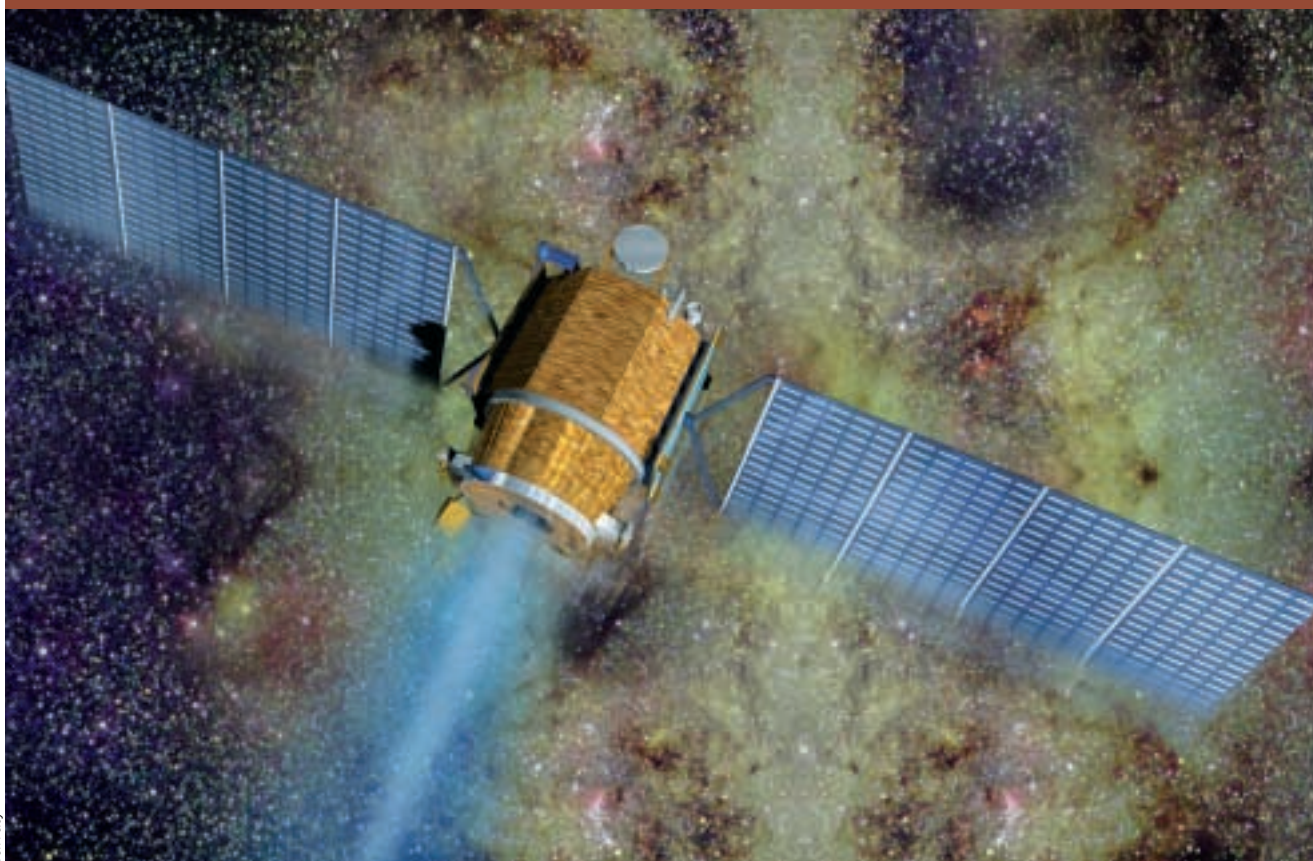




Don Foley

6. LE MOTEUR IONIQUE vole déjà sur la sonde *Deep Space 1*, lancée en octobre 1998 (cette sonde doit approcher une comète). Des panneaux solaires produisent de l'électricité qui accélère

des atomes chargés de xénon. Le moteur fonctionne des semaines durant, d'où des vitesses finales élevées, malgré des poussées extrêmement faibles (l'équivalent du souffle humain).

engins ne seraient pas alourdis par le carburant ni par le comburant. Les véhicules propulsés par des faisceaux d'onde électromagnétique pourraient être alimentés par un réseau de stations orbitales fonctionnant à l'énergie solaire.

