



## Un savoir-faire technique pour les «fabricants» de neige suisses

Préserver les ressources naturelles, réduire la consommation d'énergie et d'eau et améliorer la qualité de la neige – tels sont les défis que doivent relever les stations de ski suisses avec l'aide des chercheurs du WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF à Davos.

Les hivers précédents ont été peu réjouissants pour de nombreuses stations de ski suisses. Le manque de neige et donc de touristes a entraîné des pertes financières pour les remontées mécaniques, les hôtels et les restaurants. «L'année dernière, en Engadine, il n'a presque pas neigé jusqu'au mois de mars», explique Hansueli Rhyner, directeur du groupe «Sports de neige» au WSL pour l'étude de la neige et des avalanches SLF à Davos. «La dépendance vis-à-vis des techniques d'enneigement a fortement augmenté.»

Depuis plusieurs années, Rhyner et son équipe recherchent des innovations techniques pour les stations de sports d'hiver. La priorité est donnée aux installations d'enneigement, comme par exemple les «canons à neige». Depuis 1978, ceux-ci sont utilisés en Suisse pour enneiger les pistes – Savognin dans les Grisons a été l'une des premières stations à s'en servir. Dans les premières installations, l'eau était propulsée à travers de fines buses dans l'air froid pour geler et retomber ensuite sur le sol sous forme de neige. «Mais cela fonctionnait uniquement lorsque les températures descendaient entre -7°C et -12°C.» Plus tard, les chercheurs ont conçu la technique de nucléation dans laquelle l'eau est soufflée avec de l'air sous haute pression par de petites buses. De minuscules grêlons se forment en

quelques millisecondes et agissent comme des germes de cristallisation. Dès que les germes de cristallisation entrent en contact avec les gouttes d'eau propulsées par les buses, celles-ci commencent à geler. Cette technique d'enneigement fonctionne même à des températures entre -2°C et -3°C.

### Un enneigement sans électricité

Dans des conditions idéales, une lance à neige produit 50 à 70 mètres cube de neige par heure. L'air comprimé est produit par un compresseur qui consomme beaucoup d'électricité. C'est pourquoi Rhyner et son équipe, en collaboration avec la haute école FHNW et des partenaires industriels, ont conçu ces dernières années une installation d'enneigement qui utilise 80 % d'air comprimé en moins. Cette avancée a nécessité des essais sur le terrain, des études dans une soufflerie climatique qu'une modélisation théorique détaillée. En 2015, les partenaires ont franchi une étape supplémentaire avec la première lance à neige zéro énergie. Au lieu d'un compresseur électrique, celle-ci utilise la pression naturelle de l'eau pour la vaporisation – par exemple l'eau provenant d'un lac de retenue à plus haute altitude. Mais ce système n'a de sens sur le plan énergétique que si l'eau ne doit pas être pompée depuis la vallée avec une pompe électrique.

De plus en plus souvent, la neige artificielle est produite à l'avance dès que les conditions de production sont idéales. C'est ce que l'on appelle le «Snow Farming». Après avoir mené plusieurs études, le SLF a conclu que la sciure convenait à une isolation optimale du réservoir de neige. Cela n'est valable toutefois que pour les petites surfaces, car la répartition des gros tas de neige avec des dameuses est coûteuse.

### **Une consommation d'eau réduite grâce au GPS**

De nombreuses stations poursuivent un autre objectif: réduire la consommation d'eau. «Un demi-mètre cube d'eau est nécessaire pour un mètre cube de neige – cette relation n'est pas modifiable», explique Rhyner. «Pour économiser l'eau, il faut donc trouver un moyen d'utiliser moins de neige.» C'est pourquoi les dameuses modernes sont équipées d'un système GPS élaboré. Avant les premières chutes de neige, l'ensemble du domaine skiable est mesuré électroniquement. Puis, une fois la neige tombée, une comparaison des données GPS dans les dameuses permet de déterminer l'épaisseur de la neige en temps réel, quel que soit l'endroit. Les exploitants des domaines skiables savent donc précisément où il faut de la neige artificielle et où le

manteau neigeux naturel suffit pour skier. «Dans certains domaines skiables, cela a permis de réduire l'enneigement artificiel de 30 %. Autrement dit, de diminuer la consommation d'eau de 30 %», explique Rhyner.

Malgré des progrès considérables en termes de consommation d'eau et d'énergie, l'enneigement artificiel a des conséquences sur l'environnement, explique Rhyner. Souvent, les pistes de ski sont aplanies par des machines de chantier afin de consommer moins d'eau et donc moins de neige. Des tranchées profondes doivent par ailleurs être creusées pour poser les câbles des installations d'enneigement, ce qui laisse des traces. Cela pose problème en particulier dans les régions alpines protégées. En revanche, selon Rhyner, le prélèvement d'eau dans les ruisseaux et les lacs pour l'enneigement a peu de répercussions sur l'environnement. L'eau reste dans le cycle naturel même si elle pénètre à nouveau dans le sol un peu plus tard sous forme de neige. Cela ne modifie que légèrement la flore autour des pistes, comme l'ont démontré des études sur le long terme.

---

### **Le défi du changement climatique**

Le changement climatique et le réchauffement planétaire représentent de nouveaux défis pour les stations de ski: les climatologues prévoient des étés plus chauds et des hivers plus doux. Les stations de basse altitude manquent de plus en plus souvent de neige pour le tourisme hivernal. De plus, les glaciers ne cessent de reculer en raison des températures élevées. A certains endroits, cela menace aussi les pistes de ski. Par exemple, le glacier de Gurschen dans le domaine skiable Andermatt-Gemsstock dans le canton d'Uri. C'est pourquoi les responsables ont recouvert des parties du glacier d'une bâche blanche de 2 500 mètres carré. Cela permet d'augmenter la réflexion solaire dans l'atmosphère et d'atténuer le réchauffement de la glace pour en ralentir la fonte.

---

### **Impressum**

Académie suisse des sciences techniques  
[www.satw.ch/index\\_FR](http://www.satw.ch/index_FR)  
Janvier 2017