



## COMMENT LES GUÊPES RECONNAISSENT LEURS ŒUFS

Rafael Carvalho da Silva<sup>1,2\*</sup>, Fabio Santos do Nascimento<sup>2</sup> et Cintia Akemi Oi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut de biologie Paris Seine (IBPS), Université de la Sorbonne, Paris, France

<sup>2</sup>Faculté de philosophie, sciences et lettres de Ribeirão Preto, Département de biologie, Université de São Paulo-USP, Ribeirão Preto, SP, Brésil

<sup>3</sup>Département de génétique, d'évolution et d'environnement, University College London, Londres, Royaume-Uni

Les guêpes sont des insectes que beaucoup de gens ont tendance à détester. Mais sais-tu que les guêpes rendent des services très importants dans la nature, comme la lutte contre les parasites et la pollinisation, et qu'elles peuvent également servir d'indicateurs vivants de la santé de l'environnement ? Les guêpes ont beaucoup à nous apprendre. La plupart des gens ne savent pas que les guêpes ont un système de communication complexe : elles utilisent leurs yeux pour voir, leurs antennes pour reconnaître des odeurs et leurs pattes pour sentir les vibrations. Le corps des adultes et des jeunes guêpes est recouvert d'un mélange d'odeurs caractéristique de la famille à laquelle ils appartiennent. Nous avons décidé de faire des expériences pour voir si les guêpes peuvent reconnaître leurs œufs car, pour nous, tous les œufs de guêpes se ressemblent beaucoup. Dans cet article, nous allons te montrer que les œufs de guêpes portent des odeurs que les guêpes de la même colonie reconnaissent, ce qui contribue au bon fonctionnement de toute la colonie.

### LE FASCINANT SYSTÈME DE COMMUNICATION DES GUÊPES

T'es-tu déjà approché d'un nid de guêpes pour observer ce qu'elles font ? Probablement pas, car beaucoup de gens n'aiment pas les

guêpes et ne les associent qu'à leurs piqûres [1]. Pourtant, les guêpes sont cool ! Elles jouent un rôle important dans la nature, notamment dans la lutte contre les parasites et dans la pollinisation, et leur présence ou leur absence peut également aider les scientifiques à comprendre si un environnement est sain ou non [2]. Comme les abeilles et les fourmis, certaines espèces de guêpes vivent en sociétés bien organisées et peuvent communiquer et se reconnaître entre elles. Elles voient grâce à leurs yeux, sentent les odeurs grâce à leurs antennes et les vibrations avec leurs pattes. Les nids des guêpes sociales contiennent de quelques guêpes à des centaines de guêpes.

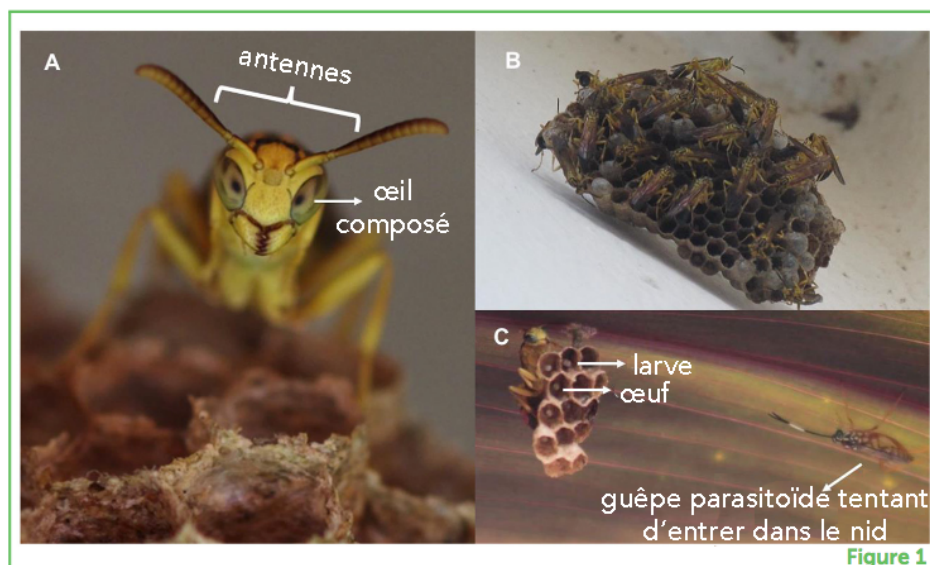


Figure 1. (A) Guêpe femelle de l'espèce *Mischocyttarus cerberus* montrant sa paire d'antennes et ses yeux composés. (B) Certains nids de guêpes sont ouverts à l'environnement et faciles à attaquer par des intrus. Des identifiants chimiques aident les guêpes d'un nid à reconnaître les intrus. (C) Un petit nid de guêpes attaqué par une guêpe parasitoïde.

