

Climatologie de l'aléa avalancheux

Application en Haute-Maurienne



MÉTÉO
FRANCE



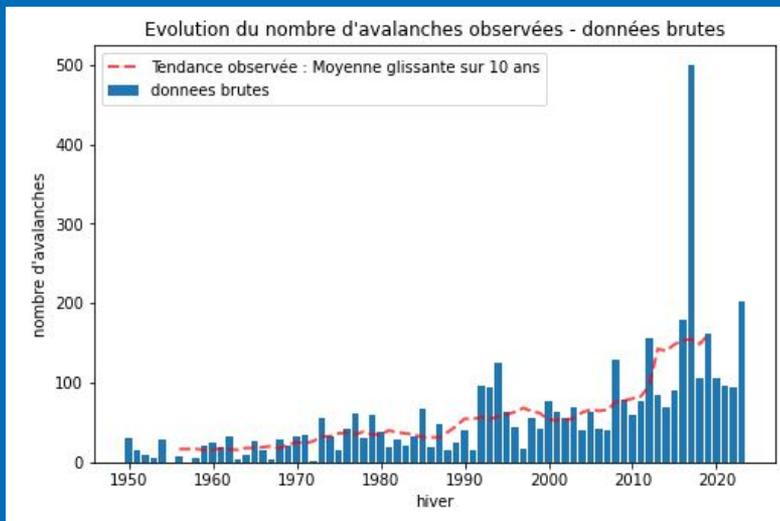
François DOUSSOT

Le 18/06/2025

Données utilisées en très Haute-Maurienne :

Enquête Permanente sur les Avalanches (EPA)

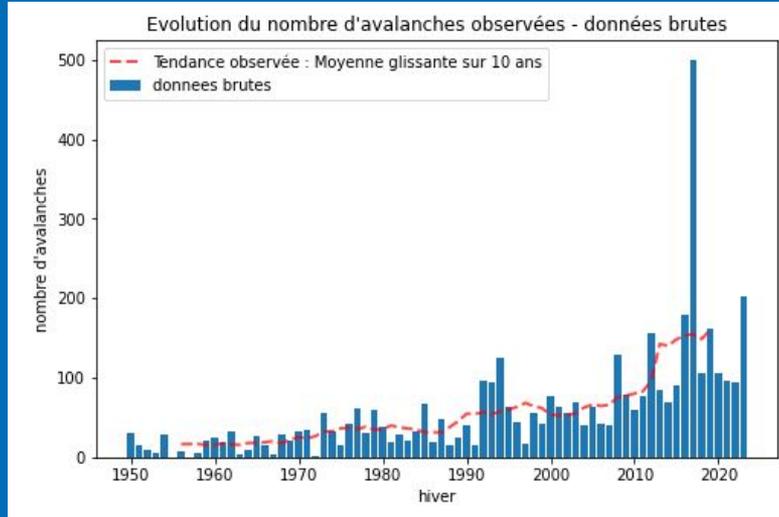
- Grand nombre de couloirs et d'avalanches
- Biais dans la tendance climatique



Données utilisées en très Haute-Maurienne :

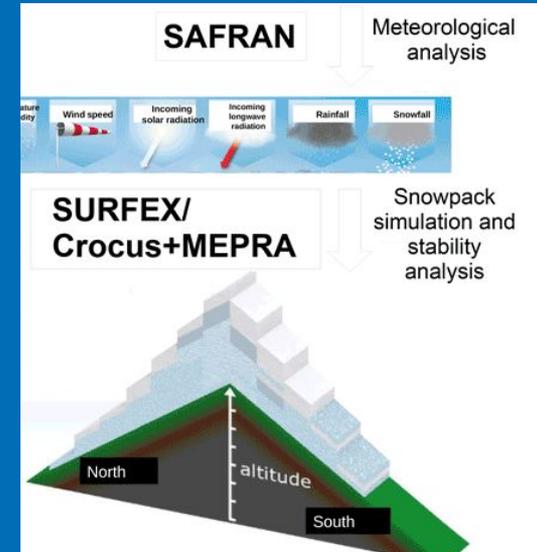
Enquête Permanente sur les Avalanches (EPA)

