

Les rhombes

Au cours du Solutréen, environ 19 000 ans avant notre ère en Europe occidentale et un peu plus tôt en Europe centrale, apparaît un instrument à air, à son de sillage : le rhombe. Il est connu en Australie, en Afrique noire ou chez les Indiens d'Amérique du Sud, où il est un instrument sacré et secret exprimant la voix des esprits et des ancêtres.

Un rhombe est un objet allongé et à silhouette de feuille, mince et relativement léger, percé d'un trou. Au Paléolithique, il est en bois de renne ou en ivoire de mammouth. On passe un lien dans le trou, et on imprime à l'objet un double mouvement de rotation, sur lui-même et autour de l'expérimentateur. De cette double rotation naît le vrombissement caractéristique. Une épaisseur qui dépasserait environ le quart de la largeur empêcherait la rotation de l'objet autour de son axe longitudinal.

Le mouvement de giration autour de l'homme ne peut être uniforme, en raison du moment d'inertie du bras lors du geste : l'accélération est plus forte quand le rhombe est à gauche, puis derrière l'opérateur si celui-ci est droitier. Cela



1 M. Dauvois

se traduit, à chaque tour, par une montée en fréquence suivie d'une descente correspondant à la décélération. Les grands rhombes ont une voix plus grave que les petits ; si la vitesse de rotation augmente, la fréquence croît.

Une des pièces les plus significatives est le rhombe d'environ 10 000 ans avant notre ère, de la grotte de la Roche, à Lalinde, en Dordogne (voir la figure). Trop fragile pour être utilisée, la pièce originale a été reproduite en bois de renne par l'un d'entre nous (M. Dauvois), y compris la décoration géométrique gravée et l'ocrage. Expérimenté en plein air et en grotte, ce rhombe donne un son de sillage dont l'analyse en fréquence, en amplitude et en temps est proche de celle des sons produits par les instruments étudiés par les ethnologues.

La fréquence fondamentale du son évolue de 35 à 205 hertz lors d'un tour complet, tandis que le bruit de sillage est compris entre 1 600 et 25 000 hertz. En outre, chaque rotation du rhombe sur lui-même s'accompagne d'un bref claquement sur tout le spectre.

Le gisement de la grotte d'Isturitz, dans les Pyrénées-Atlantiques, a fourni la plus grande concentration connue de flûtes, dans une succession de couches stratigraphiques s'étendant de l'Aurignacien ancien au Magdalénien, soit environ de 35 000 à 10 000 avant notre ère. Les seules couches du Périgordien (de 27 000 à 20 000 ans avant notre ère) en ont livré plus des deux tiers. Avec des pièces de ce gisement, conservées au Musée des Antiquités nationales, Dominique Buisson a remonté une flûte droite presque complète.

Nous nous sommes intéressés à la facture de cet instrument. D'abord, l'élargissement tronconique de l'extrémité proche de l'articulation avec l'humérus forme une sorte de pavillon qui participe au rayonnement acoustique du son à la sortie de l'instrument ; l'embouchure se situe de l'autre côté, dans la partie la plus circulaire de l'os. Par ailleurs, le cubitus n'a pas été utilisé sur toute sa longueur. Quels critères ont guidé le choix de la position de l'embouchure et de celles des trous ? L'instrument original étant trop fragile pour être joué, nous avons procédé à une simulation numérique, en calculant la propagation du son, les pertes acoustiques internes, le rayonnement à partir des trous et de l'embouchure, et la couverture de cette dernière par les lèvres de l'instrumentiste, estimée expérimentalement avec un instrument de dimensions voisines.

Lorsque l'on souffle dans une flûte, la fréquence de la note produite est la fréquence fondamentale de résonance de la colonne d'air contenue dans le tube, ouvert aux deux extrémités. En soufflant plus fort, ou en embouchant différemment l'instrument, on peut émettre une note à une fréquence voisine du double de la fréquence fondamentale : on joue l'instrument sur son second régime, environ une octave au-dessus du premier. Dans le cas présent, un troisième régime ne peut être atteint qu'occasionnellement. Quand on perce un trou dont le diamètre est du même ordre que la section du tube, tout se passe comme si l'on coupait la flûte à l'endroit du trou. Ainsi, en débouchant successivement les trous, on obtient des notes de plus en plus aiguës (correspondant aux fréquences de résonance d'un tube de plus en plus court).

acoustiques de la phalange ; ainsi, à une fréquence légèrement inférieure à celle du premier mode longitudinal apparaît une antirésonance de la phalange sifflante : aucun son n'est émis à cette fréquence. En raison des dimensions des phalanges de renne, les sons fondamentaux émis se situent toujours entre 1 800 et 3 600 hertz, dans la bande de plus grande sensibilité de l'oreille (les secondes phalanges, environ un tiers plus courtes que les premières, émettent les sons les plus aigus).

