



# NEIGE

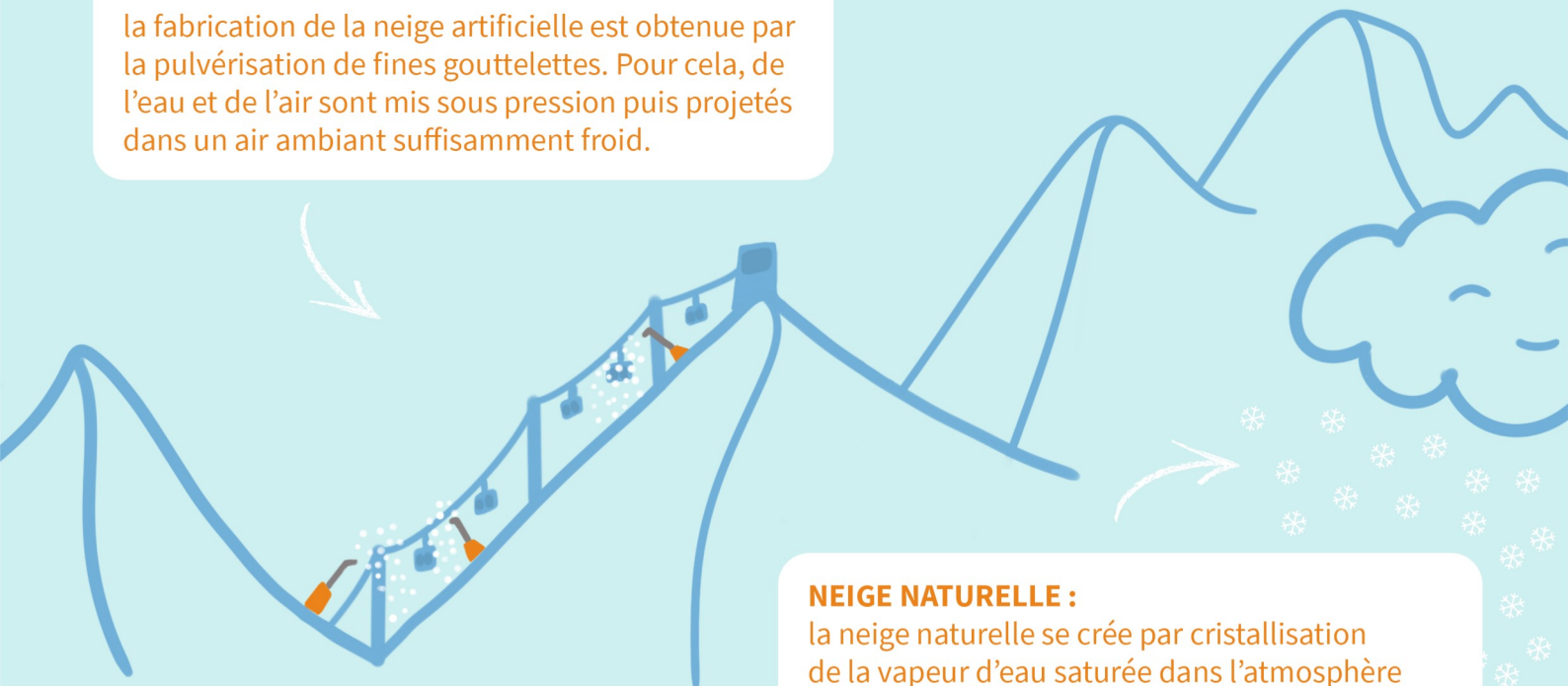
# ARTIFICIELLE

## NOTE PÉDAGOGIQUE

# Définitions

## NEIGE ARTIFICIELLE :

la fabrication de la neige artificielle est obtenue par la pulvérisation de fines gouttelettes. Pour cela, de l'eau et de l'air sont mis sous pression puis projetés dans un air ambiant suffisamment froid.



## NEIGE NATURELLE :

la neige naturelle se crée par cristallisation de la vapeur d'eau saturée dans l'atmosphère autour d'un **noyau de condensation** (poussière) lorsque les températures sont assez fraîches.

