



→ www.pourlascience.fr/emplois

Connectez-vous au 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

étant volatils, ils s'évaporent : selon les équipements, jusqu'à 20 pour cent du fluide se retrouvent dans l'atmosphère.

En 1974, on a découvert un trou dans la couche d'ozone stratosphérique, au-dessus du pôle Sud. Or cette couche nous protège des ultraviolets, responsables de certains cancers de la peau. Les produits chimiques contenant du chlore (cas de la plupart des frigorigènes utilisés depuis 1930) ayant été en partie tenus pour responsables de sa dégradation, un protocole international a été signé en 1987 à Montréal. Il a interdit l'utilisation des chlorofluorocarbures (CFC) et des hydrochlorofluorocarbures (HCFC), en laissant un certain

délai d'adaptation aux constructeurs. Le plus souvent, ces produits ont été remplacés par des hydrofluorocarbures (HFC), qui n'ont aucun

impact sur la couche d'ozone, laquelle est stabilisée et devrait se reconstituer d'ici une cinquantaine d'années. Cependant, les frigorigènes fluorés, tels les hydrofluorocarbures, sont des gaz à effet de serre. Ils représentent près de deux pour cent des émissions annuelles de ces gaz en équivalent CO_2 , car, bien que beaucoup moins abondants que le dioxyde de carbone, ils exercent parfois un effet de serre plusieurs milliers de fois plus puissant. Du fait de la croissance des besoins en froid, les hydrofluorocarbures pourraient représenter près de sept pour cent des émissions annuelles de gaz à effet de serre à l'horizon 2050. Et les frigorigènes ne représentent que 15 pour cent des émissions liées aux systèmes réfrigérants, le reste étant associé à la production de l'énergie nécessaire à leur fonctionnement.

Pour diminuer la consommation énergétique, on cherche à améliorer l'isolation, ainsi qu'à concevoir des équipements plus économes et des systèmes intégrés (où aussi bien la chaleur que le froid produits sont utilisés pour différentes applications). En outre, le développement des énergies renouvelables permettra de diminuer les émissions de dioxyde de carbone associées à la production de l'électricité nécessaire.

Les frigorigènes fluorés sont visés par les mesures et les conventions internationales sur les gaz à effet de serre depuis plus de 20 ans. Il est aujourd'hui difficile de s'en passer totalement, car on ne dispose pas d'équipements alternatifs efficaces et compétitifs pour toutes les applications.

Cependant, toute une panoplie de mesures a été ou sera bientôt déployée, afin de permettre une adaptation progressive. On limite les fuites grâce à la formation du personnel qui manipule les fluides et à la certification des entreprises. On récupère de plus en plus les fluides usagés, qui sont soit recyclés, soit détruits dans des

CERTAINS FRIGORIGÈNES EXERCENT un effet de serre plusieurs milliers de fois plus puissant que le dioxyde de carbone.

usines spécialisées. On réduit la quantité de fluide utilisé par équipement grâce à une conception améliorée. On confine le frigorigène dans un dispositif hermétique chargé d'abaisser la température d'un fluide anodin, telle l'eau, qui transporte ensuite le froid jusqu'au lieu à rafraîchir. On emploie des fluides à effet de serre faible ou nul, tels des hydrocarbures ou de l'ammoniac. On promeut des technologies sans fluide.

Toutes ces mesures sont encadrées par la loi et le seront de plus en plus. Des négociations sont en cours aux échelles européenne et mondiale pour élaborer de nouveaux règlements qui viseront à interdire progressivement l'usage de fluides à très fort effet de serre (en tenant compte de la durée de vie des équipements, en moyenne d'une vingtaine d'années). Ils devront intégrer une adaptation des réglementations de sécurité, les frigorigènes à faible effet de serre étant le plus souvent inflammables. En outre, il faudra informer toutes les entreprises. C'est à ce prix qu'une vague de froid – bénéfique – pourra continuer à se répandre ! ■

Didier COULOMB est directeur de l'Institut international du froid, basé à Paris.

En 2014 nous recrutons 300 chercheurs (h/f)



—
Biologie
Chimie
Écologie & Environnement
Homme & Société
Ingénierie & Systèmes
Mathématiques
Nucléaire & Particules
Physique
Sciences de l'information
Terre & Univers
—

Le CNRS ➤ révélateur de talents

Les personnes en situation de handicap peuvent également être recrutées par voie contractuelle.



www.cnrs.fr

Inscriptions aux concours sur le site www.cnrs.fr
du 2 décembre 2013 au 6 janvier 2014



Suivez Emploi CNRS



Les fleurs et les rubans de glace

Quand les conditions météorologiques sont favorables, les tiges de certaines plantes donnent naissance à de magnifiques structures de glace. Un phénomène rare et partiellement élucidé.