Quelles sont les possibilités de cet instrument ? Les sons très élevés qu'il produit émergent violemment sur l'ensemble des sons naturels et humains. Ils peuvent constituer des signaux de communication lors de chasses en groupe. William Pruitt, de l'Université de Manitoba, a par ailleurs observé l'étrange réaction de hardes de rennes au signal sonore émis avec une phalange moderne ou avec une phalange indienne du début

du siècle, au bord d'un lac en forêt finlandaise. À la curiosité a succédé un comportement de confiance : les rennes se sont couchés sur la neige ou sur la glace à la suite de coups de sifflet prolongés et espacés les uns des autres de plusieurs minutes.

Les flûtes en os

Après avoir utilisé les propriétés des phalanges sifflantes, les hommes préhistoriques ont fabriqué des flûtes. Les premières furent peut-être des tubes de roseau ou d'autres végétaux, mais seules les flûtes en os ont été conservées dans les sites archéologiques. L'os le plus rectiligne, le plus régulièrement creux, de section quasi circulaire, est le cubitus des grands rapaces diurnes adultes, du vautour en particulier. En Europe occidentale, Cro-Magnon a donc le plus souvent choisi cet os pour ses flûtes, le sectionnant et y perceant des trous, et ce dès le début du Paléolithique supérieur (il y a environ 35 000 ans).

La simulation numérique révèle que la hauteur du son obtenu lorsque tous les trous de l'instrument ont été débouchés est proche de celle obtenue tous trous bouchés lorsque l'on joue sur le second régime (donc environ une octave au-dessus de la note la plus grave). Ainsi, du point de vue des hauteurs, le second régime prend directement la suite du premier, comme pour les instruments modernes (voir la figure 2).

Une seconde simulation, effectuée en prenant en compte la totalité du cubitus *a priori* utilisable, prouve que, dans ce cas, les tessitures des deux régimes ne se rejoignent plus. Le facteur de cette flûte a donc délibérément coupé l'os pour obtenir la continuité mélodique de l'instrument. Pourquoi l'aurait-il fait, sinon pour faciliter le jeu de mélodies ? La facture des flûtes est déjà bien maîtrisée dans cette région pyrénéenne durant le Paléolithique supérieur : les flûtes droites ont peu changé depuis.

Une autre flûte d'Isturitz, à laquelle manque l'embouchure, présente aussi quatre trous. La distance entre le premier trou et la sorte de pavillon correspondant à l'élargissement naturel plus ou moins tronconique de la partie proximale du cubitus est plus grande que sur l'exemplaire quasi complet. La partie tubulaire utilisable entre le dernier trou et l'extrémité du côté de l'embouchure était *a priori* d'une dizaine de centimètres de long. La simulation numérique nous révèle que, pour que les deux régimes s'enchaînent parfaitement, l'os a été probablement tronqué à 6,2 centimètres du centre du dernier trou.

À Isturitz, Cro-Magnon a ajusté la longueur de ses flûtes et la position des trous. Il a aussi adapté la perce des trous aux irrégularités internes du tube osseux. Sur la flûte la plus complète, les trous sont plus ou moins ovales : ils ont été obtenus par un raclage à l'outil de silex, qui engendre des bords aigus. La cuvette qui en résulte permet à l'instrumentiste de varier l'obturation des trous en glissant les doigts, et donc de moduler les fréquences produites.

D'autres fragments de flûtes présentent des trous plus petits et dont l'espacement est très différent de ce que montre l'exemplaire le plus complet. Ces trous, régularisés par rotation d'un outil en pierre, sont de courtes cheminées coniques ou à section arrondie. À partir du Périgordien, certains fragments présentent des trous arrière parfois très éloignés des autres : s'agit-il de trous de registre, dont l'ouverture favorise l'émission du registre supérieur ? Cette variété indique une facture très diversifiée. On trouve enfin, par exemple dans le Magdalénien du Roc de Marcamps, en Gironde, des tubes osseux très courts et munis d'une fenêtre et d'une embouchure rappelant celle des flûtes à bec : ce seraient des embouchures adaptables à un instrument végétal ou, pour certains, plus courts, de simples sifflets.

