

en milieu liquide, et il est nécessaire de disposer de 0,2 milligramme de molécule pure. La quantité minimale d'insectes pour identifier une molécule est donc de 10 à 20 grammes, soit 300 individus par espèce.

En outre, bien qu'il soit assez simple de récolter un grand nombre d'espèces d'insectes, c'est souvent en petite quantité. En forêt tropicale, à l'aide d'un piège lumineux nocturne, on peut capturer 300 espèces différentes en une seule nuit, mais la plupart ne seront représentées que par quelques individus, voire un seul. Les élevages d'insectes existent, mais lorsque l'on ne connaît pas la biologie de l'espèce ciblée, la mise au point de leurs conditions d'élevage peut prendre des mois, voire être impossible techniquement. Or c'est le cas pour la majorité des insectes, à l'image du plus grand coléoptère du monde, le titan (*Titanus giganteus*), un longicorne de la forêt amazonienne mesurant 20 centimètres de longueur ! Le retour à la source de récolte est également difficile, car les insectes bougent. Ils sont abondants certaines années et quasi absents d'autres, sans que l'on puisse toujours expliquer les raisons de ces fluctuations.

Un énorme réservoir médical inexploré

En raison de ces difficultés d'approvisionnement, les insectes ont fait l'objet de peu d'études pharmacologiques. En comptant large, 3 000 espèces appartenant à 150 familles ont été partiellement analysées. Comment exploiter ce potentiel ?

La première approche consisterait à vérifier les activités *in vitro* des insectes utilisés en médecine traditionnelle dont les indications convergent entre continents, et à isoler leurs molécules actives. La seconde approche serait de poursuivre des recherches sur des groupes d'arthropodes connus pour leurs molécules actives. Les araignées, scorpions et hyménoptères produisent autant de venins que d'espèces, réputés pour leur action sur le système nerveux central, et chaque venin est constitué de plusieurs peptides. Chaque espèce d'araignée synthétise ainsi des centaines de peptides différents dans son venin, et seules 100 espèces sur près de 40 000 ont été analysées.

Les insectes aposématiques sont aussi une piste prometteuse, leurs molécules de défense et leur toxicité étant souvent associées à des propriétés anticancéreuses. Les insectes des sols, les insectes coprophages (mangeurs d'excréments), mycétophages

(mangeurs de champignons) ou associés aux cadavres, par exemple, pourraient fournir des molécules antibiotiques, car ils sont en contact étroit avec des micro-organismes. On pourrait, enfin, tirer parti des insectes hématophages – buveurs de sang –, dont les molécules salivaires interagissent avec la cascade de coagulation, la vasodilatation ou la douleur.

Une troisième approche pourrait être génomique : comme dans tout organisme vivant, les molécules actives des insectes sont synthétisées grâce à un ensemble d'enzymes qui découlent de l'information contenue dans le génome. En produisant ces enzymes dans des bactéries (après avoir repéré et reproduit leur gène) et en étudiant leur activité sur des précurseurs des molécules actives, on mettrait peut-être en évi-

AVEC UN MILLION D'ESPÈCES CONNUES et plus de quatre millions restant à découvrir, les arthropodes terrestres représentent le plus gros réservoir inexploré de médicaments.

dence de nouveaux outils pour la synthèse de molécules actives. Cette approche a été menée avec succès en 2002 par Jörn Piel, de l'Institut Max Planck d'écologie chimique de Iéna, en Allemagne, chez un insecte du genre *Paederus*. Certains gènes des enzymes de synthèse de la pederine, une molécule de défense très toxique, ont été isolés.

Enfin, une dernière approche consisterait à effectuer des criblages d'activités sur des espèces prélevées au hasard. Des criblages miniaturisés, ne nécessitant que des concentrations infimes, pourraient être menés sur des spécimens uniques. J'ai montré la faisabilité de cette technique. Un tel criblage ne permet pas d'identifier les molécules actives, mais d'orienter les recherches sur des groupes inexplorés. À l'avenir, il est probable que la miniaturisation et la puissance des systèmes de résonance magnétique nucléaire permettront d'identifier des molécules à partir d'un seul insecte de petite taille.

