

➤ ClimSnow, un service climatique pour anticiper l'impact du changement climatique sur les conditions d'enneigement des stations de sport d'hiver

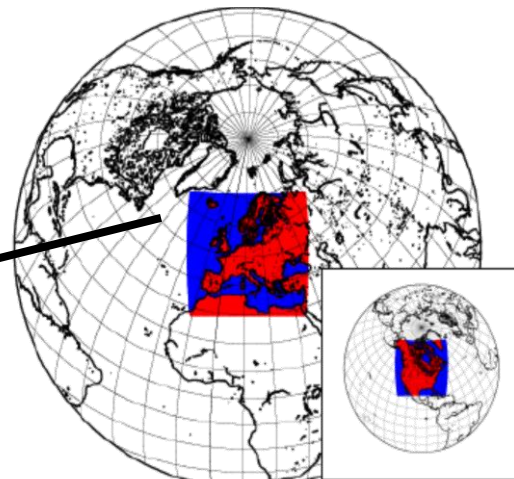
François H. (INRAE LESSEM), Morin S. (CNRM CEN), Carmagnola C. (CNRM-Dianeige), Samacoïts R. (Météo-France DCSC), Aniort N. (Météo-France), Guily L. (Dianeige), Simon J. (Dianeige), Soubeyroux JM. (Météo-France DCSC), Drouin A (Météo-France DCSC).

➤ Les stations de sports d'hiver françaises face au changement climatique

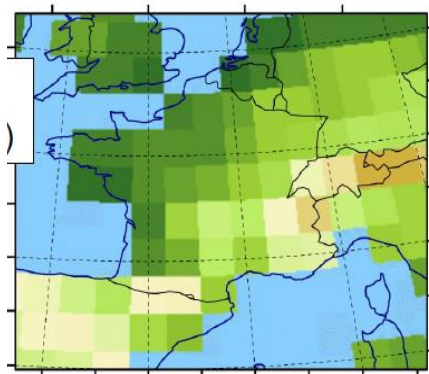
- **Un secteur clef pour l'aménagement des territoires de montagne**
 - La France, parmi les leader mondiaux de l'industrie des sports d'hiver
 - 120.000 emplois directement liés aux sports d'hiver
- **Une industrie tributaire de la neige**
 - Un problème consubstantiel de la construction des stations comme des pôles de croissance
 - Un besoin d'accompagnement renouvelé par le changement des conditions climatiques



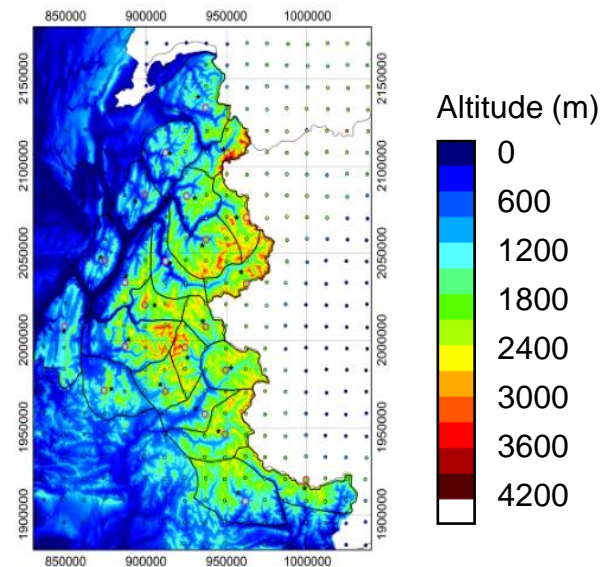
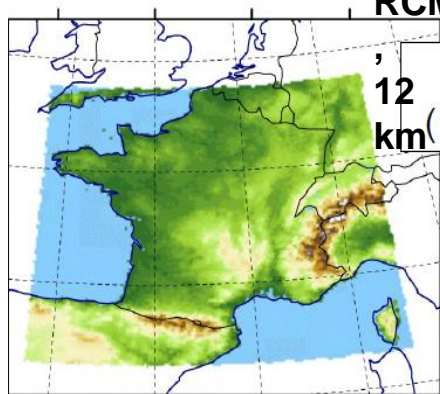
➤ La méthode de descente d'échelle ADAMONT



GCM,
150 km



EUROCORDEX
RCM



Regional climate
model (RCM)

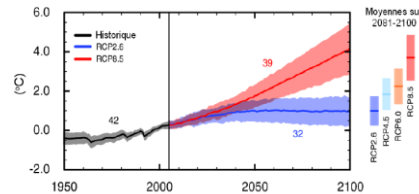
Statistical
adjustment
ADAMONT



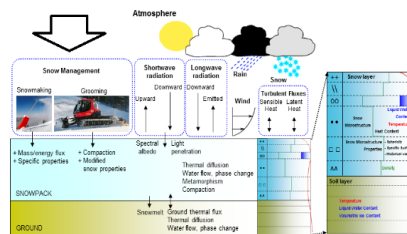
ClimSnow, un service climatique pour anticiper l'impact du changement climatique sur les conditions d'enneigement des stations de sport d'hiver
Colloque AIC 2022 - François H., Morin S., Carmagnola C., Samacoïts R., Aniort N., Guily L., Simon J., Soubeyroux JM., Drouin A.

