

CARTE
BLANCHEL'étoile
de laboratoire

Par ROLAND LEHOUCQ

L'astrophysique est une science d'observation : capter et analyser la lumière des astres lui a permis d'élaborer une description de l'Univers cohérente avec la physique établie. Mais la situation est peut-être en train de changer. Pour la première fois, une expérience de laboratoire a tenté de reproduire les processus qui se déroulent à la surface d'une naine blanche capturant de la matière d'une étoile compagne.

Une naine blanche est une petite étoile très chaude mais peu lumineuse, résultat de l'évolution d'une étoile comme le Soleil. Isolée, c'est un astre très stable qui, en rayonnant, se refroidit très lentement au cours du temps. La situation est bien différente si l'étoile orbite avec un compagnon stellaire suffisamment proche. Elle peut alors capter une partie de sa masse qui, en tombant à la surface de la naine blanche, déclenche une forte augmentation de sa luminosité. Si, à force d'accumuler de la matière, la masse de la naine blanche atteint 1,4 fois la masse du Soleil, une gigantesque explosion thermonucléaire se produit, appelée supernova de type Ia.

Quand la naine blanche est dotée d'un champ magnétique suffisamment fort (10 millions de fois supérieur au champ terrestre), la matière capturée est canalisée dans une région très étroite au-dessus d'un de ses pôles magnétiques. Elle forme alors une sorte de colonne mesurant quelques centaines de kilomètres de rayon. À l'intérieur, une onde de choc se produit dans la matière accélérée par sa chute dans la forte gravité de l'étoile. C'est là qu'est émis le rayonnement très énergétique, ultraviolets et rayons X, capté par les astrophysiciens. Comprendre la physique de cette région est primordial, car c'est la clé des propriétés d'une naine blanche et des conditions initiales de son explosion en supernova.

Reproduire l'analogie du choc

Une collaboration scientifique franco-américaine a, pour la première fois, réussi à reproduire en laboratoire l'analogie du choc violent produit quand la matière tombe sur le pôle de la naine blanche. L'expérience a été décrite récemment dans un article de la revue *Nature Communications* (« Laboratory analogue of a supersonic accretion column in a binary star system », Cross et al.). Elle a été rendue possible, car des travaux théoriques ont montré que les processus se déroulant dans une colonne d'accrétion à une vitesse de 1 000 kilomètres en une seconde sont équivalents à ceux se produisant dans quelques millimètres de gaz pendant quelques milliardièmes de secondes, à condition que le gaz reçoive suffisamment d'énergie d'un laser.

Dans la pratique, une impulsion laser ayant autant d'énergie qu'une balle a été focalisée sur une cible dont le diamètre est dix fois celui d'un cheveu. Le plasma produit à 200 kilomètres par seconde était guidé par un fin tube se terminant par un obstacle en acier. Le plasma, le tube et l'obstacle sont les analogues expérimentaux de la matière en chute, de la collimation magnétique et de la surface de la naine blanche. Pour sonder ce qui se passe dans ce plasma en un temps si court, il a fallu générer, en utilisant le laser de puissance Orion basé au Royaume-Uni, une source de rayons X intense et très brève (0,5 milliardième de seconde!).

Comme pour une radiographie médicale, la répartition de la matière peut être reconstituée en mesurant les variations de transmission des rayons X. La région post-choc a été observée en détail, alors que son équivalent astrophysique ne peut l'être, même avec les plus grands télescopes disponibles aujourd'hui. Bien qu'il subsiste encore de fortes restrictions, l'expérience Orion confirme que des situations astrophysiques complexes peuvent désormais être reproduites en laboratoire. Lancés il y a quelques années en France sur l'installation LULI2000 (CNRS), ces travaux vont être adaptés à des lasers plus puissants, comme le Mégajoule de Bordeaux. Une astrophysique « expérimentale » est peut-être en train de naître! ■

Roland Lehoucq

Astrophysicien,
Commissariat à l'énergie atomique
et aux énergies alternatives
PHOTO: MARC CHAUMEIL

Anthropocène : sujet géologique ou sociétal ?