Moins de 0,5 pour cent des arthropodes terrestres ont été étudiés, mettant déjà en évidence des molécules pharmacologiquement actives variées : le potentiel de découverte de nouvelles molécules est élevé. Avec 1 600 familles, un million d'espèces connues et plus de quatre millions restant à découvrir, les arthropodes terrestres représentent le plus gros réservoir inexploré de médicaments. ■

L'AUTEUR



Roland LUPOLI, entomologiste, a travaillé au sein de la Société Entomede de 2001 à 2005. Il collabore avec le Muséum national d'histoire naturelle et travaille à l'Université Paris Descartes dans l'Unité INSERM UMR-S747 Pharmacologie, toxicologie et signalisation cellulaire.

✓ BIBLIOGRAPHIE

R. Lupoli, *L'insecte médicinal*, Éditions Ancyrosoma, 2010 (<http://ancyrosoma.free.fr>).

T. Eisner *et al.*, *Secret weapons – Defenses of Insects, Spiders, Scorpions, and Other Many-Legged Creatures*, Belknap Press of Harvard University Press, 2005.

E. Motte-Florac, *Les insectes dans la tradition orale*, J.M.C. Thomas Eds., 2003.

R.S. Root-Bernstein et M. Root-Bernstein, *Honey, Mud, Maggots and Other Medical Marvels – The science behind folk remedies and old wives' tales*, Macmillan Interactive Publishing, 1999.

Les débuts de la culture en Europe

**Michael Bolus
et Nicholas Conard**

Les grottes du Jura souabe, en Allemagne, ont livré des œuvres vieilles de 40 000 ans qui attestent d'une culture élaborée chez les premiers Européens anatomiquement modernes.

Que nous reste-t-il des hommes préhistoriques ? Des pierres taillées et quelques os ? Pas seulement, car les cultures aussi laissent des fossiles. Il y a entre 30 000 et 40 000 ans, une culture avancée s'est épanouie dans la petite chaîne de montagnes entourant la ville d'Ulm, que l'on nomme le Jura souabe. Les grottes de ce massif du Sud-Ouest de l'Allemagne ont en effet livré plusieurs dizaines d'objets prouvant que les porteurs de cette première culture souabe ont utilisé durant une très longue période des techniques et un système symbolique complexes. Ils constituent ensemble le fossile d'une culture, que seul un haut niveau de cognition a pu rendre possible. Quelle est cette culture ? Difficile à dire, mais nous pouvons au moins illustrer certains de ses traits les plus frappants et ressentir leur proximité avec la nôtre.

La culture que nous allons présenter remonte à l'Aurignacien. Première culture



du Paléolithique supérieur, l'Aurignacien se caractérise par un certain type d'outils de pierre et, plus rarement, en matière organique. Elle est apparue en Europe il y a quelque 40 000 ans. Définie d'après le site éponyme d'Aurignac, en Haute-Garonne, cette culture est associée à l'arrivée des hommes anatomiquement modernes en Europe. Elle a disparu il y a environ 28 000 ans pour être remplacée par le Gravettien. Sans doute originaires du Proche-Orient, les ancêtres des Aurignaciens ont notamment remonté le couloir danubien jusqu'à l'Europe de l'Ouest, encore habitée par de rares Néandertaliens.

Au XX^e siècle, lors de fouilles de sites aurignaciens français (Isturitz et d'autres), les préhistoriens avaient déjà découvert des objets d'art et des instruments de musique illustrant la créativité et l'habileté des arrivants. Toutefois, ces signes de cognition supérieure ne sont nulle part aussi évidents que dans le Jura souabe, et plus précisément dans les vallées de la Lone et de l'Ach (voir la figure 3). Là, sept grottes ont livré jusque tout récemment de nombreux objets, que les datations au radiocarbone et les comparaisons typologiques font remonter à un passé compris entre 35 000 et 30 000 ans, voire dans certains cas jusqu'à 40 000 ans. Les artefacts du Jura souabe figurent ainsi parmi les plus anciens vestiges de l'Aurignacien, et ils sont aussi les plus spectaculaires...