➤ Modélisation fine à l'échelle des domaines skiables

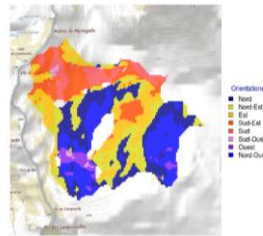
Scénarios climatiques « zoomés »



Modélisation de la neige (naturelle et gérée)



Représentation de la topographie



Prise en compte des caractéristiques locales (emplacement des enneigeurs, dialogue technique)

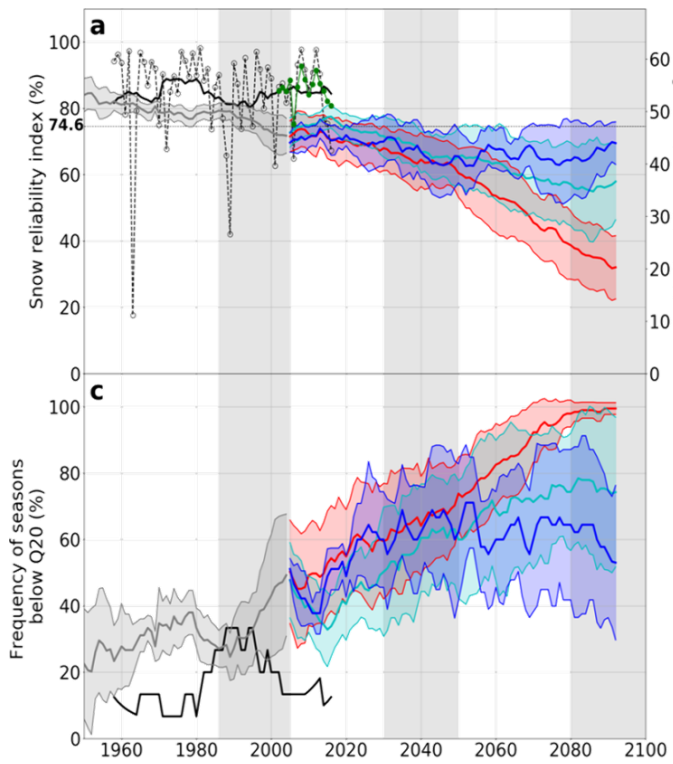


Traitement statistique de l'indice de fiabilité de l'enneigement. Focus sur la fréquence de retour des années « délicates » (Q20) plutôt que la moyenne multi-annuelle

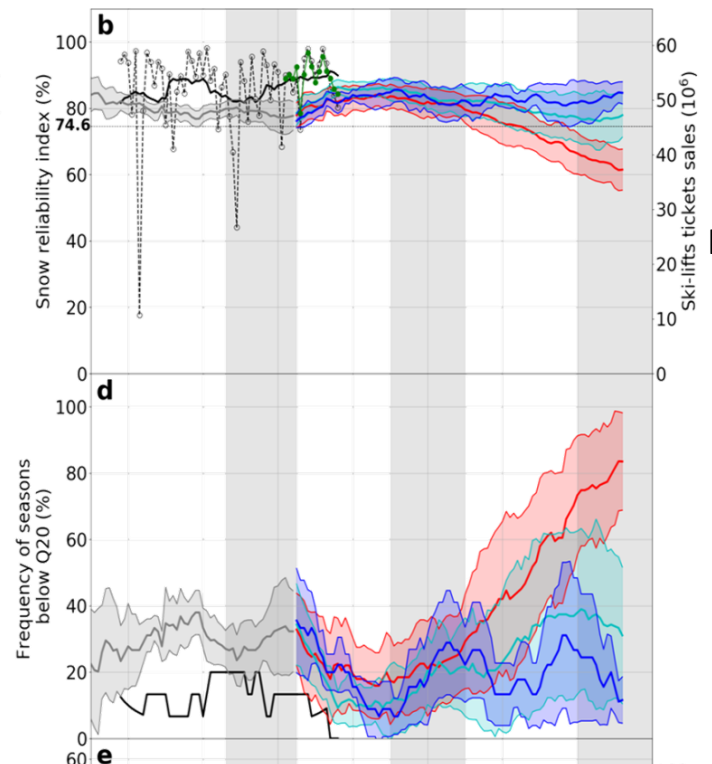


➤ Résultats agrégés à l'échelle de l'ensemble des Alpes (Spandre et al., 2019) – masque l'hétérogénéité

Neige damée



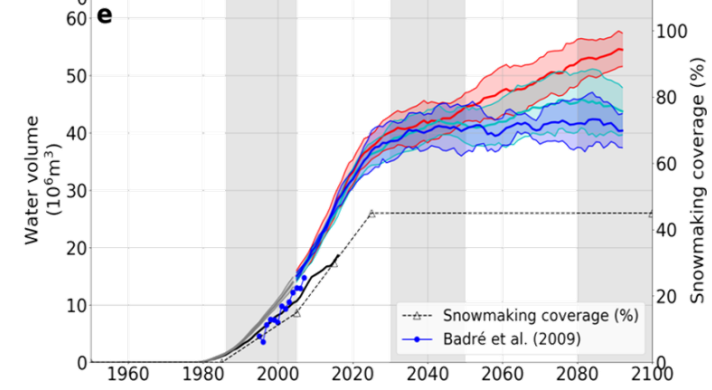
Avec production de neige



Indice de fiabilité de l'enneigement (part du moment de puissance exploitable)

Taux de retour des hivers « sans neige » (conditions les plus défavorables une année sur 5 dans la période 1986-2015)