## Neige artificielle

Inférieure à  $-5 / -7^{\circ}\text{C}$   
pour obtenir un bon rendement

Billes de glace sphériques

$360 \text{ à } 450 \text{ kg/m}^3$   
mais jusqu'à  $900 \text{ kg/m}^3$

Se dame mieux, quasiment sur demande

Sensation de glace en skiant

Température  
de formation

Forme

Densité

Intérêt  
pour le skieur

Point négatif  
pour le skieur

## Neige naturelle

Une température négative  
ou proche de  $0^{\circ}\text{C}$

La neige fraîche a une forme  
hexagonale puis se transforme en  
gobelets, plaquettes, grains ronds.  
Taille variable qui évolue avec la  
température, le vent, l'humidité,  
l'ensoleillement.

$100 \text{ kg/m}^3$  pour la neige fraîche

Poudreuse, neige légère

Dépend des conditions  
météorologiques

# Un peu d'Histoire

**1950**

Production de neige par broyage de glace réalisée par Walt Schoenknecht.

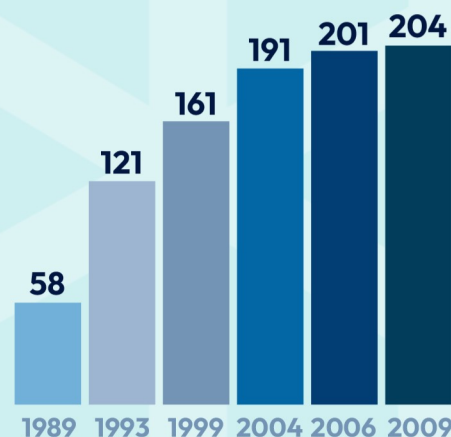
**1973**

En France, les premiers canons à neige sont installés en Haute-Savoie dans les années 70.



Rapidement, les premiers canons à neige basés sur un mélange eau potable/air émergent aux Etats-Unis avec les frères Tropéano.

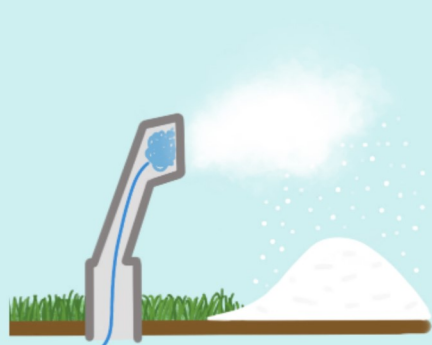
## Evolution du nombre de stations équipées en France



Source : d'après P. Paccard 2010

## Les modes de production et de stockage

### Traditionnel

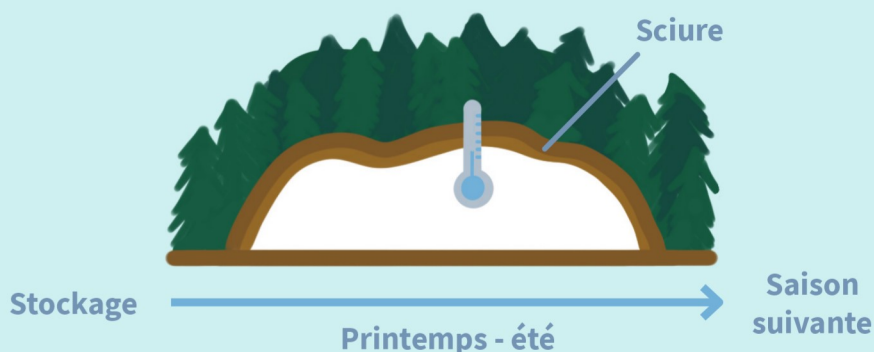


Canons à neige

### Usine à neige



### Snow farming



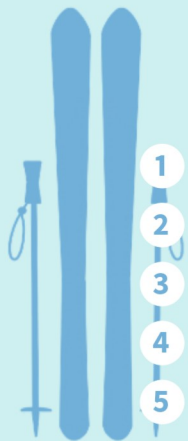
## EN CHIFFRES

**20 à 25 millions de m<sup>3</sup> d'eau/an**

Au niveau des Alpes françaises, ce sont entre 20 à 25 millions de m<sup>3</sup> par an qui sont consommés par la neige artificielle, ce qui équivaut à la consommation en eau d'une ville comme Grenoble.

