

Art et culture préhistorique

Il y a 14 000 ans, les populations des Pyrénées et du Nord de l'Espagne formaient un ensemble culturel homogène.

Qu'est-ce que la culture ? Les préhistoriens distinguent les populations, dans l'espace et dans le temps, d'abord sur la base des techniques qu'elles utilisaient pour tailler le silex : les outils en pierre sont les restes les mieux conservés. Les ensembles techniques ainsi définis étaient toutefois subdivisés en groupes culturels régionaux : aujourd'hui encore, des cultures très différentes utilisent les mêmes outils, tels les automobiles ou les ordinateurs. Les Magdaléniens, qui vivaient il y a 17 000 à 11 000 ans, ont fabriqué de nombreux objets d'art, qui permettent de préciser les contours de territoires culturels. Des fouilles récentes, en France et en Espagne, révèlent une unité artistique sur le versant Nord des Pyrénées et la côte Cantabrique, au Nord de l'Espagne. L'univers symbolique des populations de cette région était différent de celui de leurs voisins.

Il y a 14 500 ans, le climat de l'Europe se réchauffe. Le glacier qui recouvrait les Pyrénées fond. De nombreuses vallées deviennent accessibles. Des groupes humains investissent ce territoire, qui présente plusieurs attraits. Les nombreuses grottes qui s'ouvrent sur les versants sont des habitats accueillants. Elles sont en outre souvent prolongées par de longs réseaux de galeries souterraines, que les hommes utilisent comme sanctuaires. Le milieu naturel, en moyenne montagne, est riche : les chasseurs collecteurs exploitent autant les ressources en gibier de la vallée (rennes, chevaux, bisons et aurochs) que celles de la montagne (bouquetins et oiseaux).

Ces Magdaléniens taillent le silex comme ceux qui vivent dans le Sud-Ouest de la France, dans le Bassin parisien, en Allemagne et dans le Nord de l'Europe centrale. Ils sont aussi des artistes confirmés, qui maîtrisent toutes les techniques, de gravure, de dessin, de sculpture et de peinture, sur divers matériaux : 80 pour cent des objets d'art préhistoriques qui nous sont parvenus datent du Magdalénien.

Des objets *a priori* utilitaires, telles les armes de chasse, sont décorés, même lorsque leur usage est éphémère : des pointes de sagaies en bois de renne, facilement cassées pendant la chasse, sont gravées de volutes caractéristiques. Le propulseur, l'arme de chasse par excellence des Magdaléniens, qui permettait de lancer les sagaies avec force et précision, est aussi utilisé par les artistes. De nombreux propulseurs ont été sculptés de motifs animaliers. On retrouve le même thème sur plusieurs objets : un faon de cervidé dont la tête est tournée vers l'arrière. En outre, deux propulseurs quasi identiques décorés d'un bouquetin ont été découverts à plus de 600 kilomètres de distance, en Ariège et dans les Asturies. Qui a voyagé : l'artiste, l'objet ou l'idée ?

Le faon à la tête retournée sculpté sur ce propulseur en bois de renne, découvert à Bèdeilhac, en Ariège, est un thème spécifique aux Pyrénées françaises. On le retrouve sur plusieurs objets analogues.



DES OBJETS DE CULTE

Certains propulseurs décorés n'ont jamais servi à lancer des sagaies : ces objets avaient plutôt un usage culturel ou magique. Celui découvert au Mas d'Azil, en Ariège, avait été déposé dans un endroit écarté de la grotte ; un autre découvert à Bèdeilhac, aussi en Ariège, était recouvert d'un badigeon d'ocre et les yeux du faon sont incrustés de pierres. Le crochet ne porte pas les traces qu'aurait laissées une utilisation normale pendant la chasse.

Des éléments de parure marquent une identité régionale. Le plus caractéristique est un contour de tête de cheval, découpé dans la partie triangulaire de

l'os hyoïde du cheval (l'os du larynx) : plusieurs dizaines d'objets semblables ont été retrouvés dans différents sites. La production de rondelles perforées, découpées dans des omoplates d'animaux, est aussi abondante.

D'autres objets, tels le bâton percé (ou bâton de commandement), un manche aménagé sur la perche principale d'un bois de renne, avec une perforation à la jonction de la perche et de l'andouiller, sont communs à tous les Magdaléniens. Les groupes pyrénéens ont toutefois inventé des décors sculptés spécifiques. Enfin, plus de 1 000 plaquettes de schiste, gravées de figures animales et humaines, et de signes non figuratifs, ont été découvertes, à Enlène, en Ariège, mais aussi récemment en Espagne, dans des habitats et dans des sanctuaires.

Il y a 13 000 ans, le climat se réchauffe encore : les vallées se reboisent, et le cerf remplace progressivement le renne. De nouveaux bâtons sont façonnés en bois de cerf : leur extrémité est, sans ambiguïté, en forme de phallus. Ils sont en outre gravés : des cerfs très détaillés côtoient des animaux stylisés et des signes non figuratifs.