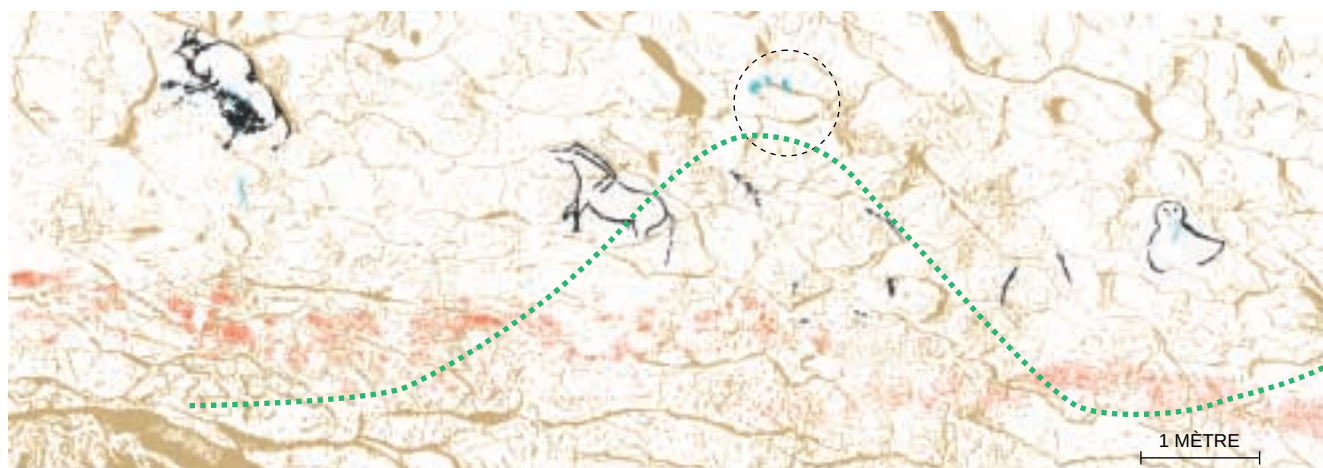
Le son dans les grottes

Nos ancêtres du Paléolithique ont laissé de nombreuses traces de leur passage dans des grottes, lieux naturellement résonnants et qui abritent

des structures de calcite sonores à la percussion. La coïncidence de résonances, caractérisées par nos mesures, avec des marques préhistoriques témoignent qu'ils ont aussi remarqué et utilisé l'acoustique particulière de ces lieux : ils ont en quelque sorte usé des grottes comme d'instruments sonores.

En grotte, où le bruit de fond est extrêmement faible, on perçoit aisément le moindre son. À partir d'emplacements particuliers, la voix chantée ou la simple parole engendrent des phénomènes de résonance, font « sonner la galerie ». Afin de caractériser objectivement ces phénomènes acoustiques, nous avons mesuré systématiquement les réponses aux émissions d'une source sonore de spectre uniforme entre 50 et 300 hertz, couvrant les fréquences fondamentales de la voix masculine et le domaine de résonance des galeries.

La mesure du son reçu au point d'émission caractérise en partie ce qu'un locuteur ou un chanteur entend de sa propre voix. Nous avons aussi cartographié le transfert acoustique entre deux points, en séparant l'émetteur du récepteur. Ce faisant, nous avons placé le haut-parleur et le microphone en tenant compte de la position imposée à l'homme par la morphologie du lieu : ici debout, là baissé, ailleurs accroupi. Nos mesures n'ont bien entendu de sens que si le volume de la galerie est resté inchangé depuis sa fréquentation par Cro-Magnon et si elles sont référencées rigoureusement au plan de la grotte. Ces études paléoa-



3. LA PAROI NORD DE LA GALERIE JEANNEL, dans la grotte du Portel, en Ariège, est ornée de plusieurs dessins noirs et de traits gravés (en bleu). Un maximum de résonance à 95 hertz (courbe verte) correspond au centre de la zone décorée, juste devant une excroissance rocheuse qui forme une tête de félin naturelle (dans le cercle

en pointillés) et qui est rehaussée de pseudo-griffures gravées. En face, sur la paroi Sud, ce maximum de résonance coïncide avec le centre d'un balcon ocre dominant d'un mètre le panneau décoré. Les traces rouges sur le bas de la paroi ont probablement été laissées par le frottement d'individus adossés enduits d'ocre.