



# La reconnaissance visuelle chez les insectes

ELIZABETH TIBBETTS ET ADRIAN DYER

Reconnaître les traits faciaux de ses congénères ne requiert pas un cerveau aussi complexe que ce que l'on imagine : certains insectes, notamment les abeilles, sont étonnamment doués pour cela.

---

**L'**intelligence des guêpes et des abeilles paraît sans commune mesure avec celle des hommes. Elles construisent des nids, fouillent les environs à la recherche de nectar, élèvent leur progéniture, puis meurent, leur vie ne durant en général qu'une année tout au plus. Toutefois, certaines de ces espèces présentent au moins une capacité cognitive rivalisant avec celle des hommes et d'autres primates : elles reconnaissent la tête de leurs congénères.

Les membres d'une espèce de guêpes sont capables de percevoir et de mémoriser les marques spécifiques de la tête d'une

congénère et d'utiliser ces informations pour distinguer les individus lors d'interactions ultérieures, tout comme les êtres humains naviguent dans leur environnement social en apprenant à reconnaître les visages de leurs proches, amis et collègues. De plus, certains insectes, qui d'ordinaire ne mémorisent pas visuellement leurs congénères dans la nature, peuvent être entraînés à le faire, et parfois même apprendre à distinguer des visages humains.

On entend souvent dire que c'est la croissance du cerveau au fil de l'évolution qui a permis aux individus des sociétés

complexes d'acquérir la capacité d'apprentissage et de mémorisation. Dès lors, comment est-il possible que des animaux dotés d'un cerveau un million de fois moins volumineux que le nôtre aient aussi cette capacité ? Cette constatation a conduit les éthologues à examiner comment cette faculté a évolué et quelles caractéristiques l'ont rendue possible. Le comprendre pourrait aider les développeurs informatiques à améliorer les logiciels de reconnaissance des visages.

Comme souvent en science, la découverte que les guêpes se reconnaissent visuellement a été fortuite. Jeune diplômée, l'une de nous (Elizabeth Tibbetts) travaillait en 2001 sur un projet visant à étudier les détails de la vie sociale des guêpes *Polistes fuscatus*. Le projet nécessitait de peindre des points colorés sur leur dos, puis de filmer les colonies et d'observer les insectes interagir. Un jour, E. Tibbetts a filmé une colonie où, par mégarde, deux guêpes n'étaient pas marquées. Les données auraient été inutilisables, à moins de trouver un moyen de différencier les deux individus. Lorsqu'elle a visionné

l'enregistrement, elle a constaté qu'elle pouvait distinguer les guêpes non marquées en examinant les bandes et taches naturelles (jaunes, brunes et noires) dont est ornée la partie antérieure de leur tête. Et si les guêpes en faisaient autant?

Intriguée, E. Tibbetts a passé les jours suivants à observer l'extraordinaire diversité des motifs «faciaux» des guêpes, puis elle a cherché à savoir si les insectes utilisaient ces motifs pour reconnaître les individus. En appliquant de la peinture pour modèles réduits à l'aide de cure-dents, elle a modifié les traits faciaux d'une guêpe, puis en a observé les conséquences sociales. Les agressions sont rares dans les colonies de guêpes, de sorte qu'un comportement plus agressif envers la guêpe modifiée prouverait que les guêpes prêtent attention aux traits de leurs congénères. Comme contrôle, E. Tibbetts a aussi appliqué de la peinture à certains insectes sans modifier leur apparence, pour exclure la possibilité que les guêpes réagissent à la peinture elle-même, indépendamment de son effet visuel.

Elle a observé que les compagnons de nid étaient beaucoup plus agressifs envers

**Pour reconnaître un visage, nous devons percevoir une configuration particulière de traits faciaux uniques (nez, bouche, yeux, oreilles, etc.) et associer cette configuration à des informations plus abstraites concernant la personne**

les guêpes d'apparence modifiée qu'envers les sujets témoins; pour ces derniers, les interactions avec leurs compagnons de nid se poursuivaient normalement.

Ainsi, les résultats montraient que les guêpes reconnaissent bien leurs congénères individuellement, d'après les motifs de leur tête. E. Tibbetts était stupéfaite, tant la reconnaissance des visages chez l'homme est un processus complexe. Pour reconnaître un visage, nous devons percevoir une configuration particulière de traits faciaux uniques, tels que le nez, la bouche, les yeux et les oreilles, et associer, dans notre cerveau, cette configuration à des informations plus abstraites concernant la personne – par exemple le fait qu'elle soit notre employeur ou notre voisine. Nous devons aussi nous rappeler cette association chaque fois que nous voyons cette personne en particulier.

