



J. Linde, Université de Tübingen

5. CES FLûTES prouvent que les Aurignaciens du Jura souabe produisaient des sons, qu'ils combinaient sans doute pour faire de la...musique. En d'autres termes, ils produisaient un langage symbolique sonore. Ci-dessus, ce morceau de flûte, taillée dans un bloc d'ivoire de mammoth, a été découvert en 2004 dans la grotte du Geissenklösterle. Cet objet atteste d'un savoir-faire remarquable. À gauche, une flûte complète, taillée dans un os long d'aile de vautour, a été mise au jour en 2008 dans la grotte du Hohle Fels.



M. Melina, Université de Tübingen

6. LA GROTTÉ DU HOHLE FELS, c'est-à-dire du « rocher creux » en allemand, est fouillée depuis les années 1970. Le site est si important que les chercheurs de l'Université de Tübingen qui l'étudient ont pris soin de l'équiper d'un système d'éclairage et de chemins de circulation hors sol afin de pouvoir travailler soigneusement. Outre un matériel lithique et osseux caractéristique de la couche culturelle aurignacienne, cette grotte a livré de nombreux témoins matériels d'une modernité culturelle, notamment des figurines représentant des animaux, dont un oiseau aquatique, puis celle d'un homme mi-animal, mi-humain et, enfin, la Vénus du Hohle Fels, la plus ancienne représentation humaine qui nous soit parvenue.

a révélé qu'ils faisaient aussi partie d'une flûte (voir la figure 5). L'instrument n'est pas en os, mais taillé dans l'ivoire d'une défense de mammoth. Le fait est remarquable, car si le façonnage d'une flûte à partir d'un objet naturel ayant une forme favorable exige déjà beaucoup d'expérience et d'habileté, celui d'un tel instrument dans un bloc massif d'ivoire est une prouesse technique, dont seul un véritable facteur d'instruments est capable.

C'est pourquoi nous nous sommes particulièrement réjouis, quand, à l'été 2008, nous avons découvert une flûte entière dans la grotte du Hohle Fels. Façonnée dans l'os d'une aile de gypaète barbu (le plus grand des vautours), elle était juste à une longueur de bras de l'endroit où avait été trouvée la Vénus du Hohle Fels. Après l'assemblage des fragments, l'objet, de 22 centimètres de long, s'est avéré comprendre cinq trous et un bec complet. Il date de quelque 40 000 ans, ce qui en fait le plus vieil instrument de musique du monde (voir la figure 5).

Sa finition technique et acoustique est remarquable. Les répliques d'os et d'ivoire des flûtes du Hohle Fels et du Geissenklösterle permettent de produire des notes et des mélodies complexes. Cela fait des flûtes du Jura souabe des instruments de musique de facture comparable à ceux de notre temps. Si une telle maîtrise dans la réalisation d'instruments existait déjà il y

a 40 000 ans, on peut supposer que ce remarquable artisanat préhistorique remonte encore plus loin dans le temps.

Qui sait ? Des précurseurs en bois de ces flûtes avaient peut-être existé bien plus tôt, et avaient disparu depuis longtemps quand les flûtes du Jura souabe en ivoire ou os ont été façonnées. Et il n'est guère raisonnable de penser que les hommes paléolithiques ne jouaient de la musique que dans le Jura souabe. Certes, toutes les flûtes en ivoire préhistoriques proviennent de l'Aurignacien souabe (il y a bien une flûte en os française d'âge comparable, mais sa datation est incertaine), mais la découverte de tels instruments en d'autres endroits n'est sans doute qu'une question de temps.

Quoi qu'il en soit, on peut aujourd'hui affirmer qu'au début du Paléolithique supérieur, que ce soit dans le Jura souabe ou dans d'autres régions telles que l'Italie ou le Sud-Ouest de la France, de nombreuses innovations culturelles apparaissent ; elles ont des caractéristiques régionales, de sorte qu'elles traduisent sans doute des identités culturelles différentes. Pour autant, entre 40 000 et 35 000 ans avant notre ère, peu de temps après l'arrivée des premiers hommes anatomiquement modernes en Europe, les figurines et les instruments de musique faisaient incontestablement partie du fonds culturel européen.

Une modernité à l'origine du succès démographique ?

Les découvertes du Jura souabe indiquent que l'homme anatomiquement moderne de l'époque aurignacienne avait développé une diversité culturelle comparable à celle des sociétés ultérieures. Les Néandertaliens qui, au Paléolithique moyen, occupaient la plus grande partie de l'Europe ne sont pas allés aussi loin. C'est pourquoi nous pensons que la présence de nos ancêtres de l'âge de pierre a poussé les Néandertaliens, peu nombreux, vers l'extinction, non seulement parce que *Homo sapiens* fabriquait des armes et des outils plus performants, mais aussi parce que le langage symbolique, attesté par les bijoux, figurines et instruments de musique qu'il employait, lui procurait nombre d'avantages. C'est la modernité culturelle qui est à l'origine du succès démographique de l'homme anatomiquement moderne pendant l'Aurignacien. ■

La percolation, un jeu de pavages aléatoires

Hugo Duminil-Copin

Dans les modèles de percolation, un réseau aléatoire est traversé d'un bout à l'autre. Ces modèles sont en lien étroit avec l'étude de la symétrie conforme, un champ très actif des mathématiques et de la physique théorique.

