



→ pouirlascience.naturejobs.com

Nouveau service d'offres d'emplois scientifiques sur

POUR LA SCIENCE

en partenariat avec **naturejobs**



- Chaque semaine, plus de **8000 offres d'emploi** dans le secteur des sciences.
- En un clic la **sélection des postes à pourvoir** en France et dans les pays francophones ou voisins.
- Une équipe Naturejobs spécialisée, **au service des recruteurs francophones**.
Contact : Muriel Lestringuez
E-mail : m.lestringuez@nature.com
Tél. : +44 20 7843 4994

POUR LA SCIENCE.fr

Le site de référence de l'actualité scientifique

taille nanométrique, susceptibles de passer facilement dans la chaîne alimentaire. Mais cela reste à confirmer.

Notons que les plastiques dits biodégradables sont également une source de microplastiques. En effet, il s'agit en général de composites mêlant polymères de synthèse et amidons, seuls ces derniers étant vraiment biodégradables.

Où vont les microplastiques ? Les débris s'accumulent dans le milieu marin, les apports étant soit directs (rejets par les activités humaines sur le littoral et en mer), soit, à 80 pour cent, indirects (lessivage de sols pollués, déchets charriés par les rivières, eaux usées, etc.). Les études disponibles indiquent que l'on retrouve des microplastiques dans toutes les mers, sur toute la hauteur de la colonne d'eau et presque partout.

Par exemple, Mark Browne, de l'*University College* de Dublin, et ses collègues ont montré que les microplastiques contaminent les côtes de 18 sites échantillonnés sur les six continents. Les milieux côtiers et les estuaires sont de fait les plus concernés, même s'il existe en plein milieu des océans des gyres, énormes tourbillons formés par les courants, qui concentrent de grandes quantités de débris divers, dont les microplastiques. Ainsi, dans le gyre du Pacifique Nord, des chercheurs ont dénombré en 2001 plus de 330 000 fragments de plastique par kilomètre carré...

Les quantités de microplastiques présentes dans le milieu marin sont des informations cruciales pour évaluer l'ampleur de la pollution et ses impacts. Mais les données en la matière ne sont encore que parcellaires. Premier obstacle : les océans sont vastes et les côtes sont longues... D'autres problèmes – surmontables – sont de nature méthodologique et rendent difficile la comparaison entre les diverses études. La définition même des microplastiques est un peu vague, certains chercheurs s'arrêtant à une taille maximale de trois millimètres, d'autres à un millimètre, etc. Cela se traduit dans les techniques d'échantillonnage et, par exemple, les résultats obtenus avec des filets à mailles très fines ne sont pas les mêmes que ceux obtenus avec des filets plus grossiers.

L'étude récente de M. Browne et ses collègues a trouvé, selon les endroits sondés, entre 8 et 120 fibres (polyéthylène, polyester, polypropylène, etc.) par litre de sédiment. Elle a aussi constaté, comme attendu, que les abondances les plus élevées se rencontrent là où la population est dense et où se déversent les eaux usées, traitées ou non.

UNE GRANDE PARTIE DES FIBRES de plastique retrouvées dans le milieu marin proviendraient... des lave-linge !

L'équipe de M. Browne a aussi découvert qu'une grande partie des fibres de plastique retrouvées dans le milieu marin proviendraient... des lessives de vêtements, dont beaucoup contiennent des fibres synthétiques ! Des tests avec des lave-linge le corroborent : le lavage d'un seul vêtement peut rejeter plus de 1 900 fibres. Avec plus de 100 fibres par litre d'eau rejeté, le lavage du linge se révèle ainsi une source importante de microplastiques. Raison de plus pour se vêtir avec des tissus naturels, même si un jour se met en place un filtrage plus efficace dans les lave-linge et le traitement des eaux...

Quant à l'impact environnemental et sanitaire des microplastiques, il est encore mal connu. En tout cas, le rôle de perturbateurs endocriniens de certains composants, tels le bisphénol A, ne rassure pas. Tamara Galloway, de l'Université d'Exeter, qui a participé au bilan et aux études cités ici, explique que « l'ingestion de microplastiques par les animaux marins pourrait entraîner une accumulation de contaminants dans la chaîne alimentaire et, en fin de compte, nuire à la santé humaine ». Bref, insiste-t-elle, « Il faut faire plus d'efforts pour mesurer ce qu'il y a et comprendre comment les débris marins sont transportés et s'accumulent. »

Maurice MASHAAL est rédacteur en chef de Pour la Science.

M. Cole et al., Microplastics as contaminants in the marine environment : a review, *Marine Pollution Bulletin*, vol. 62 (12), pp. 2588-2597, décembre 2011.
M. A. Browne et al., Accumulation of microplastic on shorelines worldwide : sources and sinks, *Environ. Sci. Technol.*, vol. 45, pp. 9175-9179, 2011.

VRAI OU FAUX

Le Soleil va-t-il vraiment s'éteindre ?

Oui. Dans cinq milliards d'années, il se transformera en géante rouge, puis en naine blanche, qui se refroidira lentement.