Fait intéressant, l'apprentissage des visages est plus rapide et précis que l'enregistrement de nombre d'autres types d'informations visuelles complexes. Par exemple, lors d'une réception, on mémorise vite et sans grand effort les visages des autres convives. Il est en revanche plus laborieux d'apprendre des motifs uniques, complexes et visuellement proches, tels les idéogrammes chinois.

Comme les visages, les idéogrammes sont composés d'éléments multiples qui s'assemblent en un tout plus grand; mais nous mémorisons mieux les visages que l'écriture chinoise, car l'évolution nous a dotés de capacités cérébrales dévolues à cette tâche: dans le cerveau humain, une région nommée gyrus fusiforme est dédiée à la reconnaissance des visages. Ce mécanisme de traitement des

## DES VISAGES MÉCONNAISSABLES



L'illusion de Margaret Thatcher, développée par Peter Thompson de l'Université de York, en Angleterre, révèle que le traitement des visages chez les humains est hautement spécialisé. Nous avons du mal à reconnaître un visage familier lorsque son image est à l'envers ou lorsque des traits essentiels, tels que les yeux et la bouche, sont retournés. Les insectes capables de mémoriser les têtes de leurs congénères hésitent aussi à la vue d'images modifiées. Ils traitent peut-être les informations visuelles de la même façon que l'homme.

informations est si fin qu'il peut être mis en défaut par une simple image présentée à l'envers. De même, des modifications mineures des régions critiques d'un visage, telles que les yeux, peuvent gêner notre capacité à reconnaître un visage familier.

Si l'espèce humaine excelle dans la reconnaissance faciale, environ deux pour cent des individus présentent une forme de déficit dans ce domaine. Ces déficits apparaissent parfois à l'âge adulte, à la suite d'une lésion du gyrus fusiforme, mais la plupart semblent héréditaires. Dans certains cas

extrêmes, les personnes ont du mal à reconnaître leur conjoint et leurs enfants. Les déficits de la reconnaissance faciale seraient même responsables, au moins en partie, des perturbations du développement social observées chez des individus souffrant de troubles tels que l'autisme.

La mémorisation faciale a atteint un degré de spécialisation important chez l'homme. Qu'en est-il des guêpes? Ont-elles évolué indépendamment vers une spécialisation similaire ou analysent-elles les traits faciaux d'une autre façon? Pour le savoir, E. Tibbetts a d'abord recherché une méthode fiable pour apprendre aux guêpes à s'intéresser à des images «correctes» et à éviter celles considérées comme incorrectes.

En général, les éthologues entraînent les insectes sociaux, telles les abeilles domestiques, à réaliser certaines tâches en les récompensant avec du sucre lorsqu'ils font le bon choix. Les abeilles sont avides de travailler pour obtenir du sucre, car la collecte de nourriture à partager avec les compagnes de nid est l'une de leurs principales tâches. Les guêpes, en revanche, peuvent survivre pendant des semaines sans se

nourrir, de sorte que les efforts déployés pour les entraîner à l'aide de récompenses sucrées sont restés vains. E. Tibbetts et son doctorant Michael Sheehan, qui travaille désormais à l'Université de Californie à Berkeley, ont fini par trouver une solution: en appliquant un petit choc électrique aux guêpes lorsqu'elles choisissaient une image incorrecte parmi deux proposées, ils les ont entraînées à aller vers la bonne.

### **Des systèmes neuronaux spécialisés**

Les guêpes ont appris à différencier des paires de cinq types d'images: des têtes de guêpes normales vues de face, des motifs géométriques simples en noir et blanc, des chenilles entières (proies naturelles des guêpes), des têtes de guêpes dont les antennes avaient été supprimées par retouche numérique ou des images brouillées de têtes de guêpes. En seulement 20 essais, les guêpes ont appris à choisir une tête normale spécifique parmi les deux proposées. En revanche, elles avaient plus de difficultés à apprendre à distinguer deux motifs géométriques, deux chenilles, deux têtes sans antennes ou deux têtes

brouillées. Notamment, la suppression des antennes ou le réarrangement des éléments composant la tête réduisaient leur capacité de mémorisation visuelle.

Les différences de capacité à mémoriser les têtes avec ou sans antennes apportent des preuves de l'existence, chez cette espèce, de systèmes neuronaux spécialisés dans la mémorisation des têtes de guêpes.