- Reanalysis (15-years running mean, μ)
- - - Reanalysis (annual values)
- Q20 threshold
- Ski-lifts tickets sales
- Multi-model 15-years running mean ($\mu \pm \sigma$)
- HIST
- RCP 8.5
- RCP 4.5
- RCP 2.6

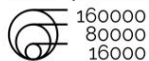


Besoin en eau pour la production de neige

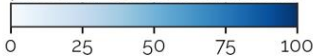


➤ Résultats par massif dans les Alpes

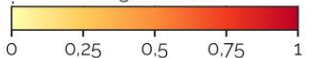
Moment de puissance
(km² * personnes / heure)



Valeur du Q20 de référence (%)



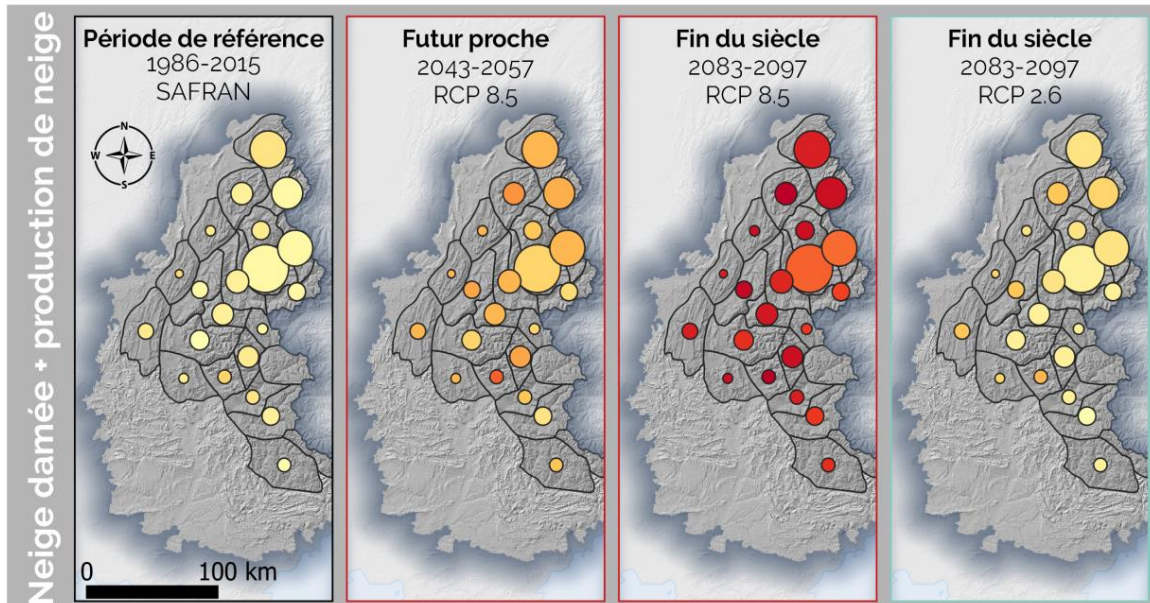
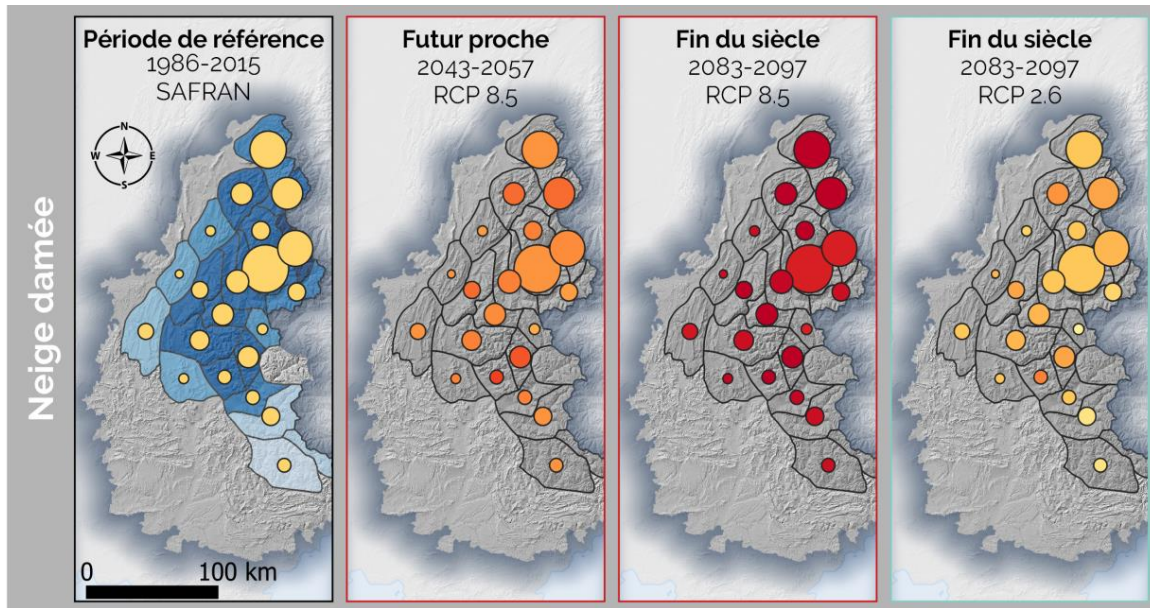
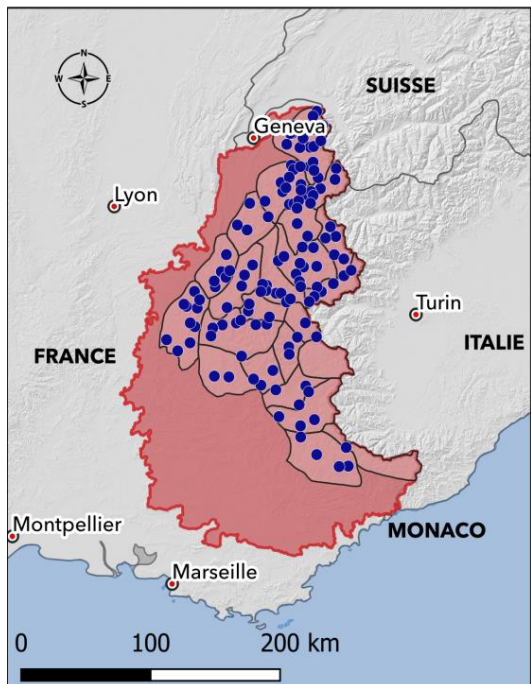
Fréquence de retour du Q20
(référence 1986-2015
neige damée)



