogrammes servent aussi à la lutte contre la pyrale du maïs. La production française de ces insectes parasitoïdes permet de traiter 40 000 hectares de cultures de maïs. L'épandage de ces insectes se fait par avion.



3. LES LARVES D'ANAPHES VICTUS (a, x 500), qui mesurent à peine un dixième de millimètre sont voraces. Leur bouche (b, x 1 500) est pourvue de mandibules (c, x 7 500). Lorsqu'elles sont plusieurs dans un œuf de charançon, la première larve qui éclôt détruit les autres. Pour s'assurer le meilleur succès reproducteur possible, les guêpes *Anaphes victus* doivent pondre un seul œuf par œuf de charançon.

en fonction du nombre de tentatives, on observe une augmentation rapide, puis la courbe tend vers une asymptote. Au-delà de cette valeur asymptotique, on n'enregistre plus aucun progrès : l'apprentissage est terminé. Ce critère exclut les apprentissages qui se produisent

tel *Anaphes victus*, apprennent à reconnaître les proies qui assureront la meilleure survie de leur descendance.

La plupart des insectes parasitoïdes appartiennent à l'ordre des Hyménoptères, qui comporte les abeilles, les guêpes et les fourmis, mais la plupart des espèces d'Hyménoptères ont un mode de vie parasitoïde. Les entomologistes ont décrit environ 80 000 espèces de parasitoïdes.

Les Hyménoptères parasitoïdes ont une vie adulte généralement courte, de quelques jours à quelques mois. Les adultes émergent, s'accouplent, et les femelles partent ensuite à la recherche d'autres insectes, notamment des œufs et des larves de papillons et de coléoptères, où elles pondent leurs œufs.

L'apprentissage chez les parasitoïdes

Comment les femelles d'Hyménoptères trouvent-elles leurs hôtes ? La sélection naturelle a favorisé les hôtes qui émettent peu d'odeurs, car les femelles de parasitoïdes les trouvent moins facilement ; elle a aussi sélectionné les femelles de parasitoïdes qui détectent dans l'environnement les plus petits indices de la présence des hôtes (hormis leur odeur). Les parasitoïdes reconnaissent notamment les odeurs des plantes dont se nourrissent leurs hôtes.

Lorsqu'elles émergent, les femelles cherchent au hasard des hôtes dans l'environnement ; lorsqu'elles en rencontrent, elles y déposent leurs œufs et recherchent ensuite préférentiellement

une plante peut augmenter le taux de survie de l'animal tant que cette plante est présente en abondance dans l'environnement, mais cette préférence peut être fatale si l'animal se déplace et ne retrouve pas la même plante.

Quand peut-on parler d'apprentissage chez les insectes ? Selon Daniel Papaj, de l'Université de Tucson, et Ronald Prokopy, de l'Université d'Amherst, aux États-Unis, quand on constate, premièrement, qu'un changement de comportement consécutif à une expérience se reproduit chez plusieurs individus de la même espèce. Ce critère exclut les changements de comportement qui se produisent accidentellement chez un seul individu. Deuxièmement, le changement de comportement doit être graduel et doit se produire petit à petit sous l'effet d'une stimulation permanente. Quand on trace une courbe d'apprentissage en portant l'évolution de la performance

à l'issue d'un unique essai et pour lesquels les essais complémentaires modifient peu la performance.

Enfin, on doit observer que le changement de comportement appris doit pouvoir s'oublier si les expériences de renforcement cessent : après une nouvelle expérience, un insecte change son comportement. Ce critère exclut les mécanismes de maturation immédiats et irréversibles qui sont déclenchés par un événement comme l'accouplement. Toute expérience qui produit un changement de comportement progressif et réversible est un apprentissage.

L'apprentissage a surtout été étudié chez les insectes sociaux, tels que l'abeille. Pour cette espèce, l'apprentissage est utilisé lors de la phase de recherche de fleurs productrices de nectar et de pollen ainsi que pour la navigation vers la nourriture et vers la ruche. On a récemment découvert que les insectes prédateurs ou parasitoïdes,

l'odeur de la plante associée pour trouver d'autres hôtes. C'est un exemple d'apprentissage associatif : les femelles associent l'odeur d'une plante, généralement facile à repérer, à la présence d'un insecte particulier, leur hôte, dont l'odeur n'est pas détectable à distance.

La découverte de l'existence d'un apprentissage associatif dans la phase de recherche de l'hôte chez les Hyménoptères parasitoïdes a soulevé une question : les capacités d'apprentissage sont-elles identiques chez tous les insectes parasitoïdes ? Il existe des espèces dites généralistes, qui s'attaquent à différents insectes et qui se développent sur une grande variété de plantes, et des espèces spécialistes qui ne pondent que dans une espèce unique d'insectes.