Les sites où ces objets et ces thèmes apparaissent sont répartis sur près de 700 kilomètres de long, dans des environnements divers. Dans les Cantabres, contrairement aux Pyrénées, les habitats sont proches de la mer, à une altitude de 100 à 200 mètres ; les hommes y exploitent à la fois le littoral et la montagne, et ils chassent plutôt le cerf et le bouquetin que le renne. Malgré cette diversité, les populations partageaient des thèmes artis-

tiques et des choix esthétiques : ceux-ci ne dépendent pas directement de l'environnement ni des conditions de vie. Ils témoignent de relations entre les groupes humains et de l'existence d'une tradition culturelle, plus riche que ne le laisse supposer la simple observation des modes de subsistance.

L'art préhistorique des Pyrénées, exposition au Musée des antiquités nationales de Saint-Germain-en-Laye, du 2 avril au 8 juillet 1996.

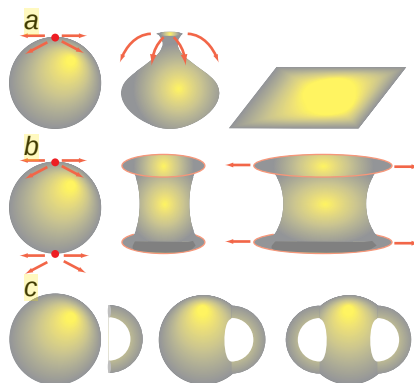
Surfaces minimales

L'ordinateur aide à les représenter et à prouver leur existence.

Lorsque l'on plonge des contours métalliques dans une solution savonneuse, des surfaces aux belles irisations apparaissent. Ces surfaces, définies et contraintes par leur contour, sont baptisées minimales car toute déformation locale augmente leur aire. En repoussant à l'infini certains de leurs contours, les mathématiciens envisagent des surfaces infinies. Grâce à des outils informatiques, Éric Boix, à l'École Polytechnique, et Meinhard Wohlgemuth, à l'Université d'Amherst (États-Unis), ont ajouté à la collection deux nouvelles surfaces minimales.

La recherche de surfaces minimales passe par une classification topologique. On classe toutes les surfaces en déformant une sphère à laquelle on ajoute des anses (le genre de la surface est égal au nombre des anses, la sphère étant de genre 0) et on ôte des points (le nombre de bouts).

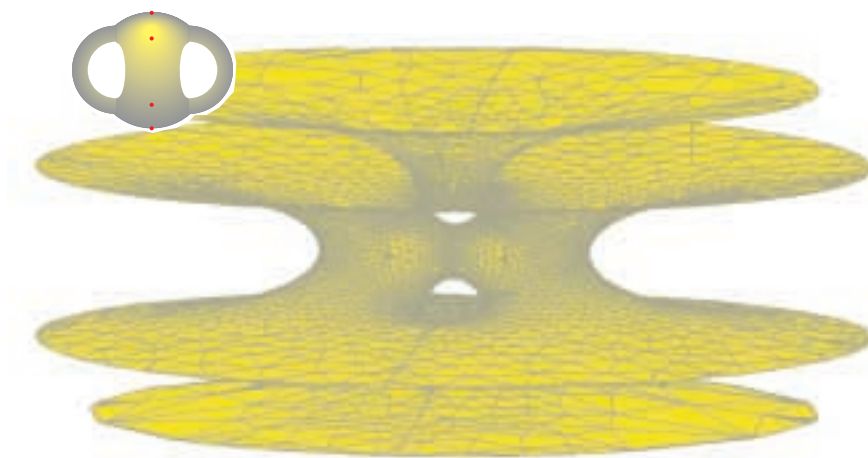
Ainsi le plan est l'équivalent topologique d'une sphère à laquelle on a enlevé un point. La caténoïde est la surface minimale qui s'appuie sur un contour constitué par deux cercles. En augmentant la taille des cercles à l'infini, on obtient la seule surface minimale topologiquement équivalente à une sphère privée de deux points.



Classification topologique des surfaces. Une sphère trouée est équivalente à un plan (a), une sphère percée de deux trous donne une caténoïde (b) dont les contours vont à l'infini, et le genre d'une surface est défini par le nombre d'anses ajoutées à une sphère (c) de genre 0.

Existe-t-il des surfaces minimales pour un genre et un nombre de bouts donnés? Parmi toutes les surfaces minimales, les mathématiciens se restreignent à celles qui ne se recoupent pas. Si pour certaines classes topologiques, le problème est résolu (sphères privées d'un ou deux bouts), le problème reste ouvert pour des sphères à plus grand nombre de bouts.