- Grand nombre de couloirs et d'avalanches
- Biais dans la tendance climatique



Données météo et nivologiques

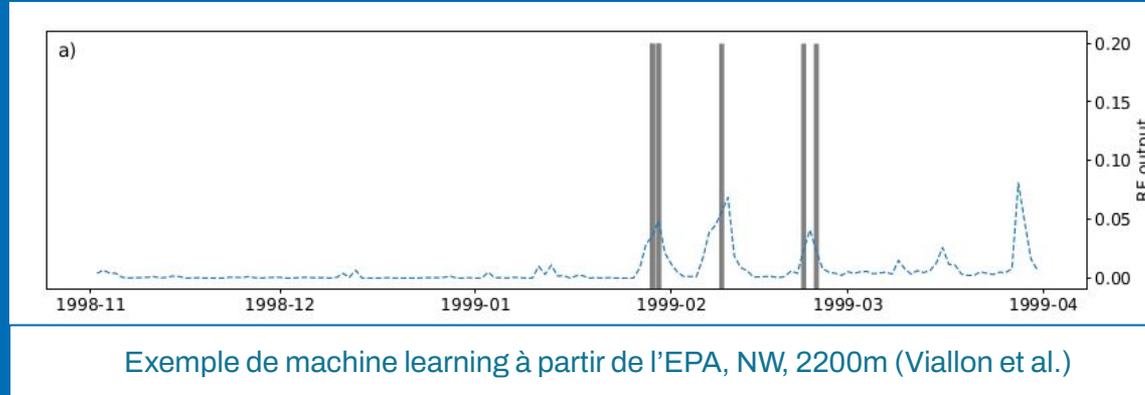
- Réanalyse S2M 1958-2023
- Projections climatiques 2005-2100



Stratégie pour l'apprentissage automatique

Objectif : établir un lien entre les données nivo-météo et l'activité avalancheuse de l'EPA

→ Léo Viallon-Galinier et al, 2023 en très Haute-Maurienne



Stratégie pour QUAACC :

→ Développer un modèle d'IA qui lie **les conditions nivo-météo du passé récent** et l'**activité avalancheuse observée dans l'EPA**

→ Appliquer ce modèle **au passé** et aux **projections climatiques**

Méthodologie

Entraînement :

Prédicteurs :
Données S2M
au jour J et par
orientation



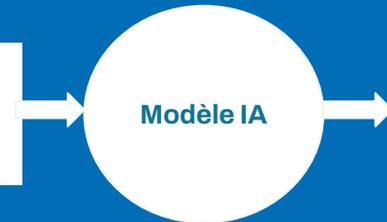
Cible :
Nombre d'avalanche de
l'EPA par jour et par
orientation



Période : 2006 - 2024

Application :

Prédicteurs :
Données S2M
au jour J et par
orientation



Cible :
Nombre d'avalanche par
jour et par orientation

Utilisable dès qu'il y a des données S2M (1950 - 2100)

Modèle IA :

- Méthode Gradient Boosting (XGboost)
- Prise en compte de l'incertitude sur la date de déclenchement
- Prédicteurs pré-sélectionnés à partir de la connaissance des mécanismes de déclenchement



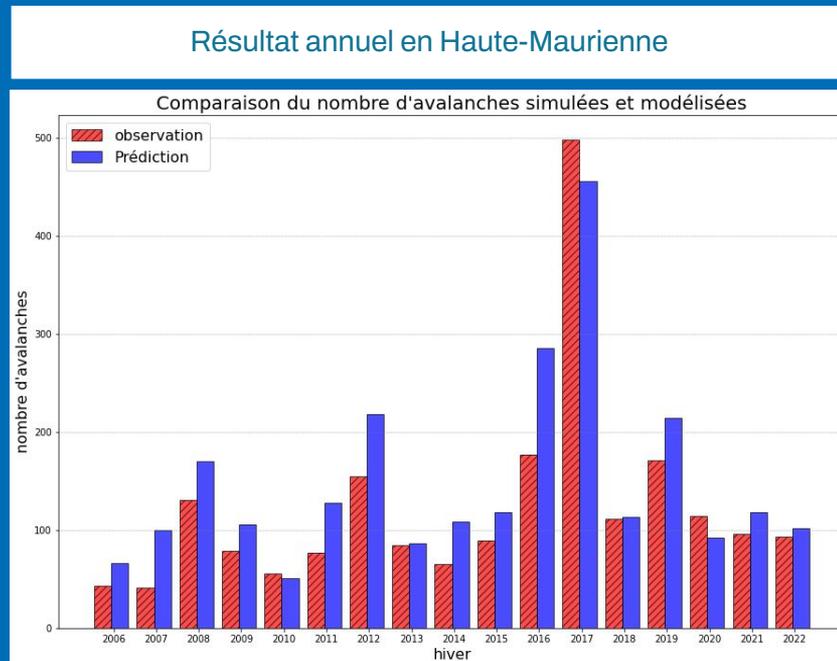
Validation du modèle :

Méthode pour chacune des 17 années :

- On entraîne un modèle sur les 16 autres hivers et on le teste sur cette année
- On agrège les prédictions (par jour et par orientation)
- Comparaison aux observations

