

posée à propos de la première piqûre de la guêpe dans le premier ganglion thoracique; elle est restée longtemps débattue, jusqu'à ce que Frédéric Libersat résolve finalement l'énigme grâce à une ingénieuse approche. Il a rendu la guêpe, et donc son venin, radioactifs; et il a pu montrer que le premier ganglion thoracique de la blatte présentait de la radioactivité après la piqûre.

J'avoue ne pas être aussi courageux que Frédéric Libersat lorsqu'il s'agit de rendre les guêpes radioactives – ou d'entreprendre toutes les démarches administratives nécessaires pour obtenir l'autorisation de faire une telle chose. Heureusement, pour savoir où la guêpe piquait, il y avait un moyen plus direct. J'ai anesthésié un cafard et découpé une petite fenêtre dans sa cuticule pour que le ganglion soit visible. Puis j'ai augmenté le grossissement de mon microscope et observé la guêpe piquer. Effectivement, son dard visait le ganglion (cette approche ne fonctionnerait pas pour déterminer la cible de la première piqûre, qui survient lors d'une lutte agitée entre la guêpe et la blatte). Qui plus est, le dard ciblait le côté du ganglion contrôlant la patte du même côté que la guêpe – le côté où elle allait plus tard coller son œuf. Il est donc assez clair que le venin de la guêpe, lors de ces piqûres ultérieures, contient un composant qui active les neurones moteurs du second ganglion thoracique et provoque ainsi l'extension de la patte.

Mais en quoi l'extension de la patte du cafard est-elle utile à la guêpe? La réponse est en fait évidente. Lorsque la blatte replie sa patte médiane, la guêpe ne peut pas explorer, avec ses poils sensoriels, la base de la patte et trouver l'endroit idéal pour son œuf, où la larve pourra plus tard se nourrir et se frayer un chemin jusqu'à l'intérieur de la victime. En activant le circuit neuronal qui provoque l'extension de la patte, la guêpe supprime la dernière barrière que le cafard pourrait utiliser pour se défendre.

On ignore comment le venin provoque cette réaction, mais on sait quel neurotransmetteur active probablement les neurones cibles: l'acétylcholine. De nombreuses guêpes ont de l'acétylcholine dans leur venin, et cela suffirait probablement pour activer les neurones moteurs et provoquer l'extension de la patte. Cependant, des études supplémentaires sont nécessaires pour déterminer si cette explication est correcte ou si un autre composant du venin est impliqué.

Peut-être comprenez-vous maintenant pourquoi je suis si impressionné par la guêpe émeraude. Elle a acquis le comportement et le venin nécessaires pour cibler successivement trois petits composants du système nerveux du cafard. Chaque piqûre a un effet différent, et chacune permet à la guêpe de soumettre sa victime à sa volonté, laissant finalement le cafard,

habituellement insaisissable et dangereux, en vie et à la merci d'une petite larve fragile.

Tout cela semble désespérant pour la blatte, comme cela a été le cas pour l'équipage du *Nostromo* dans le film *Alien*. Mais le monstre d'*Alien* a rencontré son adversaire dans Ellen Ripley, jouée par Sigourney Weaver. Que se passe-t-il lorsqu'une guêpe rencontre la Ellen Ripley du monde des cafards?

QUAND LA BLATTE SE DÉFEND

Jusqu'à présent, je vous ai raconté comment une guêpe met une blatte à son service grâce à plusieurs piqûres dans son système nerveux central. Le résultat semble inévitable si le cafard est surpris par la guêpe ou s'il s'enfuit: la guêpe prend facilement le dessus, soit en saisissant immédiatement le cafard, soit en le poursuivant, cet insecte rampant ne pouvant pas échapper à une guêpe volante. Une fois que la guêpe a saisi sa victime avec ses mâchoires, elle administre généralement sa première piqûre en une seconde environ – et vous connaissez la suite.

