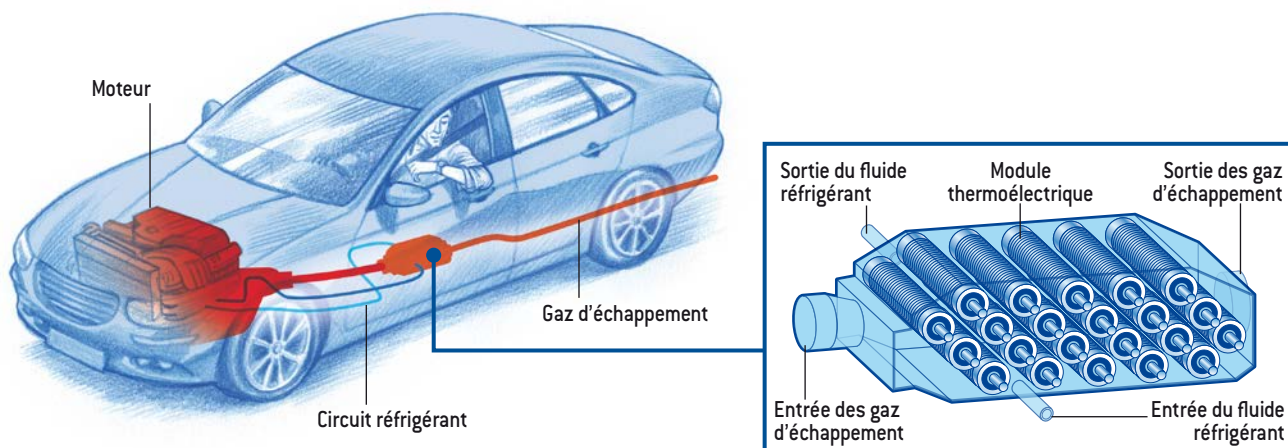




CERTAINS CONSTRUCTEURS AUTOMOBILES cherchent à récupérer la chaleur des gaz d'échappement pour générer de la puissance électrique. L'un des dispositifs proposés fait appel à des modules thermoélectriques cylindriques, dont la paroi extérieure est au contact des gaz chauds, tandis que l'axe central du cylindre est parcouru par un fluide réfrigérant.

puissent fonctionner sont équipées de tels générateurs thermoélectriques. Il s'agit de générateurs à radio-isotopes, où la source chaude est constituée par une pastille radioactive, tandis que la source froide est un radiateur rayonnant vers l'espace.

Récupérer la chaleur inutilement perdue

Le calcul montre qu'avec un facteur de mérite égal à 1, valeur typique de nos jours, et avec une différence de température entre les sources de l'ordre de 300 °C (respectivement 25 °C), on peut obtenir de l'ordre de 8 % (respectivement 1 %) du rendement théorique attendu pour un moteur, le rendement de Carnot, très loin des efficacités des moteurs classiques. Cela demeure modeste, mais les applications ne manquent pas.

Par exemple, pourquoi ne pas récupérer la chaleur du corps que nous dissipons à travers notre peau en pure perte dans l'air environnant ? Bien avant la lampe de poche d'Ann Makosinski, on a ainsi vu apparaître en 1982 une montre thermoélectrique, le modèle Thermatron de chez Bulova. D'autres montres thermoélectriques ont suivi au tournant des années 2000. Le modèle de chez Citizen avait sa pile alimentée par un ensemble de plus de 1 000 couples, délivrant une puissance de 14 microwatts et une tension de

500 millivolts par degré Celsius d'écart de température. Les projets fleurissent toujours, sans aboutir à la commercialisation, tels que le bracelet thermoélectrique de Dyson (2009) pour alimenter téléphones ou tablettes. La limitation réside dans le faible écart de températures : 25 °C d'écart à 10 °C, c'est un rendement de Carnot de 8 %, donc une efficacité de conversion inférieure à 0,1 % !

Une piste prometteuse concerne les automobiles (voir la figure ci-dessus). Près des deux tiers de la puissance d'une voiture à essence sont *in fine* dissipés sous forme de chaleur, dont un petit tiers dans le système d'échappement. Ainsi, une voiture qui en une heure consomme 7 litres de carburant évacue près de 20 kilowatts dans ses gaz d'échappement.

Or la température de ces gaz peut atteindre 700 °C. S'ils passent par des modules thermoélectriques dont la partie froide est maintenue à 100 °C par un fluide réfrigérant (l'air ambiant ne suffirait pas), on obtient un écart de températures de 600 °C et un très bon rendement de Carnot : 62 %. Même avec des modules peu coûteux, il est ainsi possible de générer quelque 200 watts de puissance électrique. Le recyclage de celle-ci pourrait alors faire baisser un peu la consommation d'essence. Plusieurs constructeurs ou sous-traitants, tels que BMW ou Valeo, poursuivent des recherches en ce sens. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

B. Orr *et al.*, A review of car waste heat recovery systems utilising thermoelectric generators and heat pipes, *Applied Thermal Engineering*, vol. 101, pp. 490-495, 2016.

