

groupes (coléoptères, papillons, insectes vecteurs de maladies, etc.), que l'entomologie est depuis longtemps délaissée par les organismes de recherche, on devine la pénurie d'experts auxquels les instances environnementales voudraient faire appel. «Les entomologistes professionnels sont peu nombreux et ne sont pas très disponibles, et les amateurs [quelques milliers en France] sont vite surchargés», résume L. Leseigneur.

S'ajoutent des problèmes d'ordre scientifique. Prendre en compte les insectes dans l'évaluation écologique d'un milieu, d'accord, mais lesquels ? Faut-il dénombrer uniquement les espèces rares ? Celles qui sont sensibles à la pollution ? Choisir des représentants de tous les groupes d'insectes ? Se limiter au genre ou à la famille, comme le préconise Philippe Richoux (Université de Lyon I), ce qui allégerait le travail d'identification ?

Malgré les nombreuses questions en suspens, des listes d'insectes bio-indicateurs existent, pour les zones humides et les forêts notamment ; d'autres types de milieux pourraient suivre. Par exemple, la présence de certaines guêpes parasites d'insectes nuisibles pourrait être mesurée pour jauger la santé des olivraies du Midi, comme le montrent des travaux d'André Panis (INRA, Antibes). Toutefois, les connaissances – et donc les listes d'espèces indicatrices de la qualité d'un milieu – sont encore lacunaires. Pour améliorer la situation, il faut, selon Jean-Claude Lefeuvre, écologue au Muséum de Paris, que les entomologistes français «s'organisent et s'insèrent dans les programmes de recherche pluridisciplinaires sur les écosystèmes».

La balle n'est pas seulement dans le camp des entomologistes. Pour ces derniers, une gestion «écologiquement cor-

recte» des milieux (naturels ou non) demande que les acteurs de l'environnement – y compris les forestiers, les agriculteurs, les aménageurs en tous genres – soient conscients de l'importance du rôle des petites bêtes. Malgré quelques progrès, les entomologistes pensent qu'il y a encore fort à faire.

Les enjeux dépassent le cadre de la seule biodiversité. L'exemple de l'Australie est symptomatique : l'introduction, à la fin du XVIII^e siècle, des vaches et des chevaux y a provoqué une catastrophe. Pourquoi ? Parce que les insectes bousiers autochtones sont adaptés aux bouses de kangourous, pas à celles de vaches... Résultat : les bouses, privées de recycleurs, ont recouvert les prairies. En 1978, on estimait la perte associée de pâturages à un million d'hectares par an !

Maurice MASHAAL

Attracteurs d'onde

Dans un milieu stratifié avec un fond incliné, les ondes s'organisent le long de trajectoires fermées.

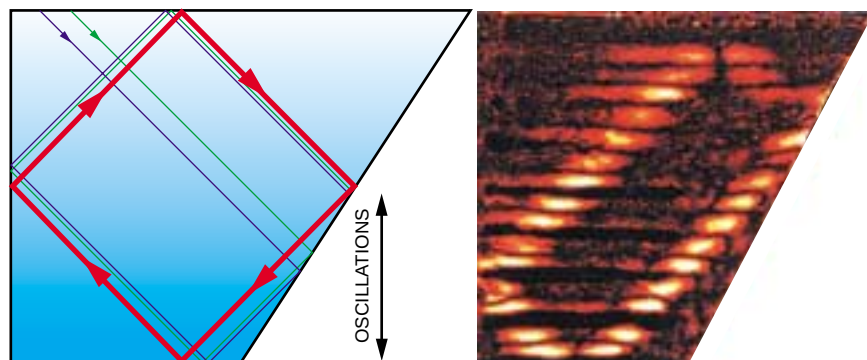
Si la houle agite la surface de l'océan, des ondes dites internes se propagent également sous la surface en raison des variations verticales de la densité de l'eau. Elles pourraient circuler en boucle : dans une cuve avec une paroi inclinée, où les ondes sont excitées par des vibrations, nous observons que les réflexions de ces ondes leur font suivre des trajectoires qui se rapprochent de circuits déterminés, nommés attracteurs.