Mais parfois, les blattes parviennent à se défendre. Vigilantes, elles surveillent et perçoivent avec leurs longues antennes l'approche d'une menace. Lorsqu'elles remarquent une guêpe s'approcher, ces blattes ne courent pas. Elles se préparent au contraire au combat, en se dressant sur leurs longues pattes épineuses. Avec cette posture haute «sur échasses», le cafard soulève son corps, ce qui fait de lui une proie plus difficile et peut-être plus impressionnante. En même temps, ses pattes présentent vers la guêpe des rangées d'épines pointues. Or la prédatrice ne peut pas infliger sa première piqûre tant qu'elle n'a pas saisi le cafard avec ses mâchoires. Les deux ennemis tournent en rond, avançant et reculant à tour de rôle. Souvent, la guêpe s'élance vers le cafard, qui saute et tourne afin d'esquiver les mâchoires de l'attaquante, puis se remet en position défensive.

Mais la véritable surprise pour moi (et probablement pour la guêpe aussi) lors de mes observations, c'étaient les puissants coups de patte donnés par le cafard avec ses épineuses pattes postérieures. Ces coups de patte atteignaient souvent la tête de la guêpe, qui était projetée en l'air et allait heurter l'objet le plus proche. L'attaquante se dépoussiérait invariablement en effectuant un toilettage rapide et reprenait l'attaque, au moins après le premier coup de patte. Mais si la blatte parvenait à lui en infliger plusieurs, la guêpe abandonnait généralement la partie.

Apparemment, pour éviter d'être transformée en zombie et d'être dévorée de l'intérieur par un organisme étranger qui éclatera son corps, la blatte doit adopter la même stratégie que beaucoup de personnages de science-fiction: rester vigilante, ne pas fuir en courant et viser la tête de l'ennemi! ■

BIBLIOGRAPHIE

K. C. Catania, **Getting the most out of your zombie: Abdominal sensors and neural manipulations help jewel wasps find the roach's weak spot**, *Brain, Behavior and Evolution*, vol. 95, pp. 181-202, 2020.

H. Le Guyader, **Comment une blatte devient zombie**, *Pour la Science*, n° 499, pp. 92-94, mai 2019.

K. C. Catania, **How not to be turned into a zombie**, *Brain, Behavior and Evolution*, vol. 92, pp. 32-46, 2018.

C. Wilcox, **La guêpe émeraude et sa blatte-zombie**, *Pour la Science*, n° 471, pp. 48-53, janvier 2017.

F. Thomas et F. Libersat, **Les parasites manipulateurs**, *Pour la Science*, n° 391, pp. 36-42, mai 2010.

SUR LE WEB

Vidéos de K. C. Catania, 2018 et 2020 :
<https://bit.ly/3bFjS8b>,
<https://bit.ly/3nSgk52>

Vidéo de R. Arvidson et al., 2018 :
<https://bit.ly/39zVaTV>

Des métropoles en Europe il y a 6000 ans

Vers 4100 avant notre ère, des milliers de paysans ont fondé des cités bien structurées sur les sols fertiles d'Ukraine. Une civilisation qui a disparu aussi vite qu'elle est apparue.



Les archéologues ont découvert 15 protovilles en Ukraine centrale, dont, à proximité les unes des autres, Maydanets (ci-dessus une restitution), Talianki et Dobrovody. Ces anciennes agglomérations se trouvent aujourd'hui dans une zone agricole à quelque 45 kilomètres de la ville moderne d'Ouman, mais au IV^e millénaire avant notre ère, elles étaient au milieu d'une steppe parsemée d'îlots forestiers.

L'ESSENTIEL

> Vers - 4100, de grandes agglomérations paysannes se constituent en peu de temps dans les steppes de ce qui allait devenir le bassin de la Sinyukha, en Ukraine.

> Elles profitent d'un environnement très favorable à l'agriculture et atteignent

des densités de population comparables à celles des métropoles modernes.