La neige artificielle représente **5 à 10% du prix d'un forfait de ski**

# La neige artificielle... mais dans quel but ?

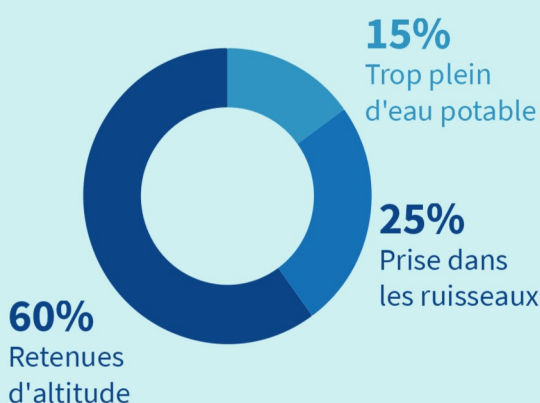


- 1 Prolonger la saison de ski
- 2 Créer une sous-couche de support à la neige naturelle
- 3 Conforter les **zones d'usures**
- 4 Soutenir l'ossature du domaine skiable
- 5 Garantir le ski sans interruption dans la saison pour les touristes

## Impacts sur la ressource en eau

### D'où vient l'eau utilisée pour la fabrication de neige artificielle ?

En moyenne à l'échelle du bassin versant en Savoie



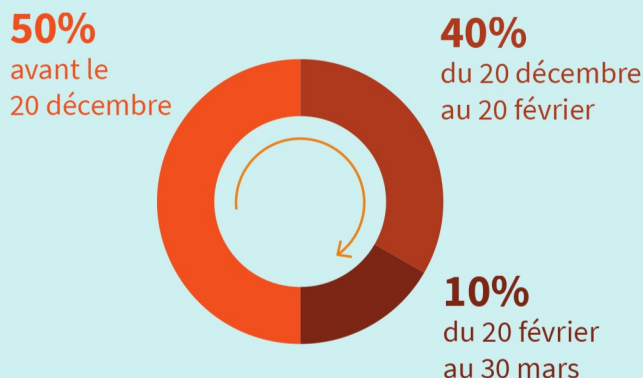
La ressource en eau n'est pas infinie, il faut donc la préserver. Cependant, la production de neige artificielle consomme d'importantes quantités d'eau. Cela a de réelles conséquences sur le cycle de l'eau.

**La coexistence des divers usages de l'eau** en période d'**étiage hivernal** des cours d'eau est peu évidente. Il arrive qu'en période de pénurie, l'eau nécessaire à la production de neige artificielle soit prélevée directement dans les rivières, dont le débit est déjà faible. La solution envisagée des **retenues collinaires** présente des limites. Ce sont des ouvrages au volume très conséquent, parfois d'une capacité supérieure à 100 000 m<sup>3</sup>.

**100 000 m<sup>3</sup>**  
=  
**40 piscines olympiques**

### Production de neige artificielle

En moyenne à l'échelle du bassin versant en Savoie



Les retenues collinaires associées à la neige artificielle ont un impact sur la biodiversité, les paysages, la dérivation de cours d'eau et très souvent la suppression de **zones humides** existantes et de leur fonctionnement écosystémique.

Il n'y a plus d'additifs lors de la fabrication de neige artificielle depuis 20 ans. Cependant, si une eau est prélevée lorsqu'elle est impropre, elle ne verra pas sa **qualité** améliorée lors de sa transformation en neige artificielle. Pourtant, les zones recouvertes de neige artificielle sont parfois situées au niveau d'aires d'alimentation des **captages d'eau potable**. Lors de la fonte, une partie de l'eau polluée alimentera le captage.

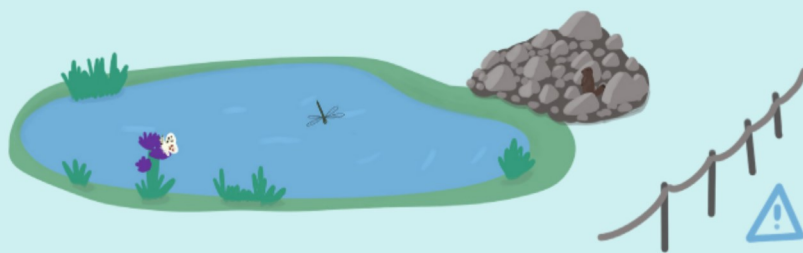
## EN CHIFFRES

La méthode actuelle de production gaspille 30 à 40 % de l'eau par évaporation.

