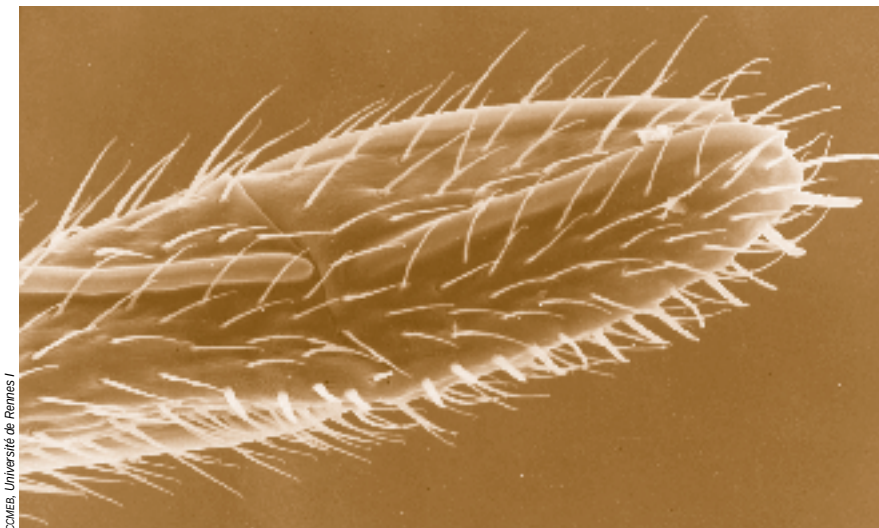




C. MEYER, Université de Rennes I

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.

SOHO révèle les secrets du Soleil

KENNETH LANG

L'Observatoire solaire et héliosphérique SOHO est un nouvel engin spatial qui étudie le Soleil sans relâche depuis février 1996. Ses observations révèlent la vie secrète de notre étoile.

De loin, le Soleil ne semble pas très compliqué : c'est seulement une sphère de gaz uniforme et lisse. Toutefois, un examen détaillé montre que l'étoile est en constante agitation, ce qui entretient maints mystères fondamentaux. Par exemple, les astrophysiciens ne comprennent pas comment le Soleil engendre son champ magnétique, principal responsable de l'activité solaire et, notamment, des éruptions imprévisibles qui provoquent des orages magnétiques et des pannes d'électricité sur la Terre. Ils ignorent également pourquoi ce magnétisme se concentre dans les taches solaires, ces zones sombres aussi grandes que la Terre et des milliers de fois plus aimantées. De surcroît, les astrophysiciens n'expliquent pas les variations de l'activité solaire, avec une période de onze ans environ.

Pour mieux comprendre le fonctionnement du Soleil et mieux prédire son impact sur notre planète, l'Agence spatiale européenne et la NASA ont lancé, le 2 décembre 1995, une sonde de deux tonnes nommée SOHO, acronyme anglais d'observatoire solaire et héliosphérique. Le 14 février 1996, le satellite a atteint une position stable par rapport au Soleil : le point de Lagrange interne, situé à environ un pour cent de la distance Terre-Soleil. En ce point, les attractions que la Terre et le Soleil exercent sur la sonde se compensent, et SOHO tourne autour du Soleil en même temps que la Terre. Alors que le Soleil était périodiquement caché à la vue des satellites précédents, qui étaient en orbite autour

de la Terre, SOHO observe le Soleil en permanence avec ses douze instruments sensibles. Chaque jour, les instruments transmettent, via les antennes du réseau spatial de la NASA, des milliers d'images au Centre opérationnel SOHO, dans le Maryland.

Là, des astrophysiciens du monde entier travaillent ensemble, observant le Soleil nuit et jour dans une pièce sans fenêtres. Lorsque les premières images arrivèrent, le Soleil était dans la phase la plus calme de son cycle de onze ans. Comme SOHO contient suffisamment de carburant pour demeurer en opération pendant encore une dizaine d'années au moins, il suivra l'évolution de l'activité solaire durant un cycle complet, jusqu'au prochain maximum solaire, qui se produira à la fin du siècle. Déjà, SOHO nous a gratifiés de découvertes surprenantes.

Les profondeurs du Soleil

Afin de comprendre les cycles du Soleil, les astronomes cherchent à en sonder les profondeurs qui engendrent le magnétisme. Comment accéder à ces régions invisibles ? En étudiant les vibrations du Soleil. À la manière d'une gigantesque cloche, le Soleil vibre. Les astronomes étudient ses vibrations en observant les mouvements de sa surface visible, la photosphère. Ces oscillations, dont l'amplitude atteint des dizaines de kilomètres et la vitesse quelques centaines de mètres par seconde, sont associées à des ondes sonores qui se propagent à l'intérieur de l'astre. Ces ondes sont piégées dans le Soleil,

parce qu'elles n'ont pas, dans le vide quasi absolu de l'espace, de support de propagation. Lorsqu'elles se réfléchissent contre la surface et replongent dans le Soleil, elles perturbent les gaz (ionisés, les gaz chauds du Soleil forment un plasma), les soulevant et les abaissant lentement avec une période d'environ cinq minutes.

L'œil ne perçoit pas les vibrations engendrées, mais les détecteurs de SOHO y sont sensibles. La caméra Doppler-Michelson (MDI) et l'enregistreur d'oscillations globales de basses fréquences (GOLF) mesurent la vitesse des oscillations superficielles avec une précision supérieure à un millimètre par seconde. Un troisième instrument surveille un autre effet des ondes sonores : lorsque ces ondes interagissent avec le gaz des régions solaires émettrices de lumière, l'astre tout entier clignote comme un stroboscope géant. À bord de SOHO, le système VIRGO (variabilité de la luminosité solaire et oscillations gravitationnelles) enregistre ces variations d'intensité qui ne représentent que des fractions de l'éclat moyen du Soleil.

Les oscillations de surface résultent de l'effet combiné d'environ dix millions d'ondes sonores, qui se propagent chacune selon un chemin particulier unique. Ainsi, pour caractériser physiquement toute l'étoile – de la zone convective bouillonnante, qui s'étend sur 28,7 pour cent du rayon à partir de la surface, jusqu'au cœur, en passant par la zone radiative – les astronomes cherchent à déterminer avec précision la fréquence de toutes les ondes (voir la figure 2).