> Vers - 3650, elles disparaissent aussi soudainement qu'elles sont apparues, et leurs occupants retournent à la vie villageoise de leurs ancêtres.

LES AUTEURS



JOHANNES MÜLLER
professeur
d'archéologie
préhistorique
à l'université
Christian-Albrecht,
à Kiel, en Allemagne



WIEBKE KIRLEIS
professeuse
d'archéologie
environnementale
à l'université
Christian-Albrecht



ROBERT HOFMANN
archéologue
à l'université
Christian-Albrecht



L'Ukraine recèle un trésor incomparable: sa terre noire. Ce sol spectaculairement fertile s'est formé sur des surfaces de loess, sans doute parce que des humains ont défriché les forêts pour rendre la terre cultivable. Cette transformation des paysages anciens a commencé lorsque, vers -4800, des paysans se sont installés entre le Prout et le Dniepr. Le sol de cette région interfluviale est si fertile que de grandes agglomérations paysannes sont apparues. Ces protovilles contenaient jusqu'à environ deux mille habitations en même temps et plusieurs existaient simultanément sur le même territoire. Autrement dit, il y a quelque six mille ans, soit bien avant l'apparition des premières villes en Mésopotamie, l'Europe a vu se constituer des sortes de métropoles.

Les vestiges de ces grandes colonies se trouvent dans les anciennes steppes forestières de l'Ukraine, de la Moldavie et la Roumanie. Ils datent du Chalcolithique, c'est-à-dire l'âge du Cuivre (-4800 à -3200). Il y a environ cent trente ans, des chercheurs de Kiev furent les premiers à repérer ces grands sites, mais leur première étude systématique – par la photographie aérienne et la géophysique – a été l'un des hauts faits de l'archéologie soviétique. Les dimensions extraordinaires de ces agglomérations soulèvent bien des questions quant au nombre de leurs habitants, à leur urbanisme, à leur gestion politique et à la capacité de leur population à subvenir à ses besoins. Qu'en sait-on aujourd'hui, notamment dans le cas particulier, que nous avons étudié, de la grande colonie paysanne de Maydanets?

LES DÉBUTS DE L'AGRICULTURE SUR LA STEPPE FORESTIÈRE

Le Néolithique a commencé en Europe vers -6400, quand de premières populations paysannes en provenance d'Anatolie se sont établies par-delà le Bosphore dans de petites fermes isolées, qu'elles déplaçaient souvent. Ces populations ont créé en Europe centrale tout un foisonnement de cultures. Un millénaire après leur arrivée, la plus ancienne culture paysanne comportant des villages permanents – le Rubané (-5500 à -4900 ans en Europe centrale), ainsi nommé en raison de ses poteries ornées de rubans – s'est étendue à travers l'Europe centrale jusqu'en Ukraine.

Dans ce dernier pays, l'archéologie aérienne et les prospections géophysiques soviétiques des années 1960 ont cependant révélé un phénomène différent et inattendu: l'apparition d'immenses colonies paysannes. Les datations par le carbone 14 de ces grands sites ont conduit à les attribuer à la phase moyenne de la culture dite de Cucuteni-Trypillia (-4100 à -3600). Entre autres caractéristiques, cette culture se

reconnaît à des céramiques peintes et décorées de lignes, d'une qualité étonnante.

Ces découvertes, notamment les vestiges glaiseux de maisons (incendiées) qui occupaient le milieu d'une cour rectangulaire – ce que les archéologues soviétiques ont nommé des *ploshchadki* («domaines») –, ont électrisé la communauté des archéologues. Les chercheurs occidentaux ont d'abord douté de la

Au moyen de techniques archéogéophysiques, les chercheurs ont restitué les implantations des maisons réparties sur les 200 hectares de la grande agglomération de Maydanets, vieille de quelque 6 000 ans.



Ces grandes colonies paysannes se sont établies sur des terres très fertiles