James R. Carter

Pour observer des fleurs de glace, il faut vous extraire de votre lit bien chaud aux premières heures d'une matinée hivernale et aller faire une longue promenade en forêt. Mais les trésors qui vous attendent méritent bien cet effort ! Si les conditions météorologiques et la flore locale sont adéquates, vous apercevrez des formations glacées éphémères, bourgeonnant à partir de tiges de végétaux : un jardin de glace.

J'ai observé par hasard, pour la première fois, ces sculptures naturelles de glace en décembre 2003, lors d'une randonnée dans le Tennessee. Je n'ai pas pu expliquer ce que j'avais vu jusqu'à ce que je fasse une recherche sur Internet ; mais une année plus tard, j'ai découvert des formations glacées similaires dans une région différente et associées à un autre type de plante. En novembre 2005, je roulais dans le Nord du Kentucky, et j'en observais par hasard sur le bord de la route, où des plantes avaient été fauchées. Des volutes de glace rayonnaient dans toutes les directions à partir de tiges dont le sommet avait été coupé.

L'ESSENTIEL

- Les fleurs de glace se forment sur les tiges d'une quarantaine d'espèces végétales.
- Ces structures peuvent naître lorsque la température ambiante est basse et le sol humide, mais non gelé.
- L'eau du sol est aspirée par capillarité et remonte dans la tige par des canaux. Elle ressort sur les côtés et gèle. Le processus alimente en continu la formation d'un ou de plusieurs rubans de glace.
- Un processus physique similaire est observé avec des pierres poreuses.

Toutes les photographies sont de James Carter sauf mention contraire.

J'ai continué à observer ces formations pendant quelques dizaines de kilomètres. Cette région était riche en espèces végétales capables de former des fleurs de glace, et les conditions de température et d'humidité étaient idéales ce jour-là. J'ai poursuivi mon exploration afin de mieux comprendre le phénomène et d'en apprendre plus sur les facteurs requis pour créer ces merveilles glacées (voir les figures 2 et 3).

Un jardin de glace éphémère

Quelques jours plus tard, en Virginie centrale, par un matin glacial qui succédait à une journée pluvieuse, je suis sorti chercher de nouveaux exemplaires de ces fleurs de glace. Le long d'un chemin en terre battue, je les ai découvertes sous trois formes : des rubans de glace à la base de petites tiges, des aiguilles de glace soulevant une mince couche de terre et une baguette de glace s'élevant jusqu'à environ cinq centimètres du sol. L'année suivante, je suis revenu sur les lieux de ma première observation dans



1. LES FLEURS DE GLACE ne se forment pas par condensation de vapeur d'eau, mais à partir du liquide qui s'échappe de la tige et gèle. Le processus est continu, ce qui conduit à la formation de rubans de glace.

le Tennessee et j'ai recueilli des graines de l'un des végétaux produisant de la glace, une plante nommée *Verbisina virginica*, pour les rapporter dans mon jardin dans l'Illinois. L'hiver suivant, j'avais mes propres fleurs de glace, ce qui a beaucoup facilité l'observation de leur formation et le décryptage des conditions favorables à ce phénomène.

Les pionniers de la fleur de glace

Tandis que je tentais de percer les secrets de ces fleurs de glace, je me suis plongé dans certains articles historiques sur le sujet. Plusieurs des végétaux produisant des fleurs de glace sont connus sous des noms vernaculaires, en particulier *frostweed* et *frost-plant* en anglais, qui signifient littéralement « herbe de givre » et « plante de givre » ; cela indique que leurs étonnantes « fleurs » hivernales sont connues depuis bien longtemps. Les premiers comptes rendus publiés remontent au début des années 1800.

Un article remarquable a été écrit par John Herschel, le fils de l'astronome William Herschel qui a découvert la planète Uranus. En 1833, il publia un article illustré dans la revue *Philosophical Magazine*, où il écrivait que la glace « semblait émerger comme une sorte de ruban – ou une excroissance ondulée en forme de papillote – comme s'il s'agissait d'un procédé d'extrusion d'un état mou présent à l'intérieur de la tige poussé vers l'extérieur par des fissures longitudinales sur les côtés de la tige [...]. La structure de ces rubans était fibreuse, comme celle de la variété fibreuse du gypse, qui présente une surface soyeuse brillante. »

Les observations de Herschel semblent avoir déclenché toute une série d'études sur le même sujet. L'une d'elles, parue dans un numéro de 1850 de la même revue, est du médecin et naturaliste John LeConte, de l'Université de Géorgie, aux États-Unis. LeConte a fait de nombreuses observations pertinentes sur des tiges entières ou coupées qui produisaient toutes de la glace. Il nota que de nombreuses tiges étaient mortes et sèches à la période de l'année où il fit son étude, bien que les racines aient pu être vivantes, et que la formation de glace n'ait pas semblé liée aux fonctions physiologiques de la plante. Il observait : « À une certaine distance, elles présentent l'aspect de boucles de coton