Ces découvertes suggèrent qu'au début du Paléolithique supérieur, toute une série d'innovations culturelles et techniques se sont produites dans le Jura souabe. Apparemment, le phénomène n'a pas d'équivalent au cours de la période culturelle précédente: il semble que le Jura souabe ait été l'un des foyers d'innovation du Paléolithique supérieur à l'origine de la modernité culturelle.

Qu'entend-on par là? Le concept de modernité culturelle désigne un ensemble de traits culturels partagés par les socié-

tés de chasseurs-cueilleurs actuelles. Même si elles vivent en des lieux distincts et ont des cultures différentes, ces sociétés ont des points communs: un langage complexe, un système de croyances, un système de liens sociaux et économiques. En simplifiant, on peut dire que l'expression «modernité culturelle» désigne une étape de l'évolution à partir de laquelle une culture devient comparable à la nôtre.

Au sein des groupes humains culturellement modernes, l'existence n'est pas seulement occupée par la quête de nourriture, la recherche d'un abri ou la reproduction, mais par tout un éventail d'activités culturelles. Les bijoux, les figurines et les instruments de musique que façonnent les membres de telles sociétés attestent de leur aptitude à se représenter la réalité à l'aide de concepts (des représentations mentales d'aspects de la réalité) associés à des symboles tels que des suites de sons (mots, airs de musique), des signes graphiques, des gestes, des statues, etc. Tout cela forme ce que l'on nomme la pensée symbolique.

Objets symboliques vieux de 40 000 ans

Les objets symbolisant un aspect de la réalité (figurines) ou façonnés pour produire des symboles, par exemple sonores (instruments de musique), sont des manifestations de la modernité culturelle. Selon les indices disponibles de nos jours, ils apparaissent pour la première fois à l'arrivée des *Homo sapiens* en Europe, il y a quelque 40 000 ans.

Dans un passé plus reculé, on ne retrouve dans les traces laissées par les hommes anatomiquement modernes que des débuts de modernité culturelle. Depuis l'Eurasie, ces traces de modernité culturelle passent par le Proche-Orient, il y a environ 100 000 ans, puis peuvent être suivies en Afrique jusque vers 80 000 ans (les plus anciens fossiles d'hommes modernes datent de quelque 200 000 ans). En Afrique du Sud, dans l'abri de Blombos, Christopher Henshilwood, de l'Université du Witwatersrand, a par exemple trouvé ce qui fait penser à un symbole graphique – un motif à base de traits réguliers sur un morceau d'ocre vieux de 75 000 ans. Pour autant, ni le lieu ni la période de naissance de la modernité culturelle ne sont bien définis.

Dans le Jura souabe, les premières découvertes de figurines remontent

LES AUTEURS



Michael BOLUS et Nicholas CONARD, préhistoriens, sont professeurs à l'Institut de recherche sur la préhistoire ancienne et l'écologie du Quaternaire de l'Université de Tübingen, en Allemagne.

L'ESSENTIEL

✓ On a découvert dans le Jura souabe de nombreux artefacts. Vieux de 35 000 ans, ils constituent des «fossiles culturels» laissés par les premiers hommes anatomiquement modernes d'Europe.

✓ Parmi ces objets, on trouve des figurines représentant des animaux, des humains ou des êtres hybrides.

✓ Des flûtes en os ou en ivoire attestent d'un grand savoir-faire dans la facture d'instruments de musique.

✓ Tous ces objets reflètent une culture que l'on peut qualifier de moderne.

1. LA VÉNU DU HOHLE FELS, une figurine féminine de six centimètres de haut en ivoire de mammoth, a été découverte en 2008 dans la grotte du Hohle Fels. Particulièrement soulignées, les représentations de ses organes génitaux suggèrent qu'elle symbolisait la sexualité et la fertilité. Équipée en haut d'un anneau, elle constituait sans doute une sorte d'amulette qui se portait en pendentif. Datée entre 40 000 et 35 000 ans, elle est la plus ancienne œuvre anthropomorphe de l'humanité.