## Impacts sur les milieux

La production de neige artificielle c'est aussi :

- **Un damage quasi-systématique** : face à des domaines skiables de plus en plus grands, les pistes deviennent des autoroutes de neige.
- **Un réchauffement des sols** : l'effet isolant naturel de la neige est accentué avec la neige artificielle. Plus dense et plus durable, elle restreint les possibilités de perte de chaleur des sols et favorise ainsi leur réchauffement.
- **Une imperméabilisation des sols** : la glace damée met du temps à fondre, accentuant le phénomène de **ruissellement** pouvant provoquer l'érosion du sol nu.



- **Une artificialisation des sols** : les sites d'implantation des retenues sont terrassés. Cela conduit à la disparition d'espèces et des milieux.
- **L'enterrement des conduites d'eau**, une pratique qui comporte des risques avec les ruptures de canalisation.

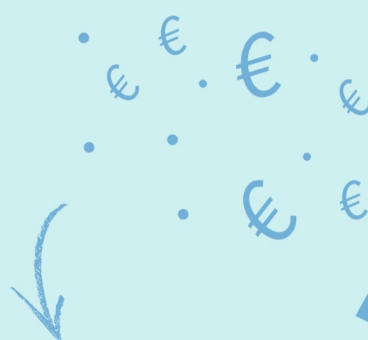


## Impacts énergétiques

L'impact énergétique est aussi un élément à prendre en compte. Il est non négligeable avec le fonctionnement des canons à neige. Cette consommation ne va pas dans le sens des obligations de réductions, liées à la transition écologique. La consommation est de l'ordre de 2 à 3Kwh par m<sup>3</sup> de neige produite. Par exemple, en Savoie, la consommation était de 3Kwh par m<sup>3</sup> en 2012 et de 2,65 Kwh par m<sup>3</sup> en 2021.

## Impacts économiques

Les aménagements qui gravitent autour de la neige artificielle impliquent de lourds investissements. Ils sont largement subventionnés par les Régions et les Départements grâce aux fonds publics dont le poids pèse sur tous les citoyens. De 2012 à 2017, ce sont 284 millions d'euros qui ont été investis, tous massifs confondus, avec une accélération de la progression d'année en année.



1m<sup>3</sup> de neige artificielle  
**revient  
à 2,5 €**

# Réglementation en vigueur



En droit international, le **protocole tourisme de la convention alpine** dispose que la fabrication de neige est autorisée uniquement si les conditions hydrologiques, climatiques et écologiques le permettent. Cette disposition n'est pas évidente d'application et laisse une grande marge de manœuvre.

Les opérations de projets d'enneigement sont mal encadrées et aucun dispositif juridique spécifique n'a été mis en place. Les incidences environnementales ne font pas le poids face aux enjeux économiques.

A l'occasion de la **loi Montagne de décembre 2016**, les opérations d'enneigement artificiel et de retenues collinaires n'ont pas été intégrées dans la nomenclature des **Unités Touristiques Nouvelles (UTN)**. FNE a pourtant essayé de faire rentrer ces opérations parmi les UTN mais le Conseil d'Etat a rejeté la demande.

Les collectivités locales volontaires peuvent soumettre les enneigeurs au régime des UTN par le biais de **Plan local d'urbanisme (PLU)** ou du **Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT)**.

Plusieurs projets liés à des opérations d'enneigement sont soumis à **évaluation environnementale au cas par cas ou de manière systématique** suivant leur taille et le contexte d'installation (Code de l'environnement). Toutefois, certains projets d'enneigement peuvent encore échapper à l'obligation d'évaluation.

La réglementation relative à la protection de l'eau et des milieux aquatiques trouve également à s'appliquer. Une **autorisation ou une déclaration « Loi sur l'eau »** peuvent être nécessaires pour certaines opérations, au titre du **code de l'environnement**.

Le [Schéma Directeur de l'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône-Méditerranée](#) peut également être mobilisé.

## Taux de couverture

L'équipement d'une station est mesuré en « **taux de couverture** » de neige artificielle. En Auvergne-Rhône-Alpes, ce taux est de 45% avec pour objectif à court terme d'atteindre les 70%. Actuellement, la neige artificielle recouvre 35% des pistes de ski françaises.

## 1 couche, 2 couches, 3 couches...

Il faut environ 4000 m<sup>3</sup> à l'hectare pour chaque couche de neige artificielle. C'est plus que la consommation d'eau de culture du maïs en été. Généralement, plusieurs couches de neige sont effectuées durant la saison.