Du plus compliqué au plus simple : des équipes ont envisagé de propulser les engins spatiaux à l'aide de câbles. Pour rester en orbite, des objets plus éloignés du centre de la Terre doivent conserver une vitesse horizontale légèrement inférieure à celle d'objets plus proches. Ainsi, lorsque des objets se trouvant à différentes altitudes sont reliés par un câble de quelques centaines de mètres de long, d'importantes forces maintiennent le câble tendu.

D'autres principes physiques, notamment la conservation du moment cinétique, peuvent alors s'exercer sur les objets captifs, de sorte qu'un câble peut être utilisé comme un lance-pierres géant pour transférer efficacement de l'énergie entre des charges utiles et modifier ainsi rapidement l'orbite des

satellites. En utilisant des câbles conducteurs, on peut même engendrer ainsi de l'électricité ou contribuer à élever des objets (voir l'encadré de la page 42). On envisage même de relier la Terre à un satellite en orbite géostationnaire par un câble attaché en un point de l'équateur. Des systèmes élévateurs pourraient alors monter le long du câble pour atteindre n'importe quelle altitude de jusqu'à 36 000 kilomètres, en dépensant très peu d'énergie.

Aujourd'hui, aucun matériau connu ne résisterait aux tensions qui s'exerceraient sur un tel câble, mais des fullerènes tubulaires, c'est-à-dire des molécules composées d'atomes de carbone assemblés en tubes de seulement quelques nanomètres de diamètre, pourraient constituer des câbles 600 fois plus résistants que les câbles métalliques actuels.

Enfin, certains étudient le voyage vers d'autres étoiles. L'approche la plus prometteuse semble être les voiles solaires (voir l'encadré de la page 46), mais des équipes envisagent aussi des réac-

teurs à fusion nucléaire (voir l'encadré de la page 50).

Dans la même veine futuriste, les idées sont nombreuses : la téléportation quantique, l'utilisation des trous de ver dans l'espace-temps, la suppression du moment cinétique... La mise en œuvre de ces idées nécessiterait toutefois une conception entièrement nouvelle de la physique, mais qui oserait dire qu'elles sont impraticables?

Geoffroey LANDIS, *Small Laser-propelled Interstellar Probe*, in *Journal of the British Interplanetary Society*, vol. 50, n° 4, pp. 149-150, 1997.

Tethers in Space Handbook, sous la direction de M.L. Cosmo et E.C. Lorenzini, Smithsonian Astrophysical Observatory, décembre 1997.