■ Massif des Alpes (France)

■ Massifs SAFRAN

● Domaines skiables



METEO FRANCE

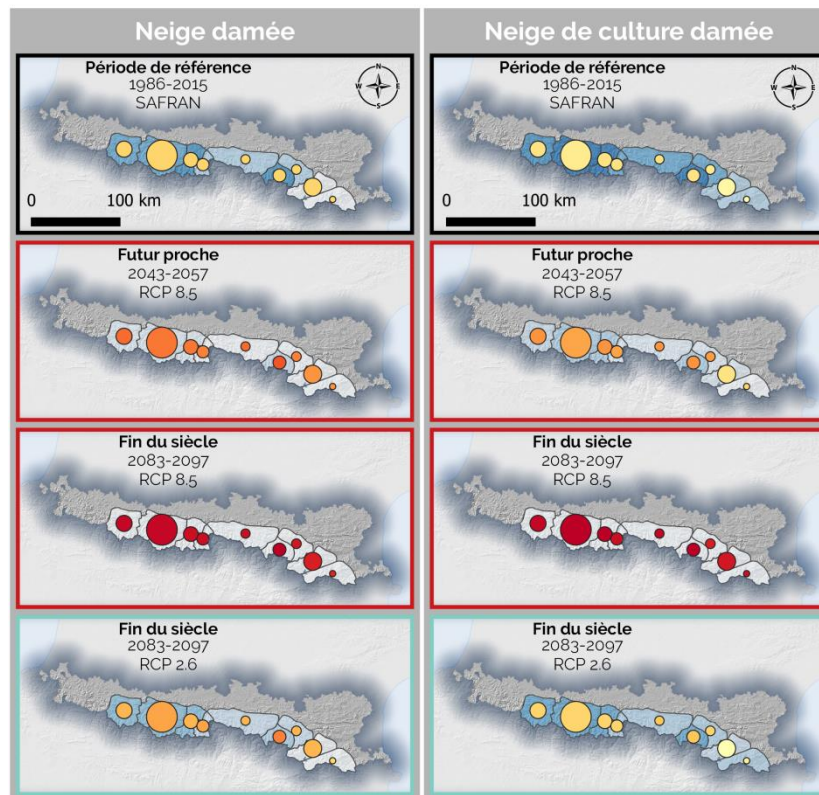
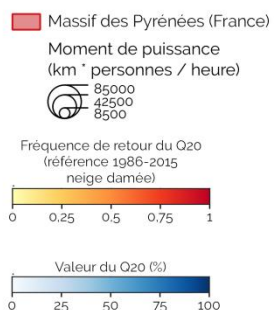