TRIBUNE - S'il ne fait aucun doute que l'homme exerce une influence inédite à l'échelle du globe, les géologues Patrick De Wever et Stanley Finney estiment inadéquat de définir la période comme une nouvelle ère géologique

Popularisé par le Prix Nobel de chimie Paul Crutzen en 1995, le mot anthropocène désigne la période qui a débuté lorsque les activités anthropiques ont laissé une empreinte sur l'ensemble de la planète. Le terme a fait florès dans la littérature scientifique et, peut-être plus encore, dans les sciences sociales, politiques et, par-dessus tout, les médias.

Certains voudraient faire de l'anthropocène une ère géologique parce que l'influence de l'homme serait globale. Par ailleurs, dire que c'est géologique souligne l'importance de cette influence, mais c'est aussi oublier quelques éléments fondamentaux. Pour être adoptée, une subdivision de l'échelle des temps géologiques, colonne vertébrale de cette discipline, doit respecter un certain nombre de critères précis avant que le dossier soit soumis à examen pour une éventuelle ratification. Et il semble surprenant de parler d'une « ère », une des principales subdivisions de l'échelle des temps. En effet, l'ère géologique la plus courte atteint 65 millions d'années. On n'est pas du tout dans les mêmes échelles de durée.

Eres, systèmes et étages

L'un des objectifs de l'Union internationale des sciences géologiques (IUGS) est d'établir des standards afin que la communauté utilise des mots qui ont la même acception. Les subdivisions de l'échelle des temps géologiques font partie de ces standards et distinguent, des grands aux petits, les ères, les systèmes et les étages. Au sein de l'IUGS, la commission internationale de stratigraphie est chargée de veiller

au respect des critères et de la procédure à suivre, avec la même rigueur que les procédures utilisées par les Etats pour modifier une loi.

Un dossier respectant un certain nombre de critères peut être présenté à la commission ad hoc. Parmi les critères, certains sont géologiques (continuité sédimentaire, taux de sédimentation...), d'autres sont biostratigraphiques (forte modification de la faune pendant une durée importante caractérisée par des fossiles abondants et diversifiés...), d'autres encore sont physico-chimiques (isotopiques, magnétiques...), mais surtout, il faut des critères à la fois globaux et synchrones. Le synchronisme est capital car le repère doit servir à dater.

Plusieurs types d'informations sont utilisés pour caractériser l'anthropocène : les nouveaux matériaux (aluminium, béton...), de nouveaux polymères organiques, des plastiques, des microparticules de carbone, et tout un arsenal de produits chimiques parmi lesquels ceux liés aux explosions nucléaires. Les critères privilégiés sont globaux, mais le problème est que les modifications sont progressives. Ainsi, l'augmentation de la quantité de plutonium dans les sédiments et les modifications de l'environnement dues au bois brûlé au néolithique pour faire fondre les métaux, notamment, diffèrent selon le développement des populations. Il est alors difficile de placer une limite. Les critères attachés aux modifications de la biodiversité sont tout aussi décalés dans le temps : la diminution de vertébrés est observée depuis 1500, celle des poissons depuis un siècle, la blanchi-

**IL EST ÉTRANGE
QU'UN GROUPE
SEMBLE VOULOIR
FORCER LA MAIN
POUR FAIRE
INTÉGRER CETTE
SUBDIVISION
DANS L'ÉCHELLE
GÉOLOGIQUE**

ment des coraux commence en 1979. Il serait paradoxal de retenir des événements qui ne sont pas synchrones comme marqueurs de temps!