# Lexique

**Artificialisation des sols** : opération qui consiste à aménager un sol naturel, agricole ou forestier en le transformant. Les espaces qui subissent une artificialisation ne sont plus disponibles pour des usages tels que l'agriculture, la foresterie ou comme habitats naturels.

**Bassin versant** : un bassin versant est un territoire drainé par un même cours d'eau et ses affluents. Il est délimité par une ligne de partage des eaux, qui correspond généralement aux lignes de crête.

**Carrière à neige** : stock de neige réalisé en fin de saison puis entreposé et isolé jusqu'à la saison prochaine.

**Captage d'eau potable** : ouvrage de prélèvement exploitant une ressource en eau en surface ou souterraine.

**Débit** : volume d'eau écoulé par unité de temps, par exemple en m<sup>3</sup>/s.

**Débit minimal biologique** : débit minimal réglementaire que les propriétaires ou gestionnaires d'un ouvrage hydraulique (lac, plan d'eau, barrage, seuil, unité hydroélectrique) doivent laisser au cours d'eau. Cela doit permettre le fonctionnement des écosystèmes ainsi que la circulation des espèces.

**Dérivation de cours d'eau** : modification artificielle du linéaire d'un cours d'eau.

**Etiage** : baisse périodique du débit d'un cours d'eau.

**Loi sur l'eau** : elle encadre tous les projets qui risquent d'impacter les milieux aquatiques. Si un projet se situe dans certaines zones de risque ou dépasse certains seuils de surface définis par la réglementation, le responsable de ce projet doit obligatoirement déposer un dossier Loi sur l'eau.

**Noyau de condensation** : particule permettant à la vapeur d'eau contenue dans l'air de se déposer en créant une gouttelette.

**Pertes mécaniques** : ici, pertes mécaniques liées au vent et aux dépôts hors des pistes.

**Plan local d'urbanisme (PLU)** : document qui spécifie les conditions d'aménagement des sols afin de concilier les différents enjeux (habitats, environnement, activités économiques) d'un territoire.

**Retenues collinaires** : ouvrages de stockage des eaux de pluies et de ruissellement.

**Ruissellement** : écoulement des eaux à la surface du sol, dans le sens de la pente.

**Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT)** : document de planification sur le long terme destiné à servir de référence pour les politiques sectorielles, notamment au sujet de la biodiversité, de l'environnement, l'énergie, l'urbanisme. Il doit être en accord avec les principes de développement durable.

**Snowfarming / carrière à neige** : stock de neige constitué en fin de saison, entreposé et isolé par une couche de sciure de 30 centimètres ou grâce à un autre isolant pour passer les saisons estivale et automnale.

**Usine à neige** : fabrication en usine d'un stock de neige acheminé en camions jusqu'aux stations.

**Taux de couverture** : unité de mesure pour évaluer la proportion de neige artificielle sur une station.

**Traditionnel (mode de fabrication)** : fabrication de neige à partir d'eau et d'air, grâce aux canons à neiges/diffuseurs sur les pistes, alimentés par des canalisations d'eau.

**Unités Touristiques Nouvelles (UTN)** : ce sont des « opérations de développement touristique effectuées en zone de montagne et contribuant aux performances socio-économiques de l'espace montagnard » d'après le Code de l'urbanisme.

**Zones humides** : terrains habituellement inondés ou gorgés d'eau de façon permanente ou temporaire. Elles sont identifiables par la morphologie des sols et/ou le recouvrement d'espèces de flore hygrophiles (plantes avec des besoins élevés en eaux) et/ou la présence de communautés végétales ou d'habitats caractéristiques. Ces milieux sont essentiels pour la qualité et quantité d'eau, de plus ce sont de réels réservoirs de biodiversité.

**Zones d'usures** : zones des domaines skiables où la quantité de neige vient à manquer.

## Pour aller plus loin :

- <https://www.peisey-info.com/canon-a-neige/>
- <https://www.fne-aura.org/essentiel/region/on-vient-dinventer-sans-le-dire-une-nouvelle-activite-le-ski-artificiel/>
- <http://www.zones-humides.org/>
- À suivre, lire prochainement le positionnement de FNE AURA sur l'enneigement artificiel.