DIANE

INRA

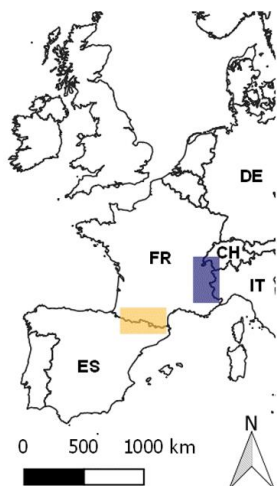
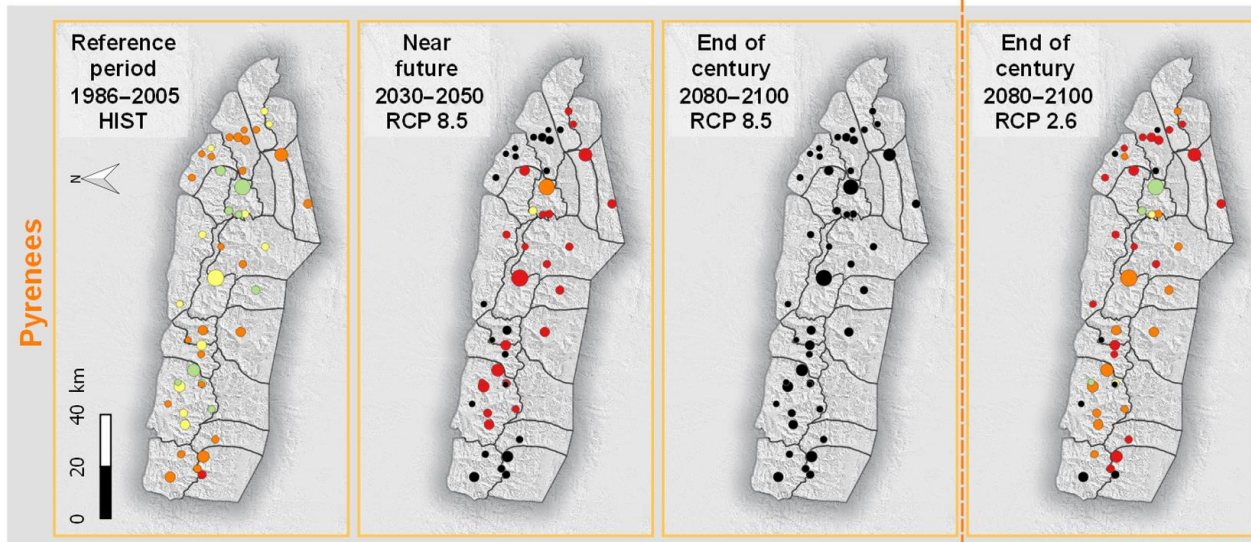
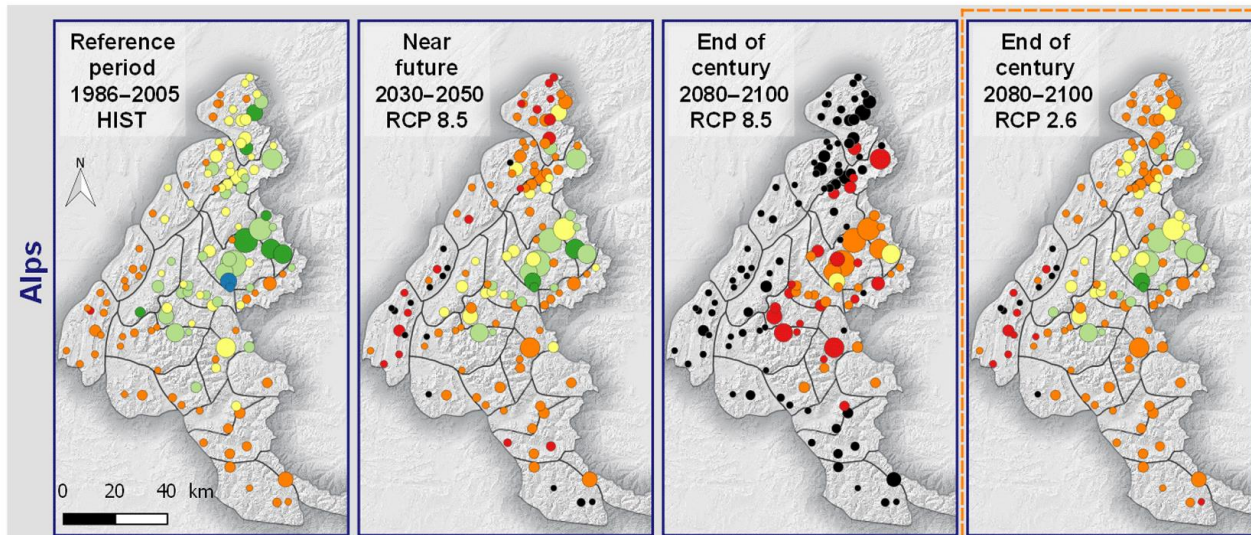
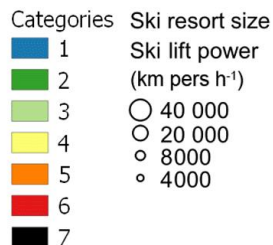
➤ Evolution de la fiabilité de l'enneigement

Pyrénées: taux de retour des hivers « sans neige »



➤ L'altitude de fiabilité de l'enneigement

Snow reliability Alps - Pyrenees



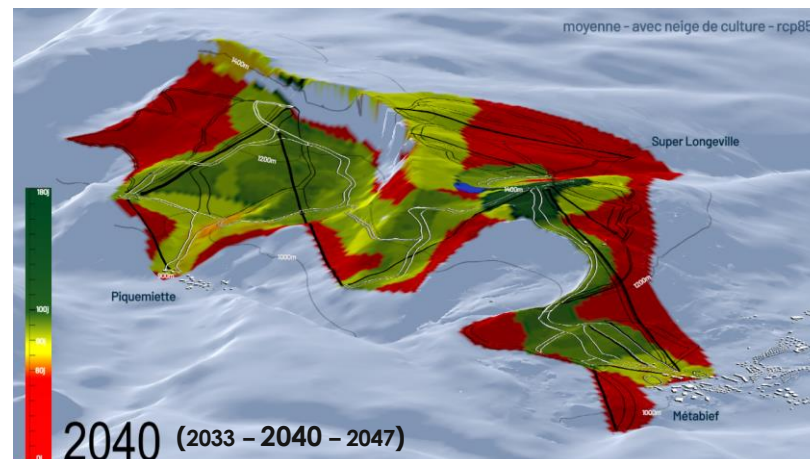
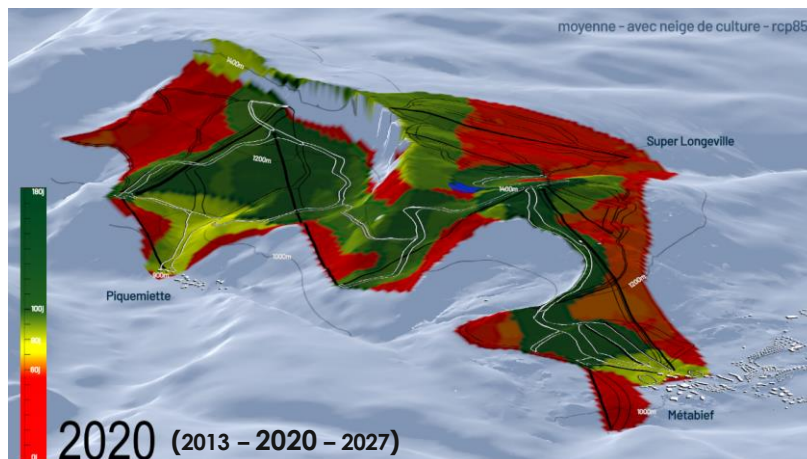
➤ L'émergence de ClimSnow comme réponse opérationnelle