Les ondes internes sont connues dans l'atmosphère, où elles sont engendrées par le passage des masses d'air sur les reliefs : parfois les nuages se condensent dans les zones d'ascendance et révèlent les crêtes de ces ondes. Ces ondes résultent des variations de densité : comme la densité diminue avec l'altitude, une petite quantité d'air poussée vers le haut a tendance à redescendre, car sa densité est supérieure à celle de la zone où elle arrive ; inversement, une petite quantité d'air poussée vers le bas subit une poussée d'Archimède qui la fait remonter. Toutefois ces rappels engendrent des oscillations, à une fréquence caractéristique de la variation de densité, de la même façon que l'oscillation d'une masse accrochée à un ressort est caractéristique de sa raideur.

Si la masse oscille sur un plan incliné, la fréquence d'oscillation est réduite ; de même, une onde interne a une fréquence réduite quand elle se propage obliquement. Pour une variation de densité donnée, l'angle de propagation dépend uniquement de la fréquence.

Si l'océan ou l'atmosphère semblent des espaces infinis, un bras de mer ou un lac sont des milieux de densité variable (en raison des variations de température ou de salinité), où les ondes sont confinées par réflexion entre la surface et le fond. Généralement, le confinement d'ondes engendre un système d'ondes stationnaires : une corde de violon vibre à une fréquence fondamentale et aux fréquences multiples de cette fréquence fondamentale. En effet, le milieu n'oscille efficacement qu'à des fréquences précises, parce que les ondes résultant des réflexions successives n'interfèrent de façon constructive qu'à ces modes propres d'oscillation.

Lorsque des ondes internes se propagent dans un milieu où la densité varie, à l'intérieur d'une cuve avec une paroi inclinée, cette organisation en modes propres disparaît au profit d'une organisation différente qui résulte des propriétés particulières de réflexion. En effet, la fréquence des ondes qui se réfléchissent sur une paroi fixe est inchangée au cours de la réflexion ; comme l'angle de propagation des ondes internes par rapport à la verticale dépend de la fréquence, cet angle reste donc inchangé ; l'angle de réflexion est alors différent de l'angle d'incidence, et les ondes forment des structures complexes, organisées autour d'un attracteur, un circuit géométrique sur lequel les ondes se focalisent par ré-



Des ondes internes se propagent dans de l'eau salée quand on fait osciller verticalement une cuve où la densité augmente avec la profondeur. La direction de propagation dépend de la fréquence des oscillations : dans le schéma (à gauche), les oscillations excitent uniquement les ondes qui se propagent avec un angle de 45 degrés par rapport à la verticale. Ainsi, deux ondes qui suivent des trajectoires différentes se rapprochent et parcourent l'attracteur (en rouge). Dans les expériences, la fluorescence d'un colorant excité par un laser (à droite) révèle l'attracteur.

La préhistoire tirée par les cheveux

Dans sa vie, un homme perd en moyenne 400 000 cheveux ; dans un milieu favorable, ils pourraient se conserver très longtemps. Jean Clottes, du Ministère de la Culture, et Robson Bonnichsen, de l'Université de Corvallis, ont prélevé des sédiments de 25 000 à 13 000 ans environ, dans les grottes d'Enlène, en Ariège, de Troubat, dans les Hautes-Pyrénées, de Brassempouy, dans les Landes, et de Combe Saunière, en Dordogne, autrefois fréquentées par l'homme. Une douzaine de poils et de cheveux ont déjà été isolés, dont deux ou trois seraient humains. Est-ce la naissance de l'hirsutologie ?



Grégoire Sobierski

Dyslexie

Depuis quelques années, on pensait que les dyslexiques avaient des difficultés à reconnaître les phonèmes, les briques constitutives du langage, ce qui les gênait pour lire. En utilisant la résonance magnétique fonctionnelle pour étudier des sujets qui effectuaient des analyses phonologiques, Sally Shaywitz et ses collègues de l'Université Yale ont observé que les régions postérieures du cerveau, où le langage est traité, sont moins actives chez les dyslexiques. La mise en évidence de cette signature pourrait favoriser le diagnostic de cette difficulté de lecture.

Des vaisseaux qui repoussent

Lorsque les artères coronaires se bouchent, le cœur est menacé. Le remède est la greffe d'un morceau de veine ou d'une prothèse artificielle, mais ces greffes sont souvent fragiles. Une équipe allemande vient de tester l'injection d'un facteur de croissance des vaisseaux sanguins dans le muscle cardiaque de 20 patients, près d'un obstacle dans une artère : après une douzaine de jours, un réseau de capillaires fonctionnels était apparu entre l'artère et le cœur.