Connotation équivoque

Pourquoi le débat autour de l'anthropocène est-il nécessaire? Le mot est largement utilisé, et souvent avec une connotation équivoque. Et il est étrange qu'un groupe semble vouloir forcer la main pour faire intégrer cette subdivision dans l'échelle géologique. Encore récemment, lors du Congrès géologique international, qui s'est tenu au Cap (Afrique du Sud) du 27 août au 4 septembre, seuls deux orateurs ont évoqué ces aspects stratigraphiques. Mais la séance était à peine ouverte que déjà les médias en donnaient le bilan, comme s'il s'agissait d'un élément important. Le premier orateur défendait l'idée de l'introduction de cette période (mais contrairement à ce que l'on a pu entendre, jamais il n'a proposé une « ère », seulement une « série »). Le deuxième orateur, Stanley Finney, co-

signataire du présent papier, rappelait simplement quels étaient les critères requis pour introduire une subdivision de l'échelle des temps géologiques et constatait que l'anthropocène ne les possédait pas.

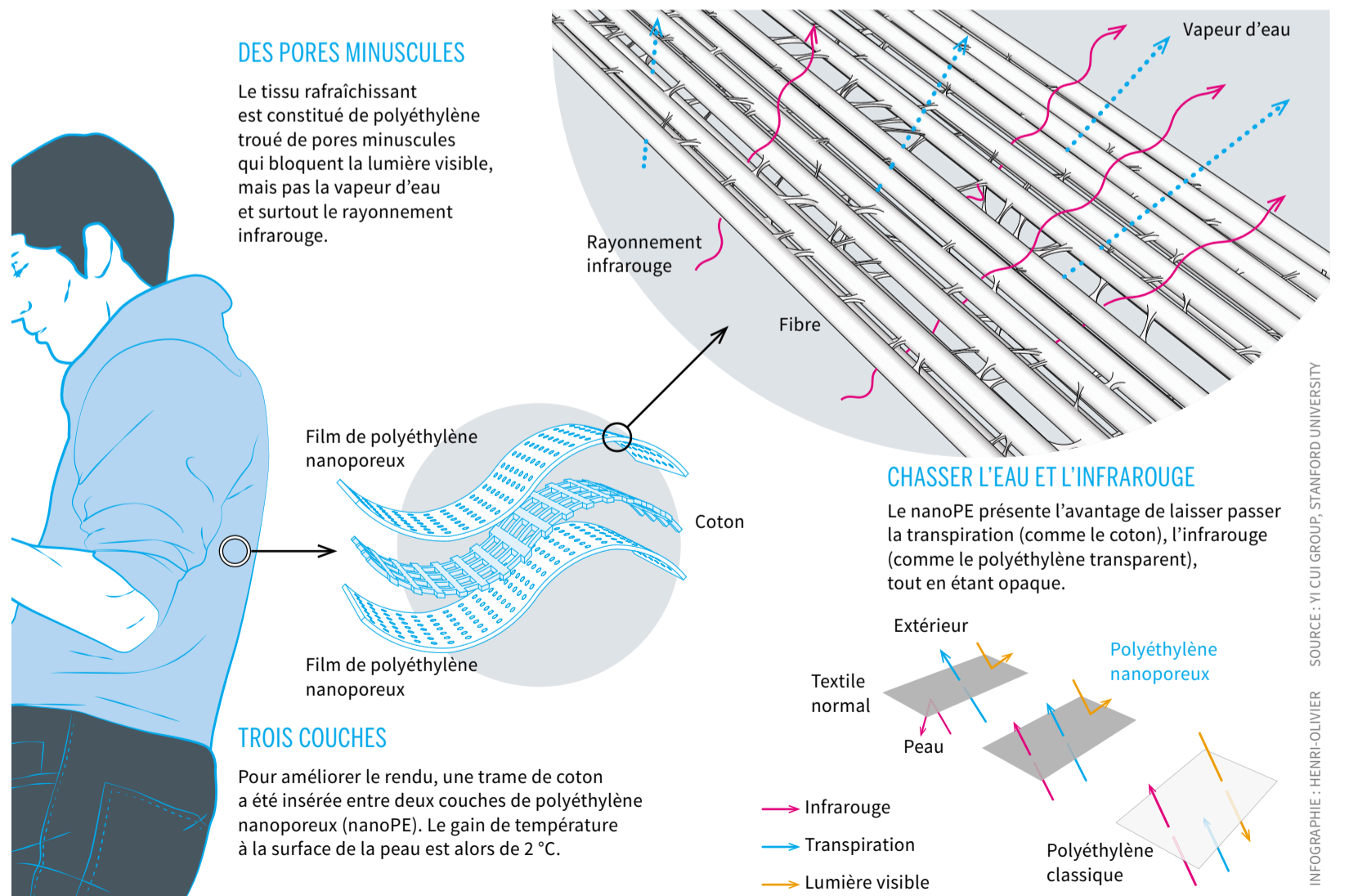
Dans l'histoire de l'humanité sont distinguées diverses périodes tels le néolithique, la Renaissance... Les critères utilisés pour cerner ces périodes varient, comme varient leurs dates de début et de fin. Les subdivisions de l'échelle des temps géologiques sont au contraire fondées sur un certain nombre de critères précis. L'objectif est de réussir à dater. Pour l'anthropocène, on connaît les dates des événements à l'année près, parfois au jour près. Il n'y a donc aucune utilité à faire entrer cette période sur l'échelle des temps géologiques, comme cela a déjà été souligné dans plusieurs publications.