- **Une forme de continuité**
 - Première mise en œuvre des projections avec le département de l'Isère
 - Une méthode adaptée pour répondre au terrain
- **Facilitation de l'appropriation des résultats scientifiques**
 - Un processus qui commence dès la définition du problème en lien avec les perspectives climatiques
 - Une mise en perspective reposant sur une expertise métier
 - Le développement de nouvelles formes de restitutions

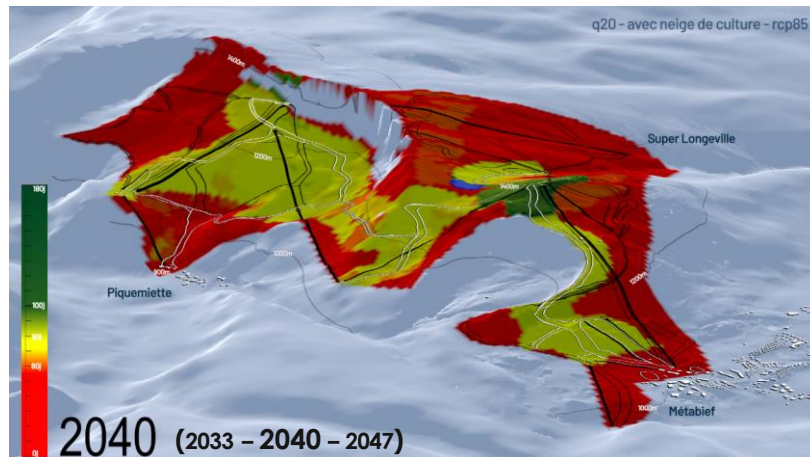
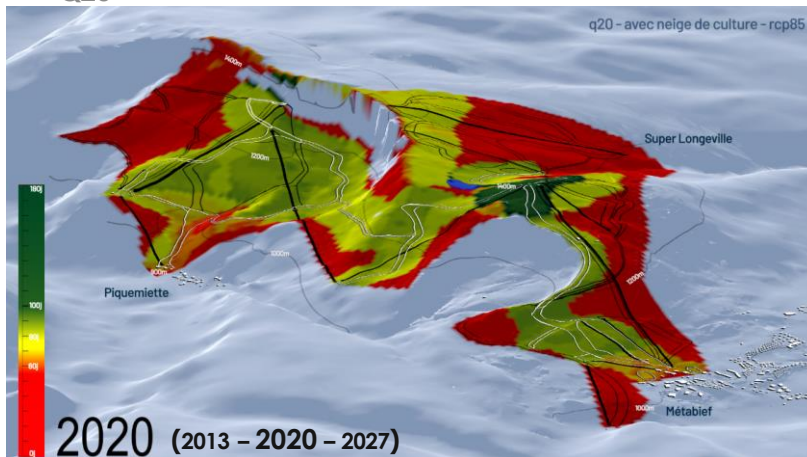