Partenaires variables

Les hommes avouent en moyenne 12 partenaires sexuels au cours de leur vie, et les femmes seulement trois. Même en tenant compte du déséquilibre démographique entre les deux sexes et du recours à la prostitution féminine, le compte n'y est pas. Selon Michel Bozon, de l'INED, les femmes ne comptent pas les partenaires occasionnels. Lorsque l'on demande plus précisément aux hommes de combien de femmes ils ont été amoureux au cours de leur vie, ils annoncent aussi un chiffre proche de trois.

flexions multiples sur les parois. Cette propriété particulière conduit les ondes à s'approcher de l'attracteur, puis à le parcourir en circuit fermé.

Comment vérifier cette prédiction théorique ? Nous avons empli d'eau salée une cuve carrée que nous avons ensuite fait osciller verticalement à l'aide d'un système de bielles. Les ondes internes sont excitées pour des fréquences de résonance précises, comme les vibrations d'une corde de violon. Au contraire, quand on ajoute une cale inclinée dans la cuve et que l'on examine la propaga-

tion des ondes internes à l'aide d'un colorant fluorescent excité par un laser, on voit l'attracteur attendu.

Le même phénomène pourrait se manifester dans les bassins naturels. L'attracteur définirait alors des zones de mélange turbulent, favorisant la vie en soulevant les éléments nutritifs déposés au fond. Certaines oscillations du noyau terrestre, constitué de métal liquide, ou d'étoiles produisent-elles également des attracteurs d'ondes ?

Dominique BENIELLI et Joël SOMMERIA,
École normale supérieure de Lyon

Gravure préhistorique

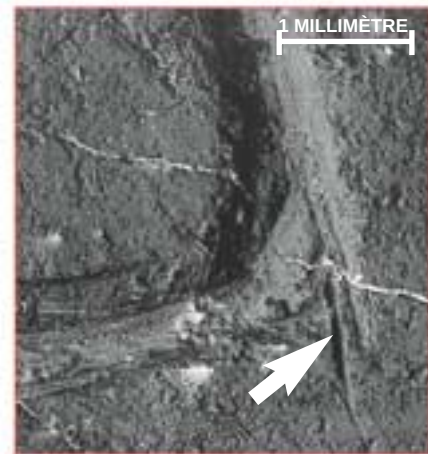
Qualité technique et esthétique ne sont pas toujours associées.

Comment évaluer la qualité des œuvres artistiques de la Préhistoire, apparues en Europe en même temps que l'homme moderne, il y a environ 40 000 ans ? L'étude de cet art paléolithique, dont les manifestations sur les parois des grottes ou sur les objets en pierre, os ou bois de cervidé, s'étendent sur 30 000 ans, repose souvent, sur des critères stylistiques : nous qualifions de « beau » un sujet bien proportionné et détaillé ; au contraire, le jugement est plus négatif lorsque le dessin est maladroit. Toutefois, ces œuvres que nous rangeons aujourd'hui avec admiration et respect dans le domaine de l'art résultent d'une suite de gestes techniques qui ont transformé un matériau naturel en objet décoré. L'examen des traces microscopiques laissées par les outils des artistes sur des objets en os permet de porter un jugement technique : la qualité du trait gravé ne reflète pas nécessairement la qualité esthétique du dessin.

Nous avons répété les gestes des graveurs préhistoriques à l'aide de supports en os et de silex contemporains. Nous avons ainsi répertorié les difficultés rencontrées et les erreurs techniques qui en résultent : résistance de la matière,

dérapages, accrochages d'outil... L'observation de ces gravures expérimentales au microscope électronique à balayage nous permet d'associer des traces microscopiques caractéristiques aux différents modes d'utilisation de l'outil en silex et aux accidents gestuels.

Puis nous avons recherché des traces microscopiques analogues sur 90 objets d'art mobilier de la période Magdalénienne du Sud-Ouest de la France (il y a 16 000 à 12 000 ans). Sur l'ensemble des pièces étudiées, il apparaît que la qualité de dessinateur n'est pas toujours associée à celle de parfait technicien. Des objets de bonne, voire de très bonne facture esthétique, comportent des indices microscopiques d'exécution maladroite. Au contraire, des objets au graphisme hésitant,



A. Roussel et C. Fritz

L'artiste qui a gravé ces deux rennes de façon très réaliste sur un fragment de côte ne maîtrisait pas complètement son outil : la photographie en microscopie électronique (en haut) indique que le trait est trop long (flèche) à la sortie de la croupe du premier renne.