On a d'abord pensé que les facultés d'apprentissage devaient être plus développées chez les espèces généralistes qui mémorisent l'odeur de toutes les plantes contenant des hôtes potentiels. Inversement, chez les espèces spécialistes, les capacités d'apprentissage devaient être moins importantes, les insectes ne devant retenir que l'odeur d'une plante unique.

En fait, en 1992, l'équipe de Louise Vet, de l'Université de Wageningen, aux Pays-Bas, a montré que les espèces spécialistes et les espèces généralistes ont des capacités d'apprentissage identiques, mais qu'elles ne les utilisent pas de la même façon. Cette équipe a comparé différentes espèces de parasitoïdes de drosophiles : les unes, généralistes, recherchent leurs hôtes sur divers types de substrats (des fruits fermentés, des plantes ou des champignons pourris), tandis que les autres, spécialistes, ne les recherchent que sur un seul type

de ces substrats. Ces entomologistes ont montré que les espèces généralistes «mémorisent» chaque type de substrat rencontré, tandis que les espèces spécialistes ne recherchent et ne mémorisent un nouveau substrat qu'à partir du moment où le substrat qui leur est spécifique n'est plus disponible.

Ainsi, des mécanismes d'apprentissage sont activés lors de la recherche de l'hôte (ou du substrat), mais nous avons montré, avec *Anaphes victus*, que ces mécanismes sont également activés lors de la sélection de l'hôte. Nous avons observé que le comportement change au cours de cette phase de sélection.

Quand une femelle arrive sur une zone où des charançons ont déposé des œufs, elle cherche ceux qui assureront le meilleur développement de ses descendants. Or, d'autres femelles ont peut-être déjà exploité cette zone et pondu dans les œufs présents ; une seule larve de parasitoïde peut se développer dans un œuf de charançon. Si plusieurs larves éclosent dans un même œuf, elles se combattent jusqu'à ce qu'il n'en reste qu'une.

C'est généralement la larve la plus âgée, celle de la première femelle ayant pondu, qui survit et tue les autres. Au moment de la ponte, les femelles déposent sur les hôtes une phéromone (une odeur), afin de ne pas pondre dans le même hôte, évitant ainsi les combats ultérieurs entre ses propres descendants. Elles reconnaissent aussi les phéromones déposées par d'autres femelles, évitant ainsi les hôtes déjà parasités.

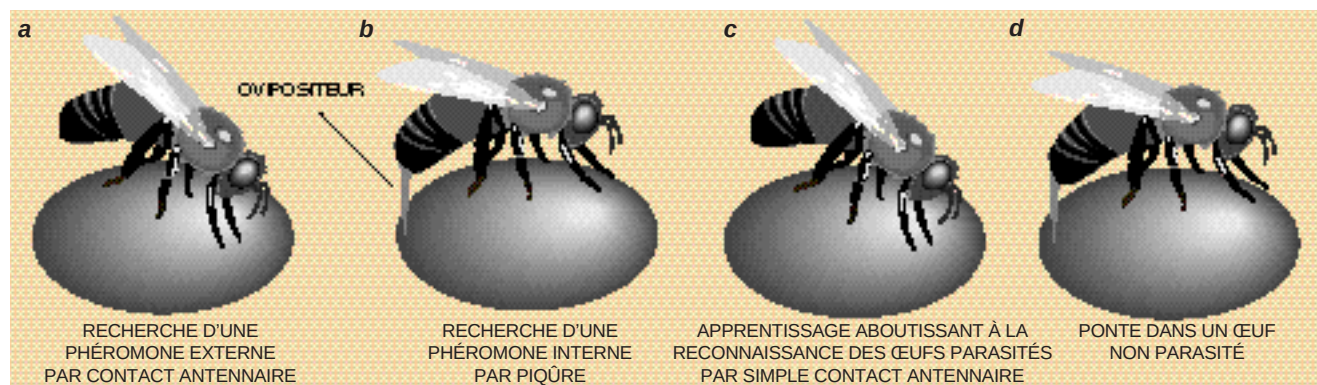
Jusqu'à présent, on pensait que la reconnaissance de cette phéromone était instinctive. La reconnaissance des hôtes parasités semblait dépendre d'une seule phéromone, peu variable. Or, nous

avons montré qu'il existe chez *Anaphes victus* différentes phéromones de marquage. Les femelles reconnaissent les hôtes déjà parasités grâce à une phéromone déposée à la surface de l'hôte et détectée à l'aide de récepteurs sensoriels situés sur les antennes. La composition chimique de cette phéromone varie d'un individu à l'autre. Les femelles déposent aussi à l'intérieur de l'hôte une phéromone interne ; bien qu'elle soit variable, cette molécule est reconnue par tous les individus de l'espèce. Cette seconde phéromone est détectée par des récepteurs sensoriels placés sur l'ovipositeur, l'organe de ponte.