➤ Nouvelles représentations cartographiques

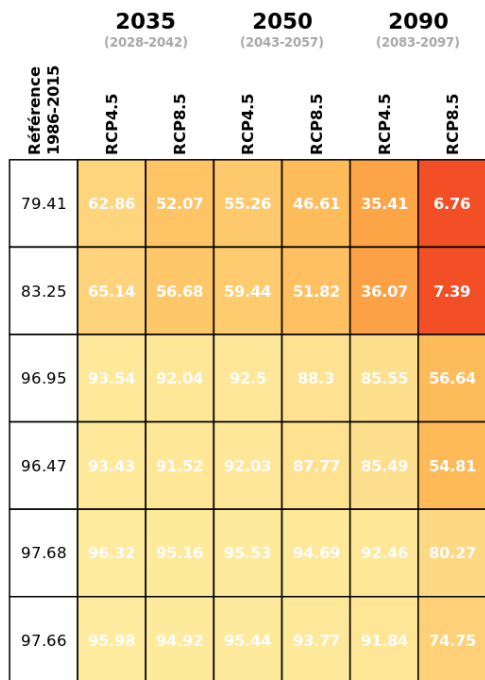
- Moyenne



- Q20



Nouvelles approches comparatives



Oz-Vaujany



Autrans



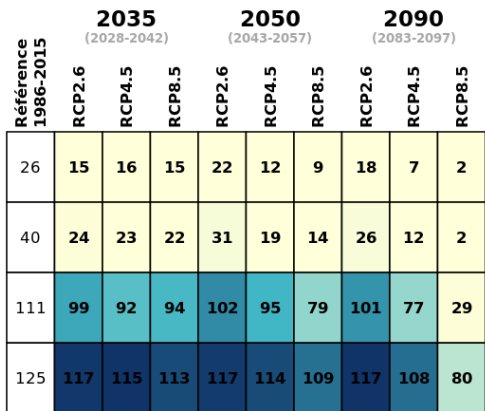
METEO FRANCE

DIANEIGE
mountain design



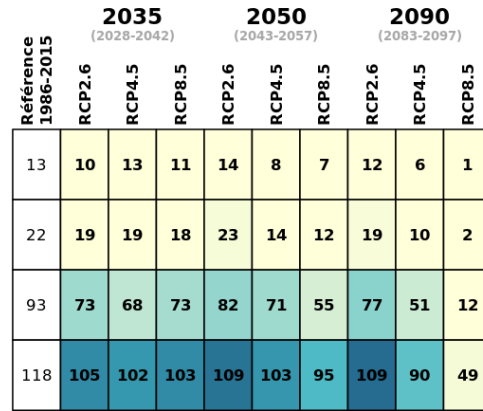
➤ Approche par les altitudes de fiabilité

Altitude minimum (1080m)



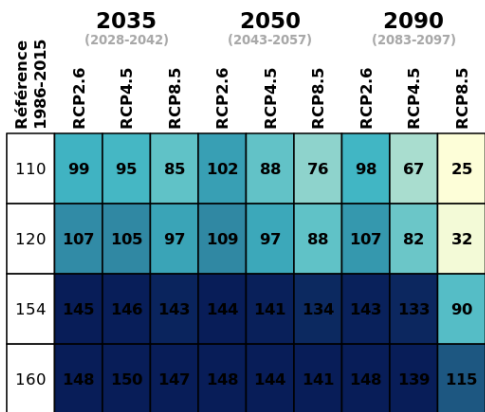
Probabilité que le nombre jours skiables soit supérieur ou égal à 100 (%)

Altitude minimum (1050m)



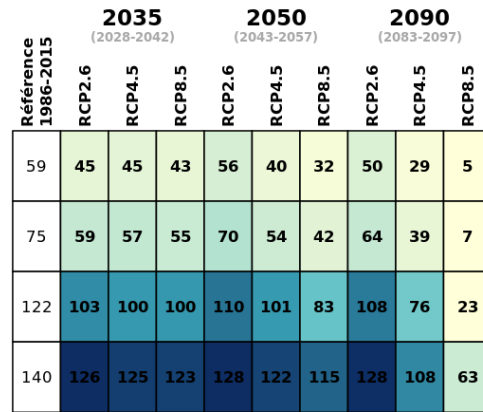
Probabilité que le nombre jours skiables soit supérieur ou égal à 100 (%)

Altitude moyenne (1853m)



Probabilité que le nombre jours skiables soit supérieur ou égal à 100 (%)

Altitude moyenne (1420m)



Probabilité que le nombre jours skiables soit supérieur ou égal à 100 (%)

Oz-Vaujany

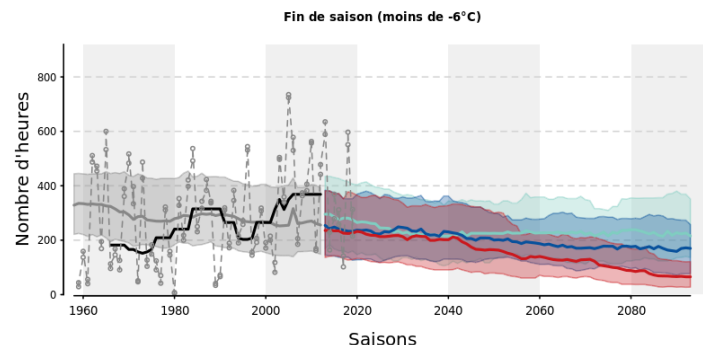
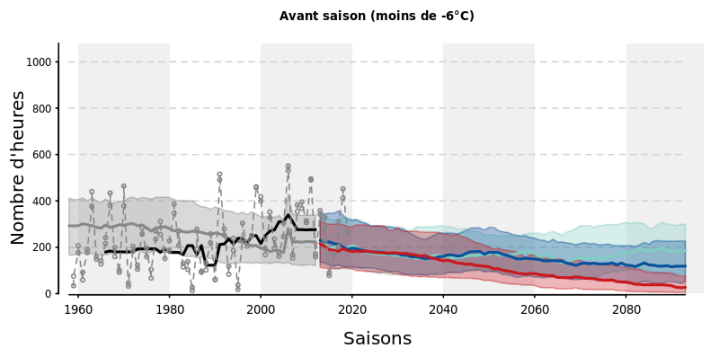
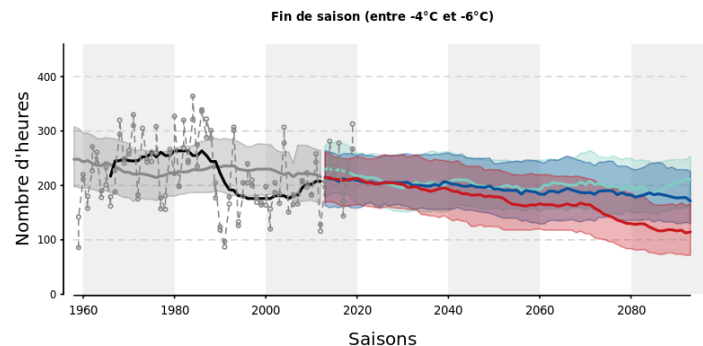
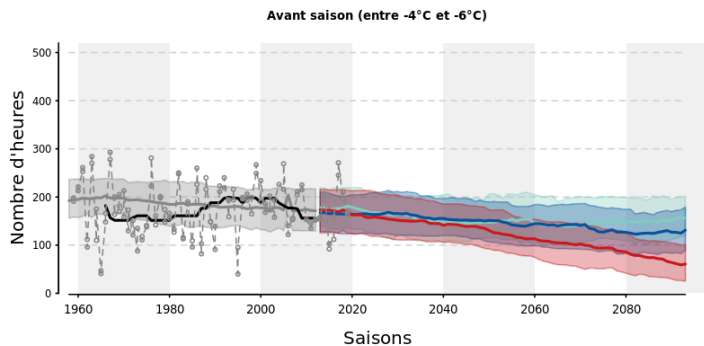
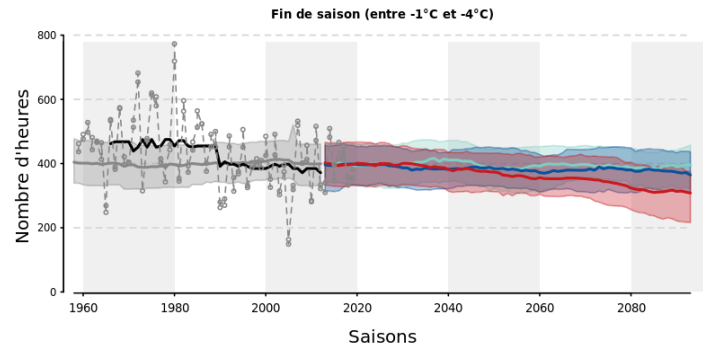
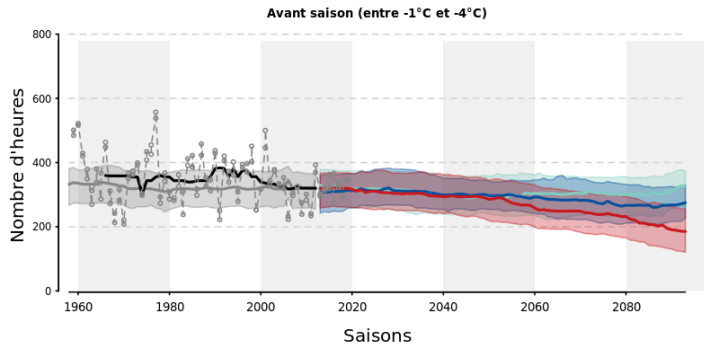
Autrans