Les informations visuelles et olfactives permettent aux guêpes de reconnaître les autres guêpes qui appartiennent au même nid (les compagnons du nid) et les aident à savoir quelles guêpes n'en font pas partie. Mais comment font-elles ? Les guêpes ont des yeux composés et des ocelles pour voir, et leurs antennes sont leur « nez » (Figure 1A). Certaines espèces de guêpes ont sur leurs visages des couleurs particulières que leurs compagnons du nid apprennent à reconnaître, tout comme les visages des humains qui ont des caractéristiques spécifiques [3]. Les visages d'autres espèces de guêpes se ressemblent tous, mais les guêpes peuvent tout de même reconnaître qui appartient à leur nid et qui n'y appartient pas. Pour cela, les guêpes peuvent utiliser les odeurs ! Bien que nous ne puissions pas les sentir, les guêpes sont couvertes d'odeurs qui fonctionnent comme des cartes d'identité chimiques. Ces identifiants chimiques contiennent des informations sur l'âge et le sexe de la guêpe, le nid auquel elle appartient, son espèce, son état de santé et bien d'autres choses encore.

**ŒIL COMPOSÉ.** Œil composé de plusieurs centaines à plusieurs milliers de récepteurs sensibles à la lumière (yeux « simples »).

**OLFACTIF.** Relatif à l'odorat.

**COMPAGNONS DU NID.** Individus qui vivent ensemble dans le même nid chez les insectes sociaux. Ils sont apparentés puisqu'ils ont la même mère, la reine.

**OCELLE.** Œil simple dépourvu de facettes des arthropodes, notamment des insectes comme les guêpes.

**PHÉROMONES.** Odeurs qui modulent les comportements entre les individus d'une même espèce.

**HYDROCARBURES CUTICULAIRES.** Composés chimiques formés de molécules d'hydrogène et de carbone qui recouvrent le corps des insectes. Chez les insectes sociaux, les hydrocarbures cuticulaires contiennent des informations importantes pour la communication.

**NYMPHE.** Stade de développement d'un insecte, entre la larve et l'adulte. La nymphe ne se nourrit pas (elle vit sur ses réserves) et ne se déplace pas.

**FAIRE LA POLICE.** Comportement consistant à reconnaître les œufs et à éliminer ceux d'un intrus chez les insectes sociaux.

**GUÊPE PARASITOÏDE.** Guêpe pondant un ou plusieurs œufs dans une larve ou parfois un adulte d'un autre arthropode.

Ces odeurs sont appelées **phéromones** et elles sont utilisées pour transmettre des informations entre les individus d'une même espèce. Les antennes des guêpes contiennent de multiples petites structures capables de détecter les odeurs et de distinguer différentes odeurs [4].

Les phéromones de guêpes sont constituées de molécules appelées **hydrocarbures cuticulaires**, que l'on trouve sur toute la surface du corps des insectes. Comme leur nom l'indique, les hydrocarbures sont constitués de molécules d'hydrogène et de carbone. Il faut noter que chaque espèce d'insectes possède une combinaison unique d'hydrocarbures cuticulaires. Comme ces odeurs ne se répandent pas facilement dans l'air, les guêpes doivent se toucher avec leurs antennes pour se « sentir » les unes les autres. Ce comportement leur permet d'empêcher les intrus d'entrer dans leur nid (Figures 1B, C). Les guêpes adultes ne sont pas les seules à disposer d'un identifiant chimique : les jeunes guêpes (œufs, larves et **nymphes**) ont également leurs propres odeurs.

