

Le tourisme hivernal face au changement climatique dans les Alpes du Sud : pertinence de la neige de culture comme technique d'adaptation

Un travail de recherche, publié en avril 2019 dans le journal en ligne *The Cryosphere*¹, met en perspective l'évolution de l'enneigement en montagne au milieu et à la fin du XXI^e siècle en incluant la problématique de la neige de culture.

L'étude évalue la « fiabilité d'enneigement » de 175 stations dans les Alpes et les Pyrénées (dont 23 stations dans les Alpes du Sud), sur la base d'un critère dit « de 100 jours ». Une année est considérée fiable si au moins 100 jours avec plus de 100 kg/m² de neige sur les pistes (ce qui correspond à une hauteur de neige de 20 à 30 cm, selon la densité de la neige), sont comptabilisés sur la période du 15 décembre au 15 avril. À partir de ce critère, des classes de fiabilité ont été définies, en fonction du nombre d'années où certains seuils sont atteints, à l'altitude de la station ou à l'altitude moyenne des remontées mécaniques, avec production ou non de neige artificielle. Le Tableau 1 détaille la définition de ces classes.

Classe	Fiabilité avec enneigement naturel	Fiabilité avec enneigement artificiel
■ 1	supérieur à 90 % à l'altitude de la station	
■ 2	supérieur à 70 % à l'altitude de la station	supérieur à 90 % à l'altitude de la station
■ 3	supérieur à 70 % à l'altitude moyenne des remontées mécaniques	supérieur à 90 % à l'altitude de la station
■ 4	supérieur à 50 % à l'altitude moyenne des remontées mécaniques	supérieur à 90 % à l'altitude de la station
■ 5		supérieur à 90 % à l'altitude de la station
■ 6		supérieur à 90 % à l'altitude moyenne des remontées mécaniques
■ 7		inférieur à 90 % à l'altitude moyenne des remontées mécaniques

Tableau 2. Fiabilité d'enneigement naturel et artificiel par classe

Les catégories 1, 2 et 3 caractérisent les stations où l'enneigement naturel est généralement suffisant. La neige de culture n'est ainsi utile qu'aux altitudes les plus basses pour compenser le manque d'enneigement les années déficitaires. Pour les catégories 4 et 5, l'enneigement naturel n'est plus aussi fiable, mais la neige de culture permet de restaurer cette fiabilité à toutes les altitudes. Pour les stations en catégorie 6 et 7, même la neige de culture ne garantit plus la fiabilité de l'enneigement au niveau de la station.

Plusieurs scénarios d'évolution de forçage météo ont été couplés à des scénarios d'entretien de la neige sur les pistes, avec ou sans production de neige de culture. Ces scénarios produisent des altitudes de fiabilité d'enneigement par massif à différentes échéances : passé récent, futur proche (2030-2050) et fin de siècle (2080-2100). Ces altitudes sont comparées à celles des stations et des domaines skiables pour déterminer la classe de fiabilité d'enneigement de la station ou d'un domaine skiable pour un scénario à une échéance donnée.

¹ P. Spandre et al., *Winter tourism under climate change in the Pyrenees and the French Alps*, April 2019

Les résultats globaux pour les 23 stations des Alpes de Sud sont résumés dans la Figure 1. Ils dépendent largement du scénario envisagé en fonction de l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. « **Avec le scénario vertueux (RCP 2.6), la fiabilité d'enneigement est conservée sur la totalité des domaines skiables des Alpes du Sud jusqu'à la fin du XXI^e siècle** ». À l'opposé, « **avec le scénario du laisser-faire (RCP 8.5), environ 7 % des domaines skiables n'est plus fiable, même avec la neige de culture sur la période 2030-2050 et cette tendance s'amplifie en fin de siècle puisque ce taux monte à 80 %** » (total des catégories 6 et 7, respectivement en rouge et noir). Dans cette hypothèse, la production de neige de culture garantirait la fiabilité d'un cinquième seulement des domaines skiables actuels des Alpes du Sud à la fin du siècle.