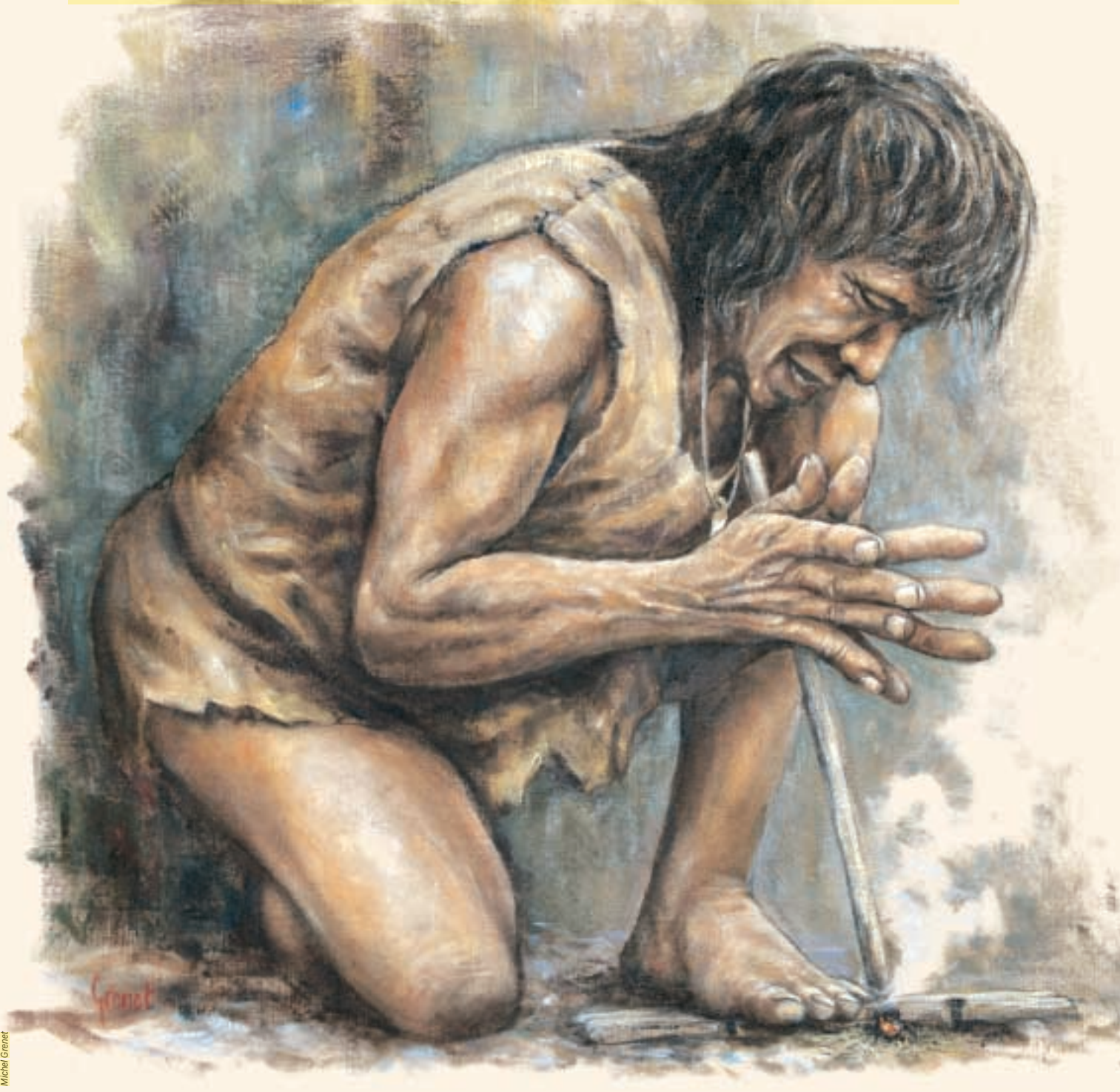
S.N.B. MURTHY et E.T. CURAN, *Scramjet Propulsion*, AIAA Education Series, 1999.

Des renseignements complémentaires sont disponibles sur notre site Internet : www.pourlascience.com

Le feu domestiqué

JACQUES COLLINA-GIRARD

Des expérimentations montrent que, contrairement aux idées reçues, deux silex ne peuvent allumer un feu, mais que la friction de deux bois de même dureté convient



Selon la mythologie grecque, le titan Prométhée a dérobé le feu aux dieux pour le donner aux hommes. Pour ce forfait, il a été enchaîné sur une montagne du Caucase et, chaque jour, un aigle venait lui dévorer le foie. Une autre légende indique qu'Hermès, après avoir enlevé le troupeau de vaches d'Apollon, a été le premier à allumer un feu en frottant deux morceaux de bois, l'un de laurier, l'autre de grenadier. Ces deux mythes, associant vol et feu, illustrent l'importance et le caractère sacré du feu dans l'imaginaire. La production du feu a exercé une fascination irrationnelle et générale, probablement dès les premiers temps de l'humanité. Sans doute est-ce là une voie de recherche psychologique pour comprendre de l'intérieur la maîtrise du feu et sa production, comme l'ont déjà esquissé Sigmund Freud, puis Gaston Bachelard. Ici, cependant, en examinant le passé au regard des techniques récentes, nous nous contenterons de traverser les champs de la préhistoire, de l'histoire, de l'histoire des techniques et de l'ethnographie pour dresser un bilan de nos connaissances sur l'obtention du feu. Comment et quand l'homme a-t-il domestiqué le feu ? Quand et comment l'a-t-il produit lui-même ?