S. Hébert, La recherche de nouveaux matériaux thermoélectriques, *Reflets de la Physique*, n° 41, pp. 18-22, octobre 2014.

J.-P. Barrat, Effet Volta, effet Peltier, *Bulletin de l'Union des physiciens*, n° 705, pp. 779-785, juin 1988.



Retrouvez la rubrique
Idées de physique sur
www.pourlascience.fr

QUESTION AUX EXPERTS

L'art préhistorique a-t-il existé ?

Bien que la valeur artistique des œuvres de la Préhistoire nous soit évidente, leurs créateurs étaient plutôt des artisans que des artistes au sens moderne du terme.

Romain PIGEAUD

Les témoignages les plus spectaculaires de l'activité artistique des hommes préhistoriques sont des dessins, des peintures ou des sculptures. Nous connaissons aussi quelques sifflets, flûtes, rhombes et tambours, mais nous n'avons aucune image, sinon difficile à interpréter, prouvant que nos ancêtres dansaient. Quant à l'architecture, les assemblages de concrétions de la grotte de Bruniquel, dans le Tarn-et-Garonne, démontrent à l'évidence que les Néandertaliens savaient organiser l'espace.

Toutefois, s'agissant d'art préhistorique, l'anachronisme menace. L'idée d'un créateur à la très forte personnalité, que sous-tend le cliché de l'artiste en Occident depuis la fin de la Renaissance, est aberrante dans ce contexte. Comme celui de la Renaissance, l'artiste préhistorique ne se distingue guère de l'artisan qui travaille anonymement pour sa communauté. Le tailleur d'outils en silex, par exemple, était un professionnel sans reconnaissance officielle.

On peut se demander comment l'art a débuté. Un débat court depuis la fin du XIX^e siècle pour déterminer si la sculpture – un travail dans l'espace, comme la taille – a précédé la peinture ou si c'est l'inverse. Après plus d'un siècle de discussions, le consensus actuel est que les deux formes sont apparues en même temps. Le fait, par exemple, que les dessins de la grotte Chauvet et les statues d'ivoire du Jura souabe datent tous d'environ 36 000 ans semble le corroborer.

Le dessin apparaît comme un processus mental si abstrait et complexe que l'on a eu du mal à admettre son ancienneté. Il faut cependant accepter que les humains dessinent des formes géométriques depuis très longtemps, comme l'illustre un zigzag gravé il y a 500 000 ans sur un coquillage par *Homo erectus*. Du reste, même les chimpanzés savent tracer des motifs identiques pour peu qu'on leur fournisse papier et pinceaux.

L'art, cet instinct animal...

En fait, il semble que la créativité, en tout cas la recherche de formes nouvelles, soit une activité assez partagée dans le monde animal. Ce « phénomène Eurêka » [recherche et plaisir de la découverte] conférerait un avantage évolutif certain, car en activant certaines zones du cerveau, il entretiendrait une certaine souplesse mentale. Son cerveau plus plastique rendrait l'animal davantage capable de s'adapter en cas de changement.

Ainsi, l'art s'enracinerait dans le monde animal. Dès lors, le débat s'est reporté sur l'apparition de l'art figuratif, plus noble sans doute, et ainsi plus à même de nous convaincre de la supériorité du genre humain. D'où la question : quand les premières reproductions d'animaux et d'hommes sont-elles apparues ? Certains préhistoriens pensent que seul *Homo sapiens* a su en réaliser. Le développement de cette compétence, il y a



La statuette de la Dame de Brassempouy, qui date de 21 000 ans.

Domaine public

quelque 50 000 ans, serait la conséquence d'un accroissement de la zone préfrontale du cerveau... C'est possible, mais l'anatomie cérébrale semble avoir peu changé depuis l'émergence d'*Homo sapiens* il y a environ 200 000 ans, sans parler du fait que le cortex préfrontal n'est pas la seule zone cérébrale sollicitée dans les processus créatifs.

D'après d'autres chercheurs, une phase présymbolique de plusieurs millénaires a précédé l'apparition du comportement symbolique chez l'homme moderne. Mais là encore, l'accent est mis sur *H. sapiens*. Et si l'homme de Néandertal avait aussi pratiqué l'art figuratif ?

Quant à la question « Pourquoi l'art figuratif ? », elle suscite aussi plusieurs théories. Certaines sont fonctionnalistes : l'art aurait servi à envoûter le gibier ou à communiquer avec les esprits. D'autres sont plutôt symboliques : les artistes auraient reproduit les mythes et les histoires de leur groupe, pour les faire revivre le temps d'une cérémonie ou pour en fixer le souvenir. Par exemple, le préhistorien français Norbert Aujoulat, décédé en 2011, pensait que dans la grotte de Lascaux, les Magdaléniens avaient reproduit le cycle des saisons. Pour se situer dans le monde naturel ? Interpréter l'art du passé est manifestement tout un art ! ■

Romain PIGEAUD est chercheur associé au Centre de recherche en archéologie, archéosciences, histoire (CReAAH, unité mixte de recherche 6566), à Rennes.