Le 9% qui est magique (les gouttes d'eau deviennent pointues lorsqu'elles gèlent)

Avez-vous déjà pensé à ce qui se passe exactement lorsque la glace est vaporisée (pebbled)? L'idée derrière la vaporisation est bien sûr de vouloir réduire la surface de la pierre qui est en contact avec la glace. Vous déposez donc une fine couche de gouttelettes sur laquelle la bande de roulement de la pierre peut reposer, ce qui réduit le frottement et rend la glace plus rapide ("plus glissante"). Mais attendez; nous pouvons tous imaginer ce qui se passe lorsqu'une goutte d'eau tombe sur le sol. Elle forme une perle ronde, mais la perle n'est pas vraiment un bel hémisphère rond dodu qui dépasse du sol. Elle s'étale et s'aplatit un peu. Elle conserve encore une partie de sa forme ronde en raison de la tension superficielle, mais elle est encore assez plate - puis vous passez le grattoir (nipper) dessus et cete action aplanit davantage cette gouttelette.

Alors pourquoi la vaporisation fonctionne-t-elle réellement? (en réduisant davantage la surface sur laquelle nous jouons). Il se passe autre chose, et c'est assez simple. La plupart des substances se contractent lorsqu'elles gèlent. L'eau, non. L'eau se dilate. En fait, l'eau est la seule substance non métallique connue qui se dilate lorsqu'elle gèle; elle se dilate en volume d'environ 9%. Et c'est là qu'intervient la magie.

Lorsque la gouttelette d'eau tombe sur la glace, elle conserve sa forme arrondie à cause de la tension superficielle (tout comme si elle tombait sur le plancher), mais la couche inférieure de la gouttelette gèle assez rapidement; dès lors, son empreinte est fixée. La gouttelette s'attache à la surface de la glace et elle gèle. Mais elle doit se dilater à mesure qu'elle gèle. La zone de contact avec la glace est fixe, alors elle ne peut pas s'étendre vers l'extérieur. Elle doit s'étendre vers le haut. Et c'est exactement ce qui se passe. Lorsque la gouttelette touche la glace, elle forme une sorte de bourrelet plat. Mais au fur et à mesure qu'elle gèle, elle grandit et prend une forme beaucoup plus conique. (Voir les images.)

Ne me croyez pas sur parole. Des scientifiques (de l'Université de Twente) aux Pays-Bas ont fait l'expérience. Ils ont fait couler de minuscules gouttes d'eau sur une plaque de métal gelée et ils ont pris des photos; ce sont des images en infrarouge pour que vous puissiez voir ce qui se passe lorsque la gouttelette gèle. L'eau liquide est rouge sur la photo et la glace est verte. La forme de départ en haut à gauche est un hémisphère plat (4 mm x 2 mm) mais à mesure que la goutte gèle, elle grandit vers le haut et devient assez pointue.

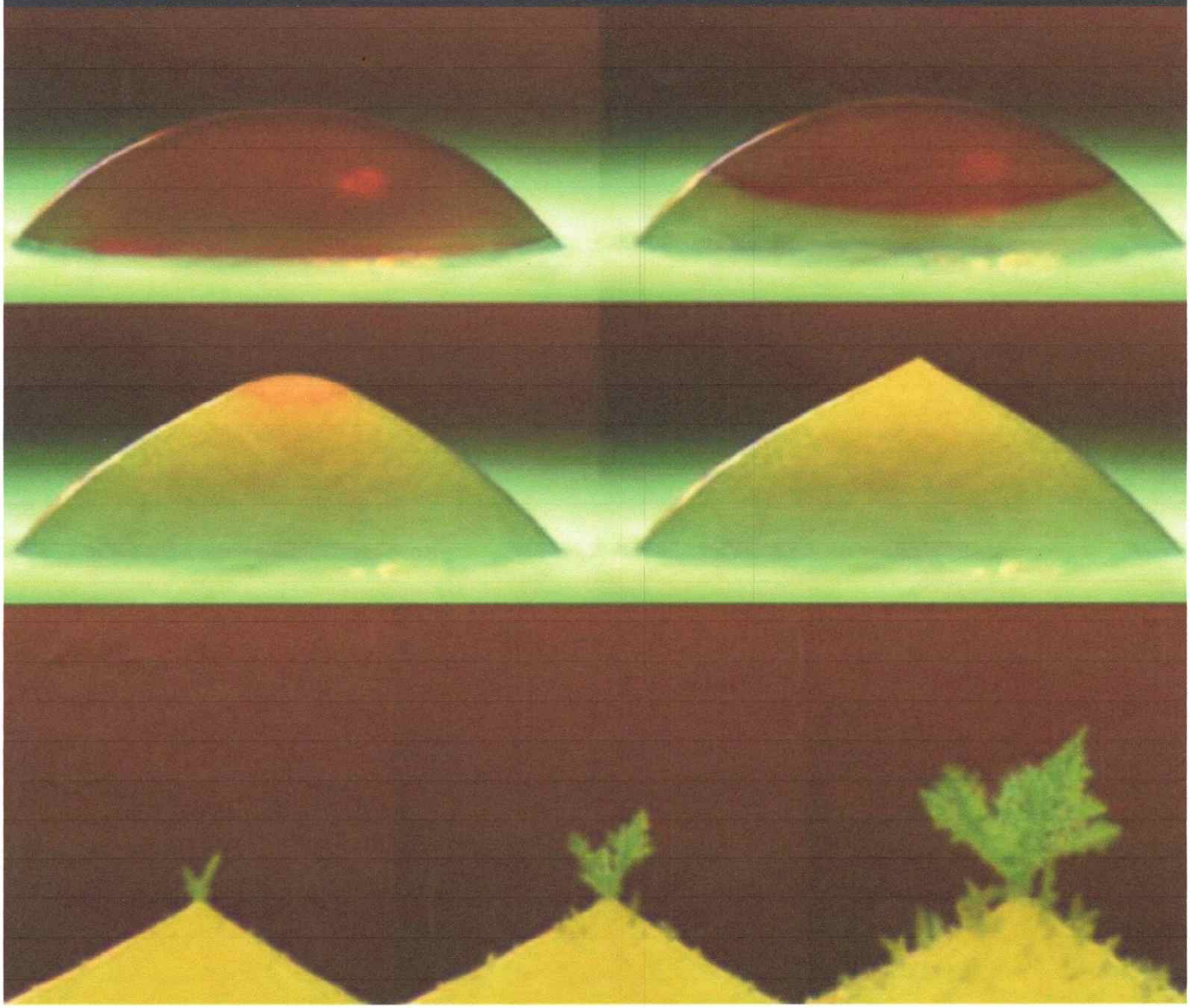
Maintenant, imaginez que le grattoir passe et qu'il ne coupe que le sommet de la gouttelette, de sorte que la réduction de la surface est assez limitée. Grattez peu après la vaporisation et vous obtenez 2-3 mm de large. Grattez lorsque la gouttelette a gelé et vous obtenez seulement 1 mm de large. C'est donc la magie de la vaporisation: surface réduite, friction réduite, glace plus rapide (plus glissante).