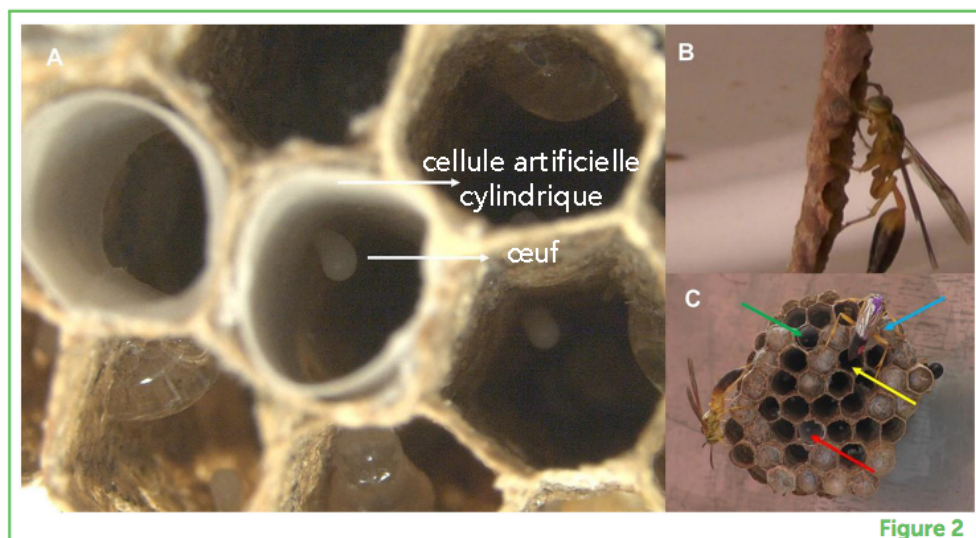
### LES ŒUFS DE GUÊPES ONT-ILS UNE ODEUR ?

Un nid de guêpes sociales contient une femelle responsable de la ponte des œufs (la reine) et d'autres femelles qui effectuent des tâches telles que la recherche de nourriture et la défense du nid (les ouvrières). Parfois, les ouvrières ne font pas leur travail normal et essaient plutôt d'être la reine. Ces ouvrières cessent de sortir pour chercher de la nourriture et passent la majeure partie de leur temps dans le nid. De temps en temps, elles pondent des œufs comme le ferait une reine [5]. Dans les grandes colonies de guêpes, on a découvert que les œufs avaient des odeurs particulières qui permettent aux ouvrières de reconnaître si un œuf a été pondu par la reine ou par une ouvrière [6]. Lorsque les guêpes trouvent un œuf pondu par une autre ouvrière, elles le détruisent. Ce comportement s'appelle « **faire la police** », et il est important pour assurer que seule la reine pond les œufs du nid [5]. Mais le fait de reconnaître un œuf par son odeur aide-t-il également les guêpes à se protéger contre des intrus ? Les nids de guêpes de l'espèce *Mischocyttarus cerberus* peuvent être attaqués par des femelles de différentes espèces, comme des **guêpes parasitoïdes** (Figure 1C). Lorsque des guêpes attaquent un autre nid, elles y pondent souvent leurs œufs, en espérant que les guêpes du nid envahi élèveront ces œufs comme les leurs. Ainsi, si les œufs de guêpes ont des odeurs spécifiques à leur nid, les guêpes peuvent peut-être lutter contre ces invasions.

Nous avons cherché à savoir si les guêpes *M. cerberus* pouvaient reconnaître leurs œufs et les distinguer de ceux de leurs ennemis [7]. Pour cela, nous avons recouvert avec du papier sulfurisé certains compartiments, appelés aussi des alvéoles de nids de guêpes. Ces alvéoles artificielles étaient de la même taille que les alvéoles

naturelles (Figure 2A), et nous avons observé que les guêpes *M. cerberus* et *Mischocyttarus montei* pondaient des œufs à l'intérieur des alvéoles artificielles. Nous avons alors utilisé ces alvéoles artificielles pour recueillir des œufs et les déplacer vers d'autres nids. Des alvéoles artificielles avec des œufs de *M. cerberus* ont été déplacées dans plusieurs nids de cette espèce, et des alvéoles artificielles avec des œufs de *M. montei* ont été mises dans des nids de *M. cerberus*.