ClimSnow, un service climatique pour anticiper l'impact du changement climatique sur les conditions d'enneigement des stations de sport d'hiver

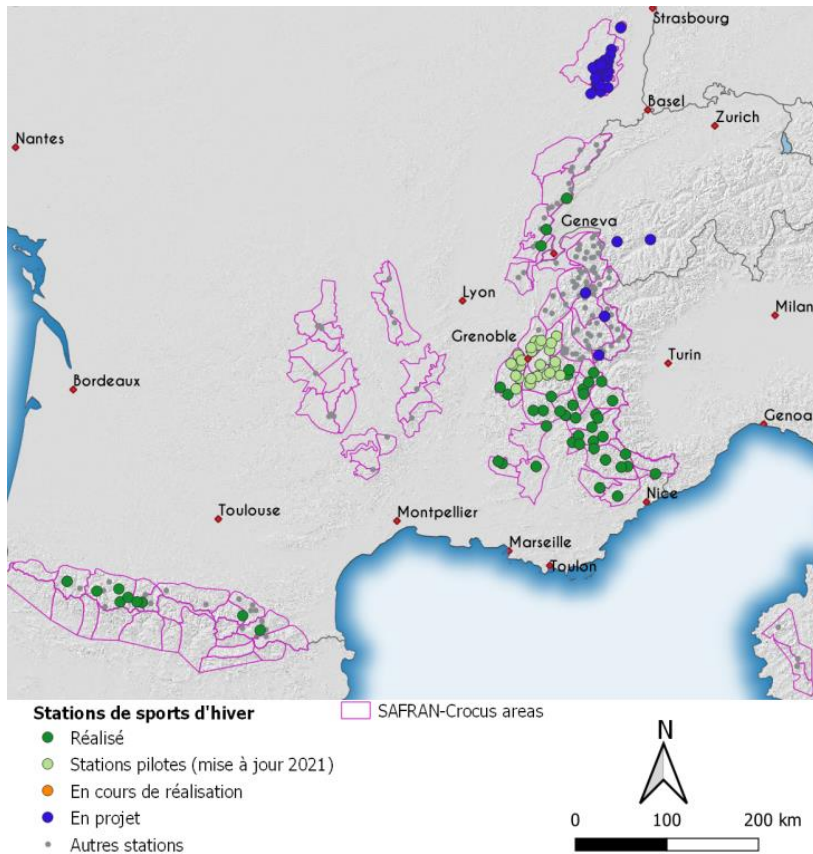
Colloque AIC 2022 - François H., Morin S., Carmagnola C., Samacoïts R., Aniort N., Guily L., Simon J., Soubeyroux JM., Drouin A.



➤ Développement de données d'exploitation complémentaires : les fenêtres de froid



➤ ClimSnow répond il au besoin ?



• Reconnaissance

- Institutionnelles (PAM, Assemblée Nationale, SUERA)
- Sur le terrain: plus de 100 stations

• Mais qui pose question

- ClimSnow, un argument d'autorité ?
- Des commandes institutionnelles plus ou moins suivies d'effets
- Des questions demeurent sur l'usage de la ressource en eau