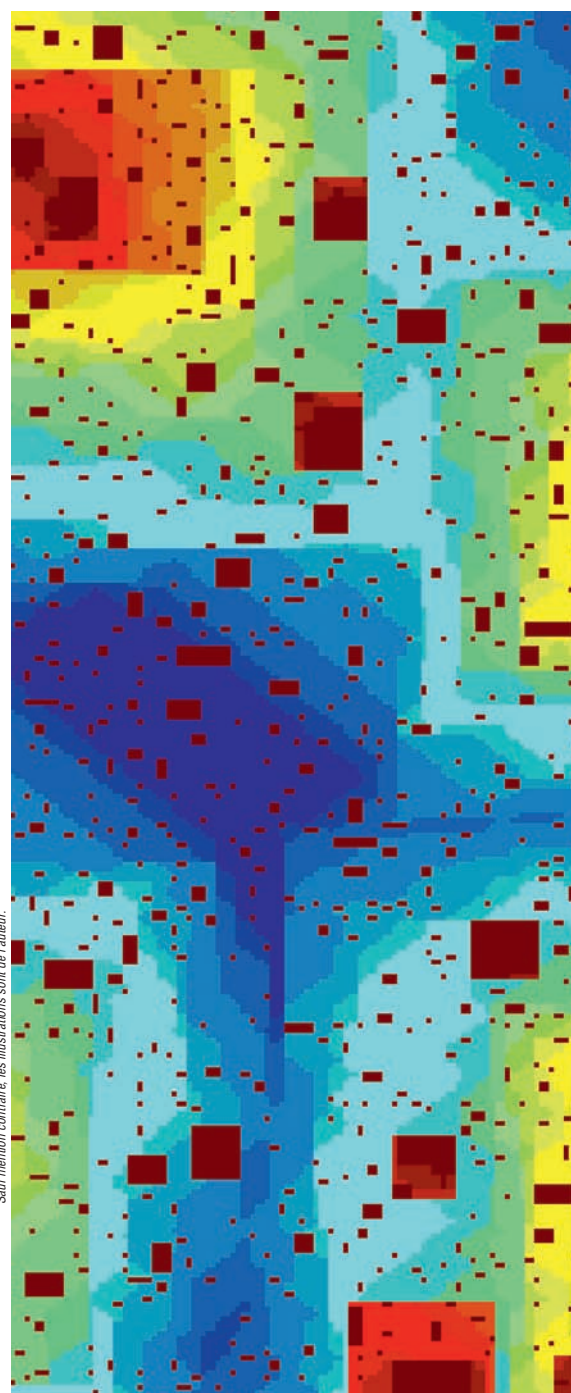
Maxime fait face à sa cuisine, songeur. Sa famille l'a chargé d'une mission de la plus haute importance : carreler la pièce avec des dalles hexagonales. Comme si cela ne suffisait pas, ses enfants se sont disputés pour le choix des couleurs, jaune ou bleu (les enfants ont parfois des goûts surprenants). Comme Maxime n'aime pas les conflits, il a décidé de choisir la couleur des dalles aléatoirement et équitablement. Chaque fois qu'il posera une dalle, il choisira sa couleur en tirant à pile ou face.

Il lance une pièce de monnaie : pile ! Le premier carreau est jaune. Il le pose dans le coin le plus éloigné de la porte. Il relance sa pièce : face ! Le carreau adjacent au précédent est bleu. Très rapidement, Maxime s'interroge sur le résultat final, non pas sur la beauté de sa future cuisine, mais plutôt sur son aspect ludique (voir la figure 2). Par exemple, lui sera-t-il possible de traverser la pièce en ne marchant que sur des hexagones bleus contigus ? Ou, s'il préfère marcher sur les lignes séparant les hexagones bleus des hexagones jaunes, combien de pas lui faudra-t-il, en partant de la porte, pour atteindre le mur opposé ?

Sous leur apparence ludique, les questions de Maxime intéressent mathématiciens et physiciens depuis plus d'un siècle. Le coloriage aléatoire d'un réseau – ici les hexagones forment un réseau en nid d'abeilles – est un modèle dit de percolation (du latin *percolare*, couler à travers). L'origine étymologique de ce modèle est la percolation d'un liquide à travers une matière poreuse, par exemple l'eau à travers du café moulu.

La véritable étude scientifique des modèles de percolation a débuté avec les travaux de l'ingénieur Simon Broadbent et du mathématicien John Hammersley,

1. LA THÉORIE DE LA PERCOLATION s'applique à l'étude de phénomènes tels que la propagation d'un feu de forêt. Dans le modèle illustré ici, dit de percolation « bootstrap », chaque case élémentaire représente un arbre. À partir d'une configuration initiale où certains arbres, pris au hasard, sont en feu, la forêt évolue selon une règle simple : un arbre intact à l'instant t prend feu à l'instant $t + 1$ si deux au moins de ses voisins immédiats sont en feu (ici, les arbres ayant brûlé en premier sont en rouge, ceux ayant brûlé en dernier sont en bleu). On peut alors s'intéresser par exemple à la probabilité que l'incendie finisse par brûler tous les arbres.



Sauf mention contraire, les illustrations sont de l'auteur.