Roland LEHOUCQ

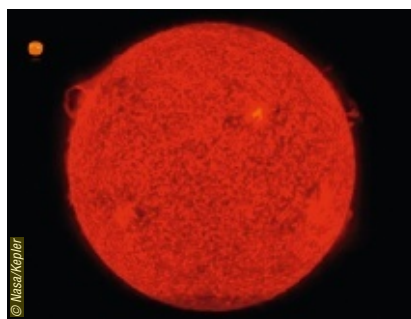
Le Soleil a commencé à briller il y a 4,56 milliards d'années. Ses réserves d'énergie sont-elles inépuisables ? Afin de le déterminer, examinons d'abord comment il brille.

Une étoile est une sphère de gaz chaud, dont la cohésion résulte de l'attraction gravitationnelle entre ses particules. Elle ne s'effondre pas sur elle-même car, partout, la pression s'oppose à la gravitation. La pression augmente avec la profondeur, entraînant un échauffement du gaz stellaire : de quelques milliers de degrés en surface, la température atteint quelques dizaines à quelques centaines de millions de degrés dans les régions centrales, selon la masse de l'étoile. Ce déséquilibre de température provoque un transfert d'énergie du cœur de l'astre vers sa surface. Le flux d'énergie s'échappe ensuite sous forme de rayonnement : l'étoile brille.

Ainsi, l'étoile est condamnée à perdre de l'énergie par sa surface. Comment l'hémorragie est-elle compensée ? Au début du XX^e siècle, les physiciens comprirent que seules des réactions nucléaires sont capables de faire briller durablement les étoiles. Ils estimèrent qu'elles produisent assez d'énergie pour alimenter le Soleil pendant plusieurs milliards d'années, durée comparable à l'âge de la Terre déterminé par les géologues. Le physicien allemand Hans Bethe décrit les réactions en jeu : quatre noyaux d'hydrogène (H^+) fusionnent en un noyau d'hélium (He^{2+} , composé de deux protons et deux neutrons), ce qui implique que deux protons se transforment en neutrons. Ces réactions se déroulent au cœur du Soleil, seule région où l'agitation thermique, aidée par un effet dit tunnel, est suffisante pour que les noyaux se

rapprochent malgré la répulsion électrique qu'ils exercent les uns sur les autres.

Une réaction de fusion produit de l'énergie, car la somme des masses des noyaux père est supérieure à la masse du noyau fils : au centre du Soleil, 619 millions de tonnes d'hydrogène réagissent ainsi chaque seconde pour former 614,7 millions de tonnes d'hélium. La différence (environ 0,7 pour cent de la masse initiale) est transformée en énergie, et cette énergie compense exactement celle qui s'échappe par la surface.



Le Soleil dans son état actuel (en haut à gauche), comparé à la plus grande géante rouge observée par le satellite Kepler (au centre).

Inéluctablement, l'hydrogène central s'épuise. Dans environ cinq milliards d'années, il devrait s'être presque totalement transformé en hélium, entraînant un ralentissement des réactions de fusion. Dès lors, le cœur du Soleil se contractera et l'échauffement résultant déclenchera la fusion des noyaux d'hélium issus du cycle précédent ; ainsi, des éléments plus lourds, tel le carbone, se formeront. La puissance dégagée, supérieure à celle provenant de la fusion de l'hydrogène, dilatera l'enveloppe externe de l'étoile, dont le rayon sera multiplié par plusieurs

dizaines. En conséquence, la surface se refroidira et changera de couleur. Le Soleil deviendra alors une géante rouge, qui engloutira Mercure et Vénus ; la Terre ne devrait pas être atteinte, mais l'énorme flux d'énergie reçu sera difficile à supporter pour la vie à sa surface. Notre étoile restera dans cet état jusqu'au terme de la combustion de l'hélium, qui durera environ un milliard d'années.

L'hélium épuisé, la matière centrale se contractera à nouveau. Cependant, elle ne pourra pas amorcer un nouveau cycle de fusion, en raison de la trop faible masse du Soleil – plus les noyaux qui fusionnent sont gros, plus l'énergie nécessaire pour déclencher la réaction est grande.

La contraction provoquera tout de même un échauffement. Une partie de l'enveloppe externe du Soleil sera alors expulsée dans l'espace, donnant naissance à une nébuleuse planétaire. Le reste de notre étoile deviendra une naine blanche, à peine plus grosse que la Terre, mais pesant près de la moitié de la masse actuelle du Soleil. Très chaude, l'étoile naine émettra toujours un rayonnement thermique ; toutefois, sa luminosité ne vaudra plus que le millième de celle émise aujourd'hui. Elle ne s'éteindra pas d'un coup mais, dépourvue de source interne d'énergie, elle se refroidira lentement et brillera de moins en moins intensément. En outre, ses atomes s'ordonneront pour former un gigantesque cristal. Au bout de quelques centaines de milliards d'années, le flux lumineux dans le domaine visible sera devenu très faible : le Soleil cessera alors définitivement de briller. ■

R. LEHOUCQ est astrophysicien au CEA, à Saclay.