

(le nom latin pour « feuilles de glace ») pour décrire ces formations.

Après avoir commencé à faire pousser mes propres fleurs de glace, j'ai souhaité apprendre tout ce que je pouvais sur ce phénomène. Il y a eu peu d'études scientifiques sur le sujet, mais en rassemblant tout ce que l'on sait, une image globale commence à émerger.

La première observation est que toutes les plantes ne produisent pas des fleurs de glace. J'ai compilé des comptes rendus qui répertorient à travers le monde une quarantaine d'espèces productrices de glace. Toutes sont des espèces herbacées, ce qui signifie qu'elles n'ont pas de tige ligneuse et que leurs feuilles et leurs pousses se fanent à la fin de la saison de croissance. La plupart des fleurs de glace sont associées à des tiges séchées ou mortes, mais certaines peuvent apparaître sur des tiges vertes vers la fin de la saison de croissance, lorsque les températures sont favorables. En outre, une autre formation de glace, nommée cheveux de glace, ou chevelure de glace, ne pousse qu'à partir de bois mort (voir la figure 4), mais le processus pourrait être distinct et impliquer des champignons.

Une quarantaine d'espèces produisent des fleurs de glace

Pour mieux comprendre comment les fleurs de glace se forment, R. Harms a étudié l'anatomie des espèces qui en fabriquent dans la nature. Il a remarqué que ces plantes ont un important système de canaux de transport de la sève et de l'eau, c'est-à-dire un important xylème. L'eau est aspirée du sol vers la tige par la conjonction d'un phénomène de capillarité et de la transpiration de l'eau par les feuilles. L'eau contenue dans les vaisseaux du xylème sort par des pores situés tout le long des canaux et passe dans les cellules du tissu adjacent, le parenchyme. Ces cellules forment un réseau perpendiculaire aux vaisseaux du xylème et transportent le liquide de l'intérieur vers la périphérie de la tige.

Quand les températures deviennent négatives, en automne et en hiver, la sève peut être en surfusion, situation où le liquide est à une température inférieure à la température de solidification, mais



3. DIFFÉRENTES ESPÈCES de plantes peuvent former des fleurs de glace.

L'auteur en a répertorié une quarantaine. Toutes sont des herbacées telles que les dictames (*Cunila origanoides*, en haut) ou *Verbesina virginica* (en bas).



DES FLEURS DE GLACE SUR DES TIGES VERTES

La plupart des fleurs de glace émergent de tiges desséchées et mortes. Mais à l'automne, des tiges vertes peuvent former des fleurs de glace, grâce à des conditions météorologiques particulières. J'ai observé cette boucle de glace (*ci-dessus*) longue de quatre centimètres par un matin calme de la fin du mois d'octobre, sur *Verbesina virginica*, une plante connue pour produire des fleurs de glace. À cette époque, la température devient négative, mais uniquement sur les surfaces à ciel ouvert. Seules deux tiges coupées, comme celle représentée ici, ont produit de la glace. Les feuilles des plantes non coupées protégeaient du gel leurs tiges, qui ne formaient donc pas de fleurs. Les spécialistes des fleurs de glace débattent encore pour savoir si la source principale de la glace est la sève déjà présente dans les tiges vertes ou de l'eau supplémentaire aspirée vers le haut à partir du sol. Lorsque des tiges mortes forment des fleurs de glace, de l'eau monte du sol par capillarité, ce qui suggère que ces structures naissent d'un processus de nature plutôt physique que biologique. Cependant, personne n'a encore étudié la composition chimique de la glace formée au-dessus de ces tiges vertes, pour voir si elle diffère ou non de celle de la glace formée sur les tiges mortes.

Le phénomène physique responsable de la croissance des rubans de glace est la ségrégation de glace. Il est possible d'en voir une autre manifestation dans la nature sous la forme d'aiguilles de glace qui poussent dans le sol (*a*).

Les premières publications scientifiques sur les aiguilles de glace remontent au milieu des années 1800. Le phénomène de ségrégation de glace est à l'œuvre ici : le milieu sous-jacent doit avoir suffisamment de pores pour laisser l'eau remonter afin d'approvisionner la croissance de la glace. Ces pores doivent être assez petits pour que les forces de capillarité repoussent l'eau vers la surface. En 1981, Vernon Meentemeyer, de l'Université de Géorgie, et Jeffrey Zippin, ingénieur de l'armée américaine, ont remarqué que le sol doit contenir une quantité suffisante d'argile et de limon pour que sa po-



Des aiguilles de glace dans le sol.

SÉGRÉGATION DE GLACE ET MILIEUX POREUX

rosité soit favorable à la formation d'aiguilles. Par exemple, des aiguilles de glace peuvent se développer sous une motte de gazon recouverte de mousse (a). Les aiguilles de glace ont poussé en deux jours, avec une frontière visible due à l'interruption de la croissance entre les nuits.

La ségrégation de glace s'observe aussi avec des galets particuliers, qui forment des tiges de glace atteignant plusieurs centimètres de longueur (c et d). Des amateurs passionnés par ce sujet m'ont envoyé des photographies montrant de la glace poussant à partir de petites pierres, et, par la suite, ils m'ont envoyé des galets qui ont la particularité d'être poreux. Lorsqu'on les pose sur une surface humide (qui produit aussi des aiguilles de glace), une couche de glace se forme à leur sommet; cette couche fond partiellement dans la journée, puis, la nuit suivante,

une nouvelle couche de glace se forme et pousse la précédente vers le haut. Ces observations suggèrent que les aiguilles et les tiges de glace relèvent du même principe physique.

Les galets en question proviennent de roches sédimentaires contenant essentiellement de la silice. Certains morceaux de briques et de poteries produisent aussi des tiges de glace. Les galets qui produisent des tiges de glace assez importantes ont une porosité et une perméabilité particulières. Leurs pores sont assez petits pour absorber l'eau liquide et mettre en œuvre la ségrégation de glace. Pour estimer ces propriétés, on peut mesurer la quantité d'eau absorbée par le galet lorsqu'il est posé sur une éponge humide. S'il prend du poids, il produira probablement de la glace. Très peu de cailloux sont assez poreux pour former des tiges de glace.

En me fondant sur ces expériences, j'ai essayé de créer de la « glace de galet » dans un environnement contrôlé. J'ai reconstitué les conditions propices à la formation de glace en maîtrisant la température de la terre humide (du sable) sur laquelle sont placés les galets, en utilisant une lampe électrique ajustable comme source de chaleur pour empêcher le gel. L'ensemble est placé dans une enceinte isolée et la surface, avec la terre et les galets, est exposée à un air glacial.

Si toutes les conditions sont réunies, de la glace pousse sur les côtés ou au sommet d'un galet aussi longtemps que de l'eau dans le sol est disponible (ci-dessous : des galets posés sur de la terre humide avant, b, et après formation de la glace, c et une tige de glace sur un galet, d). La glace peut pousser à partir des côtés des cailloux, formant même un collier ou un tube recourbé si le plan de congélation (le lieu où les températures sont optimales pour la croissance de la glace) se trouve au-dessous du sommet du caillou. Quand on remplace le sable par une terre plus lourde ayant une teneur élevée en argile, le même dispositif entraîne la croissance d'aiguilles de glace à partir de la terre, glace qui pousse les galets vers le haut.



Susan Wells Robinson



Tiges de glace formées par des galets.