Sans les antennes, les têtes ne sont pas reconnues comme telles: le système visuel des guêpes ne traite plus l'image de façon fiable. Cela suggère que les guêpes, comme les humains, traitent un motif facial de façon globale: au lieu de mémoriser chaque

sur la reconnaissance visuelle des guêpes est semblable au trouble qu'entraîne chez un humain une image de visage présentée à l'envers, brouillée ou dont la luminosité est inversée.

Le fait que la reconnaissance visuelle soit un trait commun à des espèces aussi éloignées que les hommes et les guêpes suggère que ce mécanisme serait plus répandu dans le règne animal qu'on ne le pensait, évoluant lorsque les conditions sociales lui sont favorables. Dans le cas des guêpes *P. fuscatus*, les nids sont créés par des groupes de reines qui coopèrent pour survivre, mais qui sont aussi en compétition pour la reproduc-

**Le fait que la reconnaissance visuelle soit un trait commun à des espèces aussi éloignées que les hommes et les guêpes suggère que ce mécanisme serait plus répandu dans le règne animal qu'on ne le pensait**

trait séparément, la guêpe perçoit et traite une tête comme un tout. Ainsi, pour que la mémorisation se fasse correctement, les éléments doivent être intacts et bien agencés. L'effet de la suppression des antennes

tion. Dans ces situations, se reconnaître et se rappeler le rang de chaque individu dans la hiérarchie de dominance est certainement une stratégie payante, qui a donc été favorisée au fil de l'évolution. À l'inverse, un tel



**Chaque individu de l'espèce *Polistes fuscatus* porte des traits uniques sur la partie antérieure de sa tête. Ces guêpes utilisent ces motifs pour reconnaître individuellement leurs compagnons. À l'instar des humains, elles perçoivent ces motifs comme un tout, au lieu de mémoriser chaque trait séparément.**

University Of Michigan

mécanisme de reconnaissance visuelle de ses congénères ne devrait pas exister chez les animaux qui n'ont pas besoin de distinguer les individus.

Pour tester cette hypothèse, E. Tibbetts et M. Sheehan ont examiné la mémorisation

des têtes chez les guêpes *Polistes metricus*, une espèce proche de *P. fuscatus* mais qui présente une structure sociale différente. Les nids des *P. metricus* sont fondés par une reine solitaire. Avec une seule reine qui se reproduit, les membres du groupe ont

peu à gagner à savoir reconnaître les têtes des autres individus. De fait, E. Tibbetts et M. Sheehan ont observé que les guêpes *P. metricus* ne présentent pas de variations des marques faciales et ne reconnaissent pas naturellement les individus. Ils ont alors

supposé que, contrairement aux guêpes *P. fuscatus*, dont la structure sociale est plus complexe, les guêpes *P. metricus* n'ont pas de mécanisme cognitif particulier pour traiter les informations associées aux têtes.

Leurs découvertes ont confirmé cette hypothèse. Lorsqu'elles en ont l'occasion, les guêpes *P. metricus* sont capables de mémoriser des têtes, mais cette tâche leur est difficile: elles ne font pas mieux qu'avec d'autres types d'images. De plus, la suppression des antennes n'a aucun effet sur la vitesse ou la précision de leur mémorisation, ce qui indique que cette espèce est dépourvue d'un mécanisme de reconnaissance globale des têtes. Les guêpes traitent les images de leurs congénères comme toute autre image, comme un ensemble de traits indépendants, peut-être comme nous, les humains, pourrions apprendre l'écriture chinoise.

Lorsqu'on les entraîne, même les guêpes *P. metricus*, sans mécanisme spécialisé, apprennent à mémoriser les têtes de leurs congénères. Des insectes à petits cerveaux auraient-ils la capacité de mémoriser les traits des individus d'une tout autre espèce: l'homme? Inspiré par les premiers

résultats obtenus avec les guêpes, l'un de nous (Adrian Dyer), qui étudie comment les abeilles traitent l'information visuelle, s'est demandé si ces insectes pouvaient apprendre à distinguer les personnes.

### **Des abeilles qui distinguent les humains**

Il a entraîné des abeilles domestiques à distinguer un visage cible d'un visage leurre, en leur présentant des visages humains tirés d'un test standard utilisé en neurosciences. Les visages étaient assez similaires pour que des sujets humains se trompent parfois. Les abeilles recevaient une solution sucrée de saccharose lorsqu'elles visitaient le visage cible et une solution amère de quinine lorsqu'elles se dirigeaient vers le visage leurre. Au bout de 50 essais, les abeilles ont appris à distinguer de façon fiable les deux visages. Elles ont aussi appris à choisir le visage cible parmi tout un groupe de nouveaux visages humains.