La vérification mathématique formelle du non-recoupement n'est possible que pour des surfaces simples. Pour des surfaces de genre élevé et avec quatre bouts, on doit conjecturer cette propriété de non-recoupement en calculant et en dessinant la surface avec l'outil graphique. En construisant les surfaces par triangulation, M. Wohlgemuth et E. Boix ont représenté deux nouvelles surfaces minimales à quatre bouts sans recoupement. À l'aide de ces visualisations, M. Wohlgemuth a alors démontré mathématiquement qu'elles ne se recoupent pas. □



Visualisation d'une des deux nouvelles surfaces minimales à quatre bouts. Elle est de genre deux (elle a deux anses) et possède quatre branches infinies, correspondant aux quatre points que l'on a ôté de la sphère de base.



CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

CNRSFormation

au service de l'Entreprise

Méthodes d'optimisation : de la programmation linéaire aux algorithmes génétiques

Responsable scientifique :
Marc SCHÖENAUER,
Chargé de Recherche
GIF sur Yvette (91)
du 3 au 7 juin 1996

Sur une nouvelle approche pour l'analyse inélastique des structures

Responsable scientifique :
Joseph ZARKA
Directeur de Recherche
GIF sur Yvette (91)
du 10 au 14 juin 1996

Analyse des données quantitatives multidimensionnelles

Responsable scientifique :
Abdelkader ZIGHED
Professeur
VILLEURBANNE (69)
du 17 au 21 juin 1996

Conception optimisée intelligente des matériaux et des structures

Responsable scientifique :
Joseph ZARKA
Directeur de Recherche
GIF sur Yvette (91)
du 17 au 21 juin 1996

Catalogue, programmes
et inscriptions :

CNRSFormation

1 place Aristide Briand
92195 Meudon cedex

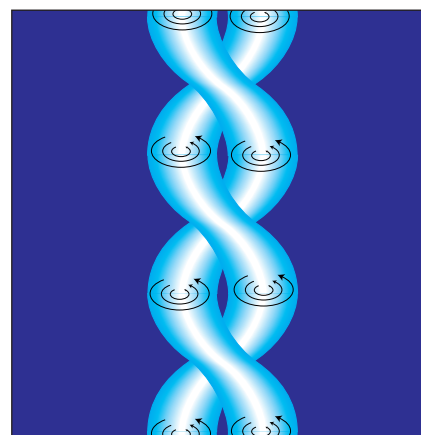
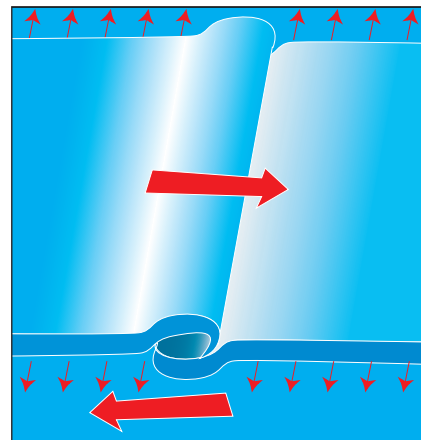
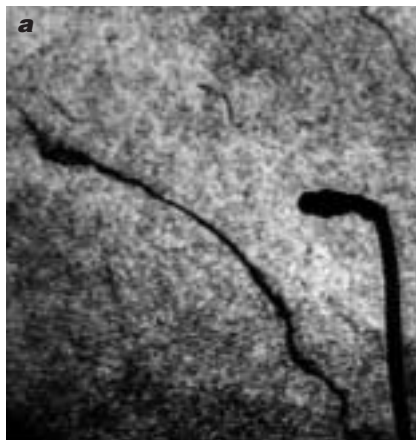
Tél. : (33.1) 45 07 56 72
Fax : (33.1) 45 07 56 84

Les tornades de la turbulence

Les physiciens isolent les structures de basse pression d'un écoulement turbulent.

La turbulence? Un des mystères lancinants de la physique contemporaine : il faut les ordinateurs les plus puissants pour calculer finement l'écoulement de fluide dans des canalisations simples, alors que les principes de base, les équations de la mécanique des fluides, sont établis depuis plus d'un siècle. À l'École normale supérieure, Olivier Cadot, Stéphane Douady et Yves Couder utilisent de petites bulles pour explorer les écoulements fortement tur-

bulents. Le physicien russe Andrei Kolmogorov est l'auteur d'une théorie statistique de la turbulence où il prévoyait que l'énergie injectée dans un écoulement nourrissait des structures (des tourbillons, par exemple) de plus en plus petites, jusqu'à ce que la viscosité dissipe les petites structures formées. Cette théorie prévoit remarquablement la répartition de l'énergie observée entre les différentes échelles du mouvement ; elle forme le cœur de la théorie actuelle de



Deux photographies d'un écoulement turbulent (à gauche). En raison de l'éclairage arrière, les bulles apparaissent en noir sur un fond clair. Le plus intense des filaments de bulles est observé lorsqu'il se forme (a) et lors de sa déstabilisation en triple hélice, moins d'un dixième de seconde après (b). On note la présence d'autres filaments moins longs et moins intenses. On voit à droite des photographies le capteur de pression, relié par un connecteur dont le diamètre est égal à trois millimètres. À droite, on a représenté la formation (en haut) et la destruction (en bas) des filaments.