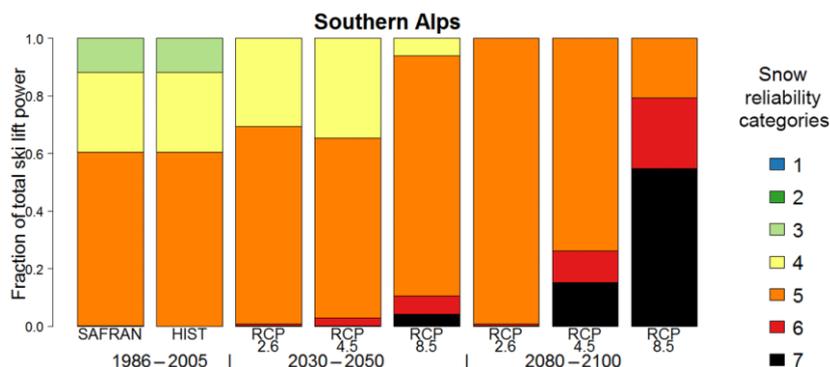


Figure 1. Distribution dans les catégories de fiabilité d'enneigement des domaines skiables des Alpes du Sud, pour divers scénarios et échéances

La Figure 2 donne la répartition, station par station, de l'évolution modélisée. Chaque cercle représente une station (sa taille varie en fonction du débit total des remontées mécaniques). Les points rouges et noirs représentent les stations où l'enneigement artificiel ne parvient pas à maintenir la fiabilité d'enneigement au niveau de la station. « **Dans le futur proche, quelque soit le scénario, la fiabilité d'enneigement avec la neige de culture est maintenue pour 18 stations sur 23 dans les Alpes du Sud. Les résultats à la fin de siècle sont très fortement dépendants du scénario : à cette échéance, pour le scénario du laisser-faire (RCP 8.5), seules subsistent 4 stations fiables avec enneigement artificiel dans les Alpes du Sud. Par contre, avec le scénario vertueux (RCP 2.6), l'enneigement artificiel permet de conserver la fiabilité d'enneigement pour 21 stations sur 23.** »

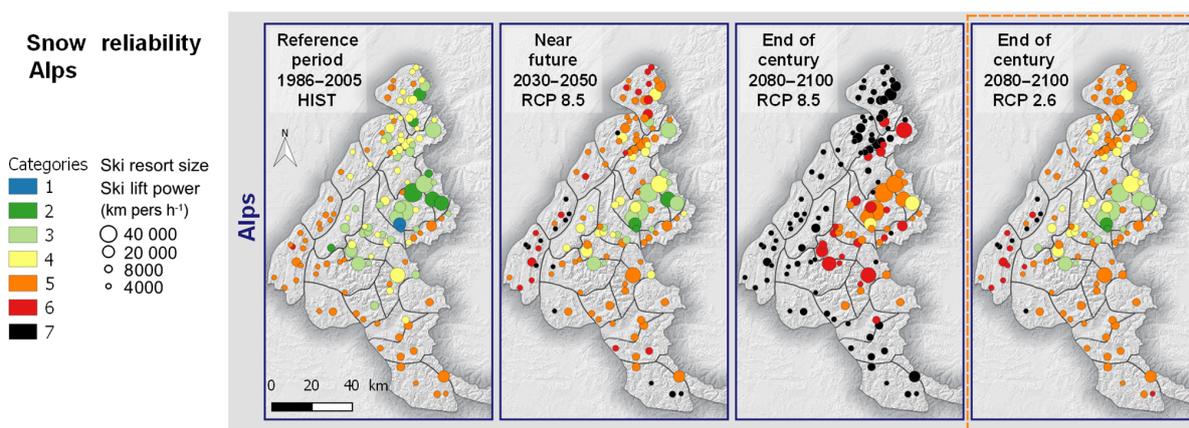


Figure 2. Catégorisation des stations pour divers scénarios et échéances

Pour en savoir plus, consulter l'article en ligne (en anglais) : <https://tc.copernicus.org/articles/13/1325/2019/>

Lire aussi : www.nature.com/articles/s41598-019-44068-8