La stratégie de ponte d'*Anaphes victus*

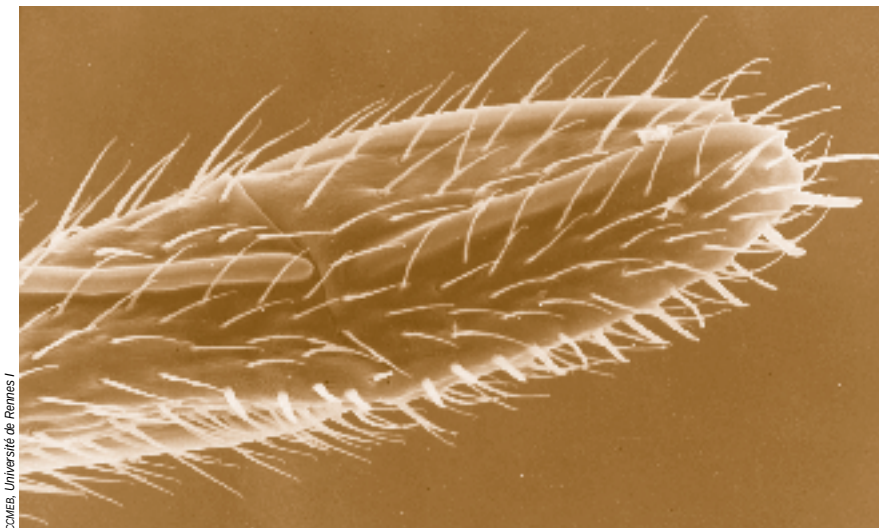
Lorsqu'une femelle d'*Anaphes victus* rencontre un hôte potentiel, elle le palpe avec ses antennes. Si elle perçoit une phéromone externe indiquant que l'hôte a déjà été parasité par elle-même, elle rejette l'hôte après ce simple contact antennaire. Un rejet antennaire dure 2,5 secondes en moyenne. Si elle ne perçoit pas de phéromone externe, elle insère son ovipositeur dans l'hôte. Ou bien elle perçoit une phéromone interne indiquant que l'hôte a déjà été parasité par une femelle congénère et elle abandonne l'hôte : il s'agit d'une piqûre sans ponte, qui dure en moyenne 49 secondes. Ou bien elle ne perçoit pas de phéromone et elle dépose un œuf : cette phase, la ponte ou l'oviposition, dure en moyenne deux minutes.

Les femelles d'*Anaphes victus* ont environ 50 œufs à pondre au cours des deux jours de leur existence (elles les pondent généralement le premier jour). Lorsqu'on présente de nombreux œufs



4. LA STRATÉGIE DE PONTE D'*ANAPHES VICTUS* : après avoir trouvé des œufs de charançons, la femelle recherche, par contact antennaire (a), une éventuelle phéromone externe qui lui indiquerait qu'elle a déjà parasité l'œuf. En l'absence de phéromone externe, elle recherche une phéromone interne (indiquant que l'œuf a été parasité par une

autre femelle) en introduisant son organe de ponte, l'ovipositeur, dans l'œuf (b). Au bout de quelques essais, elle apprend à reconnaître les œufs parasités par d'autres femelles uniquement par contact antennaire (c). Elle rejette rapidement les hôtes parasités et pond ses propres œufs dans les œufs de charançons «libres» qu'elle rencontre (d).



C. MEYER, Université de Rennes I

5. LES RÉCEPTEURS «GUSTATIFS» SITUÉS SUR LES ANTENNES d'*Anaphes victus* permettent à ces guêpes de détecter rapidement si les œufs de charançon sont déjà parasités (x 1 200).

de charançons aux femelles d'*Anaphes victus*, elles peuvent pondre jusqu'à une trentaine d'œufs sans s'arrêter, partant à la recherche d'un nouvel hôte dès qu'elles en ont parasité un.

Reconnaissance par contact antennaire

L'apprentissage se manifeste lors de cette séquence de ponte. Quand on présente à une femelle d'*Anaphes victus* un mélange d'hôtes sains et d'hôtes parasités par des femelles congénères, elle rejette les premiers hôtes parasités qu'elle rencontre après une piqûre sans ponte. Au bout d'environ six tentatives infructueuses avec des hôtes parasités, elle les rejette après un simple contact antennaire. La femelle apprend à associer l'odeur de la phéromone interne qui est spécifique et qu'elle reconnaît dès la première rencontre à l'odeur de la phéromone externe individuelle qui, initialement, ne produit pas de réaction.