Les plus anciens foyers

La plupart des préhistoriens, s'appuyant sur les foyers bien attestés de quelques sites bien datés, pensent que le feu est utilisé depuis 400 000 ou 500 000 ans. En Europe, la grotte de l'Escale, dans la vallée de la Durance, recelait, parmi une faune archaïque et quelques éclats, des traces de cendre datant de 600 000 ans. À ce jour, ces vestiges témoignent des plus anciens feux européens. Par ailleurs, les silex brûlés trouvés sur le site de Terra Amata, près de Nice, ont été datés de 380 000 ans, et dans l'Hérault, la grotte de Lunel-Viel, occupée

il y a 450 000 ans, a livré d'indiscutables traces de foyers aménagés. De plus, Jean-Laurent Monnier et Ramiro Javier March, de l'Université de Rennes, ont récemment mis au jour plusieurs foyers dont l'âge est échelonné entre 450 000 et 380 000 ans dans la grotte de Menez-Drégan en Bretagne (voir le dossier de *Pour la Science*, les origines de l'humanité, janvier 1999). En revanche, la grotte de Tautavel, dans les Pyrénées-Orientales, occupée il y a 400 000 ans, n'a livré aucun témoignage de feu.

La plupart des sites attribuables en Europe à un *Homo erectus* évolué prouvent une maîtrise du feu. Les archéologues y observent des restes de foyers, tels que des charbons, des couches de cendre, des pierres rougies et des ossements partiellement carbonisés. La structure des foyers retrouvés – cerclés de galets et installés dans une dépression du sol – dénotent une bonne connaissance des moyens d'améliorer la combustion et le tirage du feu.

Toutefois, nous ignorons encore si ces hominidés allumaient eux-mêmes le feu, car aucun vestige d'outil à fabriquer le feu n'a été trouvé. D'après les préhistoriens, il y a environ 600 000 ans, l'homme a d'abord appris à conserver et à entretenir un feu sans savoir le fabriquer. Cette hypothèse du feu ramassé et conservé est illustrée par le roman *La guerre du feu* de Joseph-Henri Rosny, publié en 1911. Au XIX^e siècle, en Europe, la conservation du feu était encore pratiquée dans les villages, où l'on préférait emprunter un tison au voisin plutôt que rallumer le feu – peut-être parce que les allumettes étaient chères. Les Indiens navigateurs de Patagonie transportaient dans leurs pirogues un foyer allumé sur un lit d'argile. Les textes classiques d'Hésiode (VII^e siècle avant notre ère) et d'Eschyle (-525 ; -456) évoquent les bergers grecs véhiculant le feu grâce à la moelle d'une grande ombellifère. En outre, l'homme conservé intact avec



2. UN MORCEAU DE SILEX (dans la main droite) produit, en heurtant un fragment de marcassite (dans la main gauche) des étincelles qui embrasent un morceau d'amadou combustible.

son équipement, dans les glaces des Alpes autrichiennes, daté de 3 350 à 3 100 ans avant notre ère, avait un récipient en écorce de bouleau qui contenait des feuilles d'érable et quelques charbons : cette boîte aurait servi au transport de tisons.

Il y a 40 000 ans, l'homme a réussi à allumer un feu. Les principales techniques utilisées sont fondées sur deux principes physiques : les systèmes par percussion, par exemple de l'acier contre un silex, et ceux par friction de deux morceaux de bois. Ces pratiques ont rarement fait l'objet d'expérimentations. Celles que nous avons effectuées ont pourtant clarifié quelques points de leur usage.

Battre le briquet

Au début de ce siècle finissant, il subsistait, dans toutes les cuisines d'Europe, une boîte métallique qui contenait un briquet composé d'un silex ou d'une pierre à fusil (le mot «briquet» provient d'un mot hollandais qui signifie pierre à feu), des chiffons partiellement



1. LA FRICTION vigoureuse d'un foret en bois contre une planchette produit rapidement de la fumée, ainsi que de la sciure qui s'accumule dans l'encoche taillée. Un spécialiste entraîné obtient après



une ou deux minutes une braise rougeoyante dans la sciure fumante. Cette technique est utilisée par les hommes depuis au moins 10 000 ans tel que le montre la vue d'artiste de la page précédente.

