

présente ainsi une superficie totale de 2 000 mètres carrés, pour un débit de quelques litres par seconde et une puissance évaluée à quelques kilowatts.

Une seconde difficulté est le renouvellement de l'eau salée. À mesure que le réservoir « salé » se remplit, la salinité de son eau diminue. Il faut renouveler cette saumure, de plus en plus diluée et qui chute en pression, par l'eau salée de la mer. Or cette saumure est sous pression par rapport à l'eau de la mer, à pression atmosphérique. Pour ne pas gaspiller trop d'énergie dans ce processus, les ingénieurs ont inventé des « échangeurs de pression », un analogue mécanique des échangeurs de chaleur, qui permettent de passer de la situation « eau salée à faible pression et saumure sous pression » à l'objectif « eau salée sous pression et saumure à faible pression ».

Quant aux perspectives industrielles, on estime qu'une centrale osmotique sera rentable à partir de 5 watts par mètre carré de paroi hémiperméable. Les performances actuelles n'étant pas très éloignées, les ingénieurs cherchent à améliorer les procédés. Une autre piste suivie par les physiciens est d'améliorer les parois grâce à une meilleure compréhension des écoulements ou des transports de particules à l'échelle nanométrique.

Récemment, l'équipe de Lydéric Bocquet, du CNRS et de l'université Lyon 1, a ainsi étudié l'écoulement osmotique de l'eau à travers un tube de nitrure de bore de quelques dizaines de nanomètres de diamètre. Il s'effectue presque sans frottement, avec un potentiel de 4 kilowatts par mètre carré. Ce résultat ne concerne qu'un nanotube, certes, mais montre que de grands progrès sont possibles du côté des membranes hémiperméables. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

A. Siria *et al.*, **Giant osmotic energy conversion measured in a single transmembrane boron nitride nanotube**, *Nature*, vol. 494, pp. 455-458, 2013.

B. E. Logan et M. Elimelech, **Membrane-based processes for sustainable power generation using water**, *Nature*, vol. 488, pp. 313-319, 2012.



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



Dans l'interêt de la science

mathieu vidard

la tête au carré
14:05-15:00

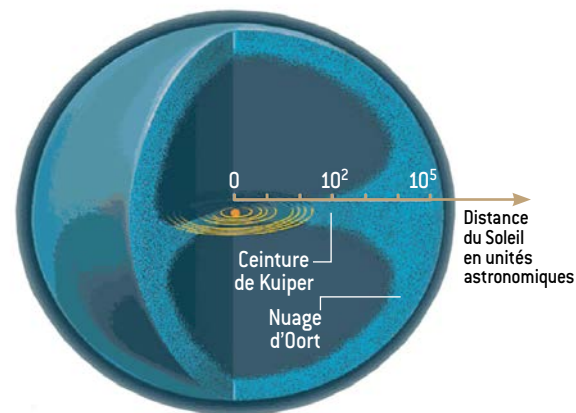


QUESTION AUX EXPERTS

D'où viennent les comètes ?

Ces corps célestes glacés sont issus de trois « réservoirs » du Système solaire : le nuage d'Oort, la ceinture de Kuiper et la ceinture principale d'astéroïdes.

Alain DORESSOUNDIRAM



Les comètes sont des petits corps glacés en orbite autour du Soleil. Avec les astéroïdes, elles constituent l'ensemble des petits corps du Système solaire, des vestiges de la formation du Soleil et des planètes il y a 4,6 milliards d'années. On confond souvent les comètes avec les étoiles filantes ou les météorites. Un météore ou une étoile filante est le phénomène lumineux associé au passage d'un corps – grain de sable, astéroïde... – dans la haute atmosphère. Une météorite est un fragment d'astéroïde qui arrive intact sur Terre. Et une comète est un corps glacé qui s'évapore en s'approchant du Soleil.

Les comètes sont composées de glaces (essentiellement d'eau, mais aussi de méthane, de monoxyde ou dioxyde de carbone) mélangées à de la poussière (des silicates) et des molécules organiques – lesquelles font l'intérêt de ces corps pour ceux qui étudient l'apparition de la vie sur Terre.

Une comète se distingue d'un astéroïde par le fait que c'est un objet actif, donc variable. À l'approche du Soleil, sa surface chauffe, les glaces se subliment, libérant des poussières qui forment alors la « chevelure », ou coma, faiblement retenue par la gravité. La coma s'étend ainsi en halo, de diamètre allant jusqu'à 10 000 kilomètres, autour de la comète. En s'approchant encore du Soleil, le gaz de la coma est ionisé par les ultraviolets de notre étoile. Le vent solaire (vent de particules chargées) repousse alors les ions dans la direction opposée, formant une queue de plasma. La pression de

radiation du Soleil (flux de lumière) repousse les poussières et forme une seconde queue. Ces deux queues s'étendent parfois jusqu'à 100 millions de kilomètres et concourent à la majesté du phénomène.