Nos expériences avaient deux objectifs. Premièrement, nous voulions savoir si les *M. cerberus* pouvaient faire la différence entre les œufs de leur nid et ceux provenant d'un autre nid. Deuxièmement, nous voulions tester si *M. cerberus* pouvait distinguer ses propres œufs de ceux de l'autre espèce de guêpe (*M. montei*). Nous avons donc surveillé tous les nids une heure, un jour et une semaine après l'introduction d'alvéoles artificielles, pour voir si les œufs introduits étaient toujours là ou s'ils avaient été enlevés par la « police » du nid (Figure 2B).



**Figure 2.** (A) Alvéole artificielle fabriquée avec du papier sulfurisé, avec un œuf frais à l'intérieur. (B) Une guêpe *Mischocyttarus cerberus* vérifie une cellule et touche l'œuf avec son antenne. (C) La flèche jaune montre une alvéole artificielle. La flèche rouge montre une alvéole artificielle avec un œuf de *Mischocyttarus cerberus*. La flèche verte montre une alvéole artificielle avec un œuf invasif de *Mischocyttarus montei*. La flèche bleue montre une guêpe qui surveille les cellules.

Nous avons également prélevé des œufs fraîchement pondus pour étudier leurs odeurs, à l'aide d'un appareil appelé **chromatographe en phase gazeuse-spectromètre de masse** (CG-SM). Tout comme le corps des guêpes, la surface des œufs de guêpe est recouverte d'hydrocarbures. Pour qu'une guêpe détecte l'odeur d'un œuf, elle doit toucher l'œuf avec ses antennes [4].

### LES ŒUFS DE GUÊPES SONT DES RESSOURCES PRÉCIEUSES

Notre expérience a montré que les guêpes *M. cerberus* peuvent en effet reconnaître leurs propres œufs et faire la différence entre les œufs de leur espèce et ceux de leurs ennemis (Figure 2C). Il est intéressant

**CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE ET SPECTROMÉTRIE DE MASSE (CG-SM).** Machine de laboratoire utilisée pour identifier et séparer les composés chimiques de mélanges complexes afin qu'ils puissent être analysés et identifiés individuellement.

de noter qu'une heure est suffisante pour que la majorité des œufs intrus soient éliminés et que les œufs du nid avaient plus de chances de survivre que les œufs de la même espèce provenant d'un autre nid. Nos analyses ont montré que les guêpes femelles peuvent distinguer les œufs parce que les odeurs recouvrant les œufs sont vraiment différentes les unes des autres, en particulier entre les espèces. Par exemple, certaines odeurs sont présentes en grande quantité dans les œufs de *M. cerberus* mais seulement en petite quantité dans les œufs de *M. montei*, et vice versa.

Cette expérience nous a appris qu'il pourrait être difficile pour des intrus de tromper les guêpes ! Les intrus peuvent réussir à pondre dans un nid qui n'est pas le leur, mais cela ne signifie pas que les guêpes du nid envahi s'en occuperont. En fait, c'est le contraire qui risque de se produire : lorsqu'un œuf étranger est découvert, les guêpes le détruisent le plus rapidement possible. Bien que les petits œufs de guêpes se ressemblent tous, ils portent des informations qui permettent aux guêpes de les identifier.

Les guêpes dépensent beaucoup d'énergie pour élever leurs œufs jusqu'à ce qu'ils deviennent adultes, c'est pourquoi il est important qu'elles ne perdent pas de temps à élever des œufs d'intrus. Reconnaître les odeurs les aide à différencier les membres de leur famille de leurs ennemis. Les guêpes sont des animaux étonnants, et il reste encore beaucoup à découvrir sur la façon dont elles perçoivent le monde et apprennent à reconnaître ces informations. Nous poursuivons nos recherches afin de répondre à de nombreuses autres questions passionnantes. Nous espérons que tous ceux qui liront cet article commenceront à aimer les guêpes pour les créatures étonnantes qu'elles sont !