La période anthropocène est définie comme due à l'homme, elle s'inscrit dans l'histoire de l'humanité, elle a sa place dans le calendrier de l'histoire humaine. Pourquoi vouloir en faire une ère géologique? Ce serait à la fois inutile et inapproprié car elle n'en possède pas les caractères. ■

Patrick De Wever, professeur au Muséum national d'histoire naturelle (Paris) et président de la sous-commission internationale géopatrioine de l'Union internationale des sciences géologiques (IUGS).
Stanley Finney, professeur à l'université de Californie à Long Beach et président de la commission internationale de stratigraphie de l'IUGS.

Le supplément « Science & médecine » publie chaque semaine une tribune libre. Si vous souhaitez soumettre un texte, prière de l'adresser à sciences@lemonde.fr

UN TISSU POUR AVOIR MOINS CHAUD



DES PORES MINUSCULES

Le tissu rafraîchissant est constitué de polyéthylène troué de pores minuscules qui bloquent la lumière visible, mais pas la vapeur d'eau et surtout le rayonnement infrarouge.

TROIS COUCHES

Pour améliorer le rendu, une trame de coton a été insérée entre deux couches de polyéthylène nanoporeux (nanoPE). Le gain de température à la surface de la peau est alors de 2 °C.

CHASSER L'EAU ET L'INFRAROUGE

Le nanoPE présente l'avantage de laisser passer la transpiration (comme le coton), l'infrarouge (comme le polyéthylène transparent), tout en étant opaque.

Au repos, le corps humain dissipe environ 50 % de sa chaleur sous forme de rayonnement infrarouge. Les vêtements bloquent une partie de cette énergie, ce qui est bienvenu en hiver, mais bien moins en cas de canicule.

Une équipe de l'université de Stanford (Etats-Unis) a donc mis au point un tissu qui laisse passer la transpiration – autre moyen de dissipation de la chaleur – mais aussi l'infrarouge. Les chercheurs décrivent dans *Science* avoir

utilisé du polyéthylène nanoporeux (nanoPE) opaque à la lumière visible, pour préserver la décence, et traité pour laisser passer à la fois la vapeur d'eau et l'infrarouge indésirable. La température à la surface de la peau

était ainsi abaissée de 2 °C par rapport au coton. Reste à rendre cette étoffe couleur mastic agréable et chic à porter, ce qui pourrait être le plus grand défi à relever. ■

HERVÉ MORIN