D'autres expériences utilisant cette procédure d'entraînement ont révélé des similitudes frappantes entre la stratégie de mémorisation faciale des abeilles et

celle des humains. D'abord, même si elles n'avaient pas de circuits cérébraux dédiés à la mémorisation faciale comme les hommes ou les guêpes *P. fuscatus*, les abeilles ont développé une certaine aptitude à traiter les visages de façon globale. Ensuite, elles ont été capables de mémoriser plusieurs angles de vue du même visage et d'interpoler ces informations pour reconnaître de nouvelles présentations. Par exemple, une fois qu'une abeille avait appris à reconnaître un visage de face et de profil, elle choisissait correctement une image du même visage tourné de 30 degrés, même si elle n'avait jamais vu cette image auparavant.

La capacité des abeilles à mémoriser des visages est inattendue, car la société des abeilles est constituée d'une seule reine et de nombreuses ouvrières à l'aspect similaire. La tête des abeilles ne présente pas de marques distinctives et leurs interactions dans la ruche reposent sur des signaux plus souvent chimiques (phéromones) que visuels.

Cette nouvelle voie de recherches pourrait faciliter le développement de systèmes de reconnaissance automatique des visages. Identifier le même visage vu

sous des angles différents en constitue l'un des principaux défis. Pourtant, les minuscules cerveaux des abeilles y parviennent. Quand on aura décrypté comment, on disposera de clés pour améliorer les logiciels de reconnaissance faciale.

Ces travaux apportent aussi une nouvelle compréhension de la façon dont la reconnaissance visuelle des congénères a évolué. Le système simple qui permet aux guêpes *P. metricus* et aux abeilles d'apprendre à reconnaître des «faces» dans le cadre expérimental, alors qu'elles ne distinguent pas les individus habituellement, pourrait être fondé sur les capacités de reconnaissance de motifs que ces espèces utilisent pendant la recherche de nourriture. Il pourrait aussi constituer une étape évolutive intermédiaire de la reconnaissance visuelle des congénères.

Lorsque les ancêtres des actuelles guêpes *P. fuscatus* se sont retrouvées dans un nouvel environnement social, où la distinction des individus les aidait à survivre et à se reproduire, elles ont pu apprendre à identifier les individus. Au fil du temps, la sélection naturelle s'est probablement effectuée

sur cette base: des modifications du cerveau facilitant la reconnaissance des congénères ont été sélectionnées au fil des générations, ce qui a augmenté la capacité des guêpes à distinguer un «ami» d'un «ennemi».

Le système intermédiaire a permis à cette adaptation d'évoluer rapidement: les guêpes *P. fuscatus* et *P. metricus* sont étroitement apparentées et leur dernier ancêtre commun devait posséder le système de mémorisation plus primitif observé chez les guêpes *P. metricus*. Ainsi, l'adaptation biologique des guêpes *P. fuscatus* à l'analyse efficace des traits visuels a dû évoluer récemment, après la divergence des deux lignées.

Alors, la prochaine fois que vous sortez dans votre jardin, prenez une minute pour apprécier les guêpes et les abeilles qui y butinent. Dans leur minuscule cerveau, il se passe bien plus de choses qu'on ne le croyait.

---

Article publié dans *Pour la Science*  
n° 438 avril 2014

---



**Elizabeth TIBBETTS**  
est maître de conférences  
à l'Université du Michigan,  
aux États-Unis.

**Adrian DYER**  
est maître de conférences  
à l'Université RMIT,  
à Melbourne en Australie.

---

#### BIBLIOGRAPHIE

**M. J. Sheehan et E. A. Tibbetts**, Specialized face learning is associated with individual recognition in paper wasps, *Science*, vol. 334, pp. 1272-1275, 2011.

**O. Riabinina et al.**, Do wood ants learn sequences of visual stimuli?, *J. Exp. Biol.*, vol. 214, pp. 2739-2748, 2011.

**A. Avarguès-Weber et al.**, Configural processing enables discrimination and categorization of face-like stimuli in honeybees, *J. of Exp. Biol.*, vol. 213, pp. 593-601, 2010.

**E. A. Tibbetts et J. Dale**, Individual recognition: It is good to be different, *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 22, pp. 529-537, 2007.