## REMERCIEMENTS

Nous remercions les organismes qui nous ont fourni les ressources nécessaires pour réaliser cette l'étude. Cette recherche a été financée par : le Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior—Brasil (CAPES)—Finance Code 001 ; la bourse 2018/22461–3, de la São Paulo Research Foundation (FAPESP) attribuée à RS ; une bourse bilatérale FWO-FAPESP attribuée à CO et FN (process numbers: 2018/10996–0, 2021/05598-8 FAPESP, FWO: GOF8319N, and FWO: GOF6622N) ; un financement de la Research Foundation Flanders attribué à CO (postdoctoral fellowship FWO-12V6318N and research grant FWO-1513219N) ; et un financement du Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico attribué à FN (307702/2018–9).

## RÉFÉRENCES

[1] Sumner, S., Law, G., and Cini, A. 2018. Why we love bees and hate wasps. *Ecol. Entomol.* 43:836–45. doi: 10.1111/een.12676

[2] Brock, R. E., Cini, A., and Sumner, S. 2021. Ecosystem services provided by aculeate wasps. *Biol. Rev.* 96:1645–75. doi: 10.1111/brv.12719

[3] Tibbetts, E. A. 2002. Visual signals of individual identity in the wasp *Polistes fuscatus*. *Proc. Royal Soc. Lond. Ser. B.* 269:1423–8. doi: 10.1098/rspb.2002.2031

[4] Sharma, K. R., Enzmann, B. L., Schmidt, Y., Moore, D., Jones, G. R., Parker, J., and et al 2015. Cuticular hydrocarbon pheromones for social behavior and their coding in the ant antenna. *Cell Rep.* 12:1261–71. doi: 10.1016/j.celrep.2015.07.031

[5] Wenseleers, T., Oi, C. A., and Caliri Oliveira, R. 2020. "Worker policing", in *Encyclopedia of Social Insects*, ed. C. Starr (Cham: Springer). p. 137.

[6] Oi, C. A., Van Oystaeyen, A., Oliveira, R. C., Millar, J. G., Verstrepen, K. J., van Zweden, J. S., and et al 2015. Dual effect of wasp queen pheromone in regulating insect sociality. *Curr. Biol.* 25:1638–40. doi: 10.1016/j.cub.2015.04.040

[7] da Silva, R.C., Wenseleers, T., Oi, C. A., and do Nascimento, F. S. 2023. Tiny but socially valuable: eggs as sources of communication in the social wasp *Mischocyttarus cerberus*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 77:44. doi: 10.1007/s00265-023-03319-5

## VERSION FRANÇAISE

Cet article d'accès libre est une traduction avec modifications d'un article publié par Frontiers for Young Minds (doi : 10.3389/frym.2024.1326347 ; da Silva RC, Nascimento FSd and Oi CA (2024) How Wasps Recognize Their Eggs. *Front. Young Minds.* 12:1326347).

**TRADUCTION** : Nicole Pasteur, Association Jeunes Francophones et la Science

**ÉDITION** : Ula Hibner, Association Jeunes Francophones et la Science

**MENTORS SCIENTIFIQUES** : Ula Hibner, Maud Borensztein

## JEUNES EXAMINATEURS :

L'article a été examiné lors d'un atelier de lecture critique d'un article scientifique organisé pour les enfants du personnel de l'Institut de la Génétique Moléculaire de Montpellier.

### JULIA, 8 ANS

J'ai 8 ans, j'aime lire, courir et danser (en particulier le breakdance). J'aimerais bien apprendre encore plus de choses sur la science dans un laboratoire. Plus tard, je pense à peut-être devenir scientifique, trapéziste ou maitresse d'école.

### MAXIME, 9 ANS

Je suis très intéressé par les animaux et en particulier par les poissons, mais j'aime aussi beaucoup l'astronomie et les trains.

## HUGO, 11 ANS

Hugo est passionné de lecture : les romans, les mangas et la mythologie grecque. Il veut devenir un champion international d'escrime

## APOLLINE, 11 ANS

J'ai 11 ans et j'aime beaucoup la danse classique, lire et cuisiner. J'ai vraiment apprécié mon expérience d'analyse d'article. J'ai aussi aimé ma visite d'un laboratoire et je trouve que faire des expériences est assez excitant. Qui sait, peut-être en ferais-je mon métier plus tard (pâtissière est aussi une option) ?