Ils ont aussi découvert que la pointe de la gouttelette attire la vapeur d'eau de l'air et produit des cristaux de glace qui s'ajouttent au sommet de la gouttelette. C'est une preuve solide, je pense, de certains phénomènes que nous observons régulièrement durant les pratiques ou les matchs:

1. La glace sur laquelle on n'a pas joué développe une couche de givre qui s'ajoute en fait sur le dessus des gouttelettes individuelles;
2. Le grattoir est efficace car il gratte en fait ce point, de sorte que les cristaux de glace mettent plus de temps à se former et lorsqu'ils se forment, ils ne se forment pas autant sur le dessus de la gouttelette grattée, ce qui bien sûr ralentirait la glace; et,
3. Pensez à la glace à l'extérieur de la ligne du grattoir: c'est de la glace non grattée qui reste là pendant une heure à développer du givre sur le dessus de la gouttelette et cela peut durer tout le temps que vous jouez. Et lorsque vous devez faire un placement et sortir à l'extérieur de la partie couverte par le grattoir vers la fin du match, cette glace va être lente. (À moins que vos balayeurs ne soient assez intelligents pour nettoyer rapidement devant la pierre.)

Un dernier point : ces quatre premières photos ont été prises sur une période de 18 secondes; c'est donc une première estimation du temps qu'il faut pour que la gouttelette gèle après son application. Sauf que la surface de l'étude était maintenue à -20°C, alors que notre surface de glace est beaucoup plus chaude. Notre glace n'est maintenue qu'à environ -5 ou -6 °C, et à cause de cette chaleur à la surface, il faudra évidemment beaucoup plus de 18 secondes pour figer la gouttelette. En fait, vous devez vraiment attendre environ 60 bonnes secondes pour que ces belles gouttelettes durcissent avant de passer le grattoir.

12 OCT 2012 • BY GRETCHEN CUDA KROEN



OSCAR R. ENRÍQUEZ, ÁLVARO G. MARÍN, KOEN G. WINKELS, AND JACCO H. SNOEIJER, PHYSICS OF FLUIDS GROUP, UNIVERSITY OF TWENTE, ENSCHEDE, THE NETHERLANDS

Frozen water droplets take on a whole new shape when they freeze: Instead of staying round, they form a pointy tip, and eventually sprout a tiny forest of ice crystals on their surface. In order to observe these effects, researchers dripped tiny beads of water on a plate kept at a chilly -20°C. In the 18 seconds that it took the 4-millimeter-diameter droplets (top row) to solidify, researchers snapped photos of the water freezing from the bottom up. During the final stage of freezing, the ice drops developed a pointy tip (middle row), which continued to grow and eventually formed delicate ice crystals on the surface, the team reported last month in *Physics of Fluids*. Researchers believe the unusual pointy tip is caused by the vertical expansion of the ice combined with the surface tension on remaining liquid. Once frozen, the sharp tip of the drop attracts water vapor from the air, and produces treelike ice crystals (bottom row).

See more Science*Shots*.

Got a tip for Science's news department?

CONNECT >

Subscribe to News from Science

Don't yet have access? Subscribe to News from *Science* for full access to breaking news and analysis on research and science policy.

SUBSCRIBE >