

où il n'y a pas d'élément pour amorcer le changement de phase de l'état liquide à l'état solide. À l'intérieur de la tige, la pression peut augmenter par gonflement des cellules, ce qui peut entraîner des déchirures longitudinales de l'épiderme de la tige. Dans ce cas, les cellules du parenchyme sont en contact avec l'air glacé. Elles se comportent alors comme de petits robinets alignés verticalement le long de la tige. L'eau, qui sourd de la tige sous l'effet de la pression, gèle. Le processus dure jusqu'à ce que la pression s'équilibre entre l'intérieur de la tige et l'extérieur, ou que l'eau s'épuise.

Comme le soulignait Gibson à la fin du XIX^e siècle, la quantité de glace est plus importante que la sève contenue dans la plante. En outre, la plupart des fleurs de glace se forment sur des tiges desséchées. Il est donc probable que l'eau soit aspirée par capillarité du sol et ressorte par les côtés de la tige, comme dans le scénario proposé par R. Harms. Dans le cas des fleurs de glace se formant sur des tiges vertes (voir l'encadré page 24), il reste à élucider quelles sont les parts respectives de la sève et de l'eau dans la glace formée.

Quand l'eau suinte de la tige, elle gèle, mais l'eau liquide repousse la partie solide et gèle à son tour. On nomme ségrégation de glace ce phénomène, où l'eau se déplace à travers un milieu poreux et gèle au contact d'un milieu plus froid. On l'observe ailleurs dans la nature, par exemple sur le sol avec les aiguilles de glace (voir l'encadré pages 24 et 25).

Des rubans de glace extrudés par des pores

En 1989, Hisashi Ozawa et Seiti Kinosita, de l'Université d'Hokkaido, au Japon, ont étudié la ségrégation de glace en plaçant un cristal de glace d'eau au-dessus d'un filtre microporeux, qui lui-même recouvrait une nappe d'eau en surfusion. Les pores de ce filtre étaient si petits que, contrairement à l'eau liquide, la glace ne pouvait pas passer à travers. Quand l'eau montait à la surface, elle gelait à la base de la glace, s'y agglutinait et la repoussait vers le haut. La chaleur latente libérée au cours du changement de phase empêchait l'eau, située en dessous, de geler. Ainsi, le processus se poursuivait aussi longtemps qu'il restait de l'eau.

Dans le cas des fleurs de glace, des conditions similaires apparaissent le plus



bobby fabellano

4. LES CHEVEUX DE GLACE sont des filaments très fins de glace, longs de plusieurs centimètres, qui forment des boucles sur du bois mort dépourvu d'écorce. Il y a un siècle, le géophysicien Alfred Wegener s'y est intéressé. Récemment, le botaniste Gerhart Wagner et ses collègues, de l'Université de Berne, en Suisse, ont montré que les cheveux de glace sont liés à la présence d'un champignon. Les gaz produits quand ce champignon décompose le bois exercent une pression qui pousse l'eau contenue dans les canaux du bois vers la surface, où elle gèle.

L'AUTEUR



James R. CARTER est professeur émérite au Département de géographie et de géologie

de l'Université d'État de l'Illinois, aux États-Unis.

Article publié avec l'aimable autorisation de la revue *American Scientist*.

LE WEB

L'auteur présente de nombreuses photographies de fleurs de glace sur son site Internet : <http://my.ilstu.edu/~jrcarter/ice/>

souvent pendant la nuit, quand la température atmosphérique devient négative, tandis que l'eau contenue dans le sol reste liquide. Mais j'ai vu de la glace commencer à pousser sur des tiges en plein après-midi, quand un vent froid soufflait dans la région. Les pores des cellules végétales assurent la ségrégation de la glace et empêchent le liquide contenu dans la tige de se solidifier. Une fois que le sol lui-même est gelé, ces processus cessent, mais ils peuvent reprendre quand le dégel s'amorce. Sous les latitudes moyennes, les conditions pour que se forment des fleurs de glace peuvent être réunies à tout moment entre octobre et mars.

Il existe d'autres situations où se forment des structures de glace reposant sur un principe similaire à celui des fleurs de glace sur les plantes. Il est ainsi possible de fabriquer des tiges de glace sur des pierres poreuses (voir l'encadré pages 24 et 25). J'ai aussi montré qu'il était possible de fabriquer des rubans de glace, de façon artificielle, par extrusion dans des tuyaux métalliques (voir l'encadré page 26). Je suis toujours fasciné par le fait que quelque chose d'aussi banal que la glace puisse revêtir des formes si magnifiques... mais si éphémères et si rares. ■

Thomas Peacock et George Haller

L'ordre caché des écoulements chaotiques

De nouvelles techniques d'analyse en mécanique des fluides permettent d'identifier des lignes de séparation. Elles promettent de meilleures prévisions du déplacement des polluants dans les océans ou dans l'atmosphère.