## ARTICLE ORIGINAL (VERSION ANGLAISE)

**SOUMIS** le 23 octobre 2023; **ACCEPTÉ** le 12 mars 2024.

**PUBLIÉ EN LIGNE** le 27 mars 2024.

**ÉDITEUR** : Pedro Morais

**MENTORS SCIENTIFIQUES** : Bibiana De Souza , Kristen Welsh

**CITATION** : da Silva RC, Nascimento FSd and Oi CA (2024) How Wasps Recognize Their Eggs. *Front. Young Minds.* 12:1326347. doi: 10.3389/frym.2024.1326347

## DÉCLARATION DE CONFLIT D'INTÉRÊT.

Les auteurs déclarent que les travaux de recherche ont été menés en l'absence de toute relation commerciale ou financière pouvant être interprétée comme un conflit d'intérêt potentiel.

## DROITS D'AUTEURS

Copyright © 2024 da Silva, Nascimento and Oi

Cet article en libre accès est distribué conformément aux conditions de la licence Creative Commons Attribution (CC BY). Son utilisation, distribution ou reproduction sont autorisées, à condition que les auteurs d'origine et les détenteurs du droit d'auteur soient crédités et que la publication originale dans cette revue soit citée conformément aux pratiques académiques courantes. Toute utilisation, distribution ou reproduction non conforme à ces conditions est interdite.

## ARTICLE SOURCE :

da Silva, R.C., Wenseleers, T., Oi, C. A., and do Nascimento, F. S. 2023. Tiny but socially valuable: eggs as sources of communication in the social wasp *Mischocyttarus cerberus*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 77:44. doi: 10.1007/s00265-023-03319-5

## JEUNES EXAMINATEURS

### LUIZA, 14 ANS

J'ai 14 ans, j'aime beaucoup écrire. Je suis passionnée d'aventures, de suspense et de magie. J'aime sortir avec mes amis et ma famille. Je suis très intéressée par la biologie, car je suis fille de biologistes.

Depuis que je suis toute petite, j'ai été en contact avec beaucoup d'animaux et j'adore attraper des cafards et d'autres arthropodes dans ma main. Quand je serai grande, je serai dessinatrice de bandes dessinées, j'adore dessiner.

### **OWEN, 11 ANS**

J'ai 11 ans et je m'intéresse aux sciences et à la chimie. J'ai un chat et un chien. L'une de mes activités préférées est la lecture, et j'aime aussi jardiner. Je m'intéresse à la culture hydroponique et à la restauration des coraux.

### **AUTEURS**

#### **RAFAEL CARVALHO DA SILVA**

Rafael travaille sur les guêpes et les abeilles et effectue un stage postdoctoral à l'Université de la Sorbonne à Paris, en France. Il est né au Brésil et, pendant son doctorat, il a effectué des stages de recherche en Belgique et aux États-Unis. En Belgique, il a étudié diverses espèces de guêpes, dont les guêpes jaunes et les frelons. Aux États-Unis, il a travaillé sur les guêpes parasitoïdes. Il aime les insectes, le karaoké, le cinéma, les voyages, les glaces et passer du temps avec ses amis. \*rcsilva2812@usp.br

#### **FABIO SANTOS DO NASCIMENTO**

Fabio est professeur à l'Université de São Paulo, à Ribeirão Preto, au Brésil. Il enseigne le comportement animal et travaille sur les fourmis, les abeilles et les guêpes. Pendant sa maîtrise, il a étudié des guêpes nocturnes, et pendant son doctorat, il a vécu pendant un certain temps à Rio Branco (État d'Acre, Brésil) pour travailler sur les guêpes d'Amazonie.

#### **CINTIA AKEMI OI**

Cintia travaille sur les guêpes pour son postdoctorat à l'University College London. Elle est née et a grandi au Brésil et a obtenu son doctorat à la KU Leuven (Belgique). Elle y a étudié l'évolution des phéromones de reine et la communication chimique chez plusieurs espèces de guêpes. Elle adore son travail et aime allier plaisir et travail. Elle collecte des guêpes dans des endroits étonnants, notamment au Brésil (Amazonie), en Nouvelle-Zélande (guêpes invasives) et dans les landes du Royaume-Uni. Cintia travaille à l'UCL (Londres) en collaboration avec le Muséum d'histoire naturelle de Londres. Cintia aime les insectes, câliner les chats et les chiens, voyager, faire du vélo et passer du temps avec ses amis.