Les comètes doivent s'être formées très loin du Soleil, là où les glaces ont pu se condenser, puis s'agglomérer en corps plus gros. En observant les trajectoires des comètes, qui arrivent de toutes les directions, l'astronome néerlandais Jan Oort, dans les années 1950, imagina un réservoir lointain et sphérique : le nuage d'Oort. Peuplée de quelque 1 000 milliards de comètes, cette sorte de coquille entourant le Système solaire serait distante de 10 000 à 100 000 unités astronomiques du Soleil (une unité astronomique, UA, est la distance moyenne Terre-Soleil, environ 150 millions de kilomètres).

Des réservoirs identifiés il n'y a pas si longtemps

Cependant, le flux de comètes présente un excès de celles qui arrivent dans le plan de l'écliptique (le plan moyen des orbites planétaires). Dans les années 1980, l'astronome uruguayen Juan Fernández suggéra alors l'existence d'un second réservoir, beaucoup plus proche et, surtout, situé dans le plan de l'écliptique : la ceinture de Kuiper. Ce réservoir ne fut observé qu'en 1992, par les Américains Dave Jewitt et Jane Luu.

Comme les autres objets du Système solaire, les comètes décrivent des ellipses

autour du Soleil. Mais à la différence des planètes et des astéroïdes, ces orbites sont très allongées. Selon leur origine, on distingue deux grandes familles de comètes.

Les comètes écliptiques proviennent de la ceinture de Kuiper. Elles en ont été éjectées par les perturbations gravitationnelles dues à Neptune. L'inclinaison de leur orbite par rapport à l'écliptique est faible et leur période de révolution courte (inférieure à 200 ans). La comète 67P/Tchourioumov-Guérassimenko, actuellement étudiée par la sonde *Rosetta*, fait partie de cette famille.

Les comètes quasi isotropiques proviennent du nuage d'Oort. Leurs périodes sont en général très longues, et leurs orbites très inclinées et souvent rétrogrades (en sens inverse du sens des planètes). Un représentant célèbre est la comète de Halley.

Des découvertes très récentes font état de la présence de comètes au sein même de la ceinture principale d'astéroïdes, entre Mars et Jupiter. Comment expliquer l'activité de ces « comètes de la ceinture principale », ou CCP, activité qui les distingue des astéroïdes ? Les scientifiques sont encore perplexes. La glace d'eau, à cette faible distance du Soleil (entre 3 et 4 UA), est instable. Il peut en revanche subsister des poches de glace sous la surface d'un astéroïde. Des impacts peuvent alors révéler la glace souterraine et « activer » l'astéroïde, qui devient alors comète. ■

Alain DORESSOUNDIRAM est astrophysicien à l'observatoire de Paris, au laboratoire LESIA.

OFFRE DÉCOUVERTE

ABONNEZ-VOUS À POUR LA SCIENCE



1 AN - 12 N^{OS}

59€

24%
d'économie

2 ANS - 24 N^{OS}

110€

29%
d'économie

3 ANS - 36 N^{OS}

159€

32%
d'économie

BULLETIN D'ABONNEMENT

POUR LA SCIENCE

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Pour la Science - Service abonnements - 19 rue de l'Industrie - BP 90 053 - 67 402 Illkirch cedex

☐ **OUI, je m'abonne à Pour la Science en formule Découverte :**

☐ 1 an • 12 numéros • 59€ au lieu de 78,50€ (D1A59E)

☐ 2 ans • 24 numéros • 110€ au lieu de 157€ (D2A110E)

☐ 3 ans • 36 numéros • 159€ au lieu de 235,50€ (D3A159E)

MES COORDONNÉES

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____

Ville : _____

Tél. : _____

Pour le suivi client (facultatif)

MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science

☐ Par carte bancaire

N° _____

Date d'expiration _____ Clé _____

Signature obligatoire



PAS463B

Mon e-mail pour recevoir la newsletter Pour la Science (à remplir en majuscule). _____@_____

Grâce à votre email nous pourrions vous contacter si besoin pour le suivi de votre abonnement. À réception de votre bulletin, comptez 5 semaines pour recevoir votre n° d'abonné. Passé ce délai, merci d'en faire la demande à pourlascience@abopress.fr

J'accepte de recevoir les informations de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON et de ses partenaires ☐ OUI ☐ NON

Délai de livraison: dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 31/05/16 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site www.pourlascience.fr. Conformément à la loi "Informatique et libertés" du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en adressant un courrier à Pour la Science.