Après quelques essais, elle décèle qu'un hôte est parasité uniquement grâce à ce nouveau stimulus. Cet apprentissage a toutes les caractéristiques d'un apprentissage associatif : la phéromone externe est le stimulus conditionnel qui, au début, ne provoque pas de réaction, et la phéromone interne est le stimulus inconconditionnel.

Les femelles qui acquièrent ce conditionnement peuvent-elles l'oublier, condition nécessaire pour que l'on parle d'apprentissage ? Quand on isole une femelle en la retirant de la zone de l'expérience au moment où elle rejette tous les hôtes après un simple contact anten-

naire et qu'on la remet dans une zone identique au bout de quatre heures (rappelez-vous qu'elle ne vit, en moyenne, que 48 heures), elle se comporte comme une femelle qui n'a jamais appris. Elle rejette d'abord les hôtes parasités après une piqûre sans ponte, puis, au bout d'environ six rencontres avec des hôtes parasités, un simple contact antennaire suffit : la femelle a totalement oublié le comportement appris et doit tout réapprendre. Au contraire, quand on isole la femelle pendant 30 minutes seulement, elle rejette les premiers hôtes parasités rencontrés après une piqûre sans ponte, mais, dès la deuxième rencontre, elle reprend les rejets antennaires : elle «réapprend» beaucoup plus vite, car elle n'a pas totalement oublié sa première expérience. Cette durée de rétention d'information, ici d'environ quatre heures, correspond sans doute à la durée d'exploration d'une zone d'habitat : il est avantageux d'oublier la phéromone spécifique d'une zone quand on la quitte pour en explorer une nouvelle. Dans la nouvelle zone, une femelle *Anaphes victus* ne rencontrera vraisemblablement pas d'œufs parasités par la même congénère. Comme ces insectes ont une capacité de rétention des informations limitée, l'oubli des informations précédentes permet aux femelles d'en stocker de nouvelles.

Quel est le rôle de cet apprentissage ? Une génération vit environ onze jours au stade larvaire et deux jours au stade adulte, de sorte que de nombreuses générations se succèdent pendant le printemps et l'été. Le nombre de femelles d'*Anaphes victus* augmente à mesure que celui des œufs de charançons diminue.

La possibilité de rencontrer des hôtes parasités dépend de la date d'émergence des femelles. Quand elle éclôt à la fin de l'été, par exemple, elle est en compétition avec d'autres femelles. Lors d'une telle compétition, ce sont les descendants de la femelle qui trouve le plus vite des œufs non parasités qui ont le plus de chances de survivre : la reconnaissance par contact antennaire étant près de 20 fois plus rapide qu'une reconnaissance par piqûre sans ponte, l'apprentissage fait gagner un temps précieux aux femelles dans leur recherche d'hôtes sains pour leurs œufs.

Ainsi l'apprentissage est utilisé dans toutes les circonstances de la vie : la recherche de nourriture, de partenaires sexuels, le soin aux jeunes, les interactions entre individus de la même espèce, la navigation ou encore la défense contre les ennemis.

Diverses questions restent ouvertes : l'apprentissage est-il apparu de façon indépendante chez toutes les espèces sous l'influence de pressions de sélection qui ont déclenché le même type de réactions ? Existait-il déjà chez un même ancêtre commun ? Les diverses formes d'apprentissage dont sont dotées les différentes espèces sont-elles équivalentes ? Existe-t-il une forme supérieure d'apprentissage dont seuls l'homme et quelques mammifères seraient capables ? La seule étude du minuscule insecte *Anaphes victus* n'apportera pas toutes les réponses !

Joan VAN BAAREN est maître de conférences dans l'unité CNRS UMR 6552, à l'Université de Rennes I, où Jean-Pierre NÉNON dirige le Laboratoire de bioécologie des parasitoïdes. Ces recherches ont été réalisées dans le Laboratoire d'écophysiologie des parasitoïdes, Agriculture et Agroalimentaire Canada, dirigé par Guy BOIVIN, à Saint-Jean-sur-Richelieu, au Québec.

Insect Learning : Ecological and Evolutionary Perspectives, sous la direction de D.R. Papaj et A.C. Lewis, éditions Chapman and Hall, 1993.

J. VAN BAAREN, G. BOIVIN et J.-P. NÉNON, *Learning Affects how Anaphes n. sp. Discriminates, Insects Parasitoids*, in *Norw. J. Agric. Sci. Suppl.*, vol. 16, pp. 392-393, 1994.

J. VAN BAAREN, G. BOIVIN et J.-P. NÉNON, *Intra- and Interspecific Host Discrimination in two Closely Related Egg Parasitoids*, in *Oecologia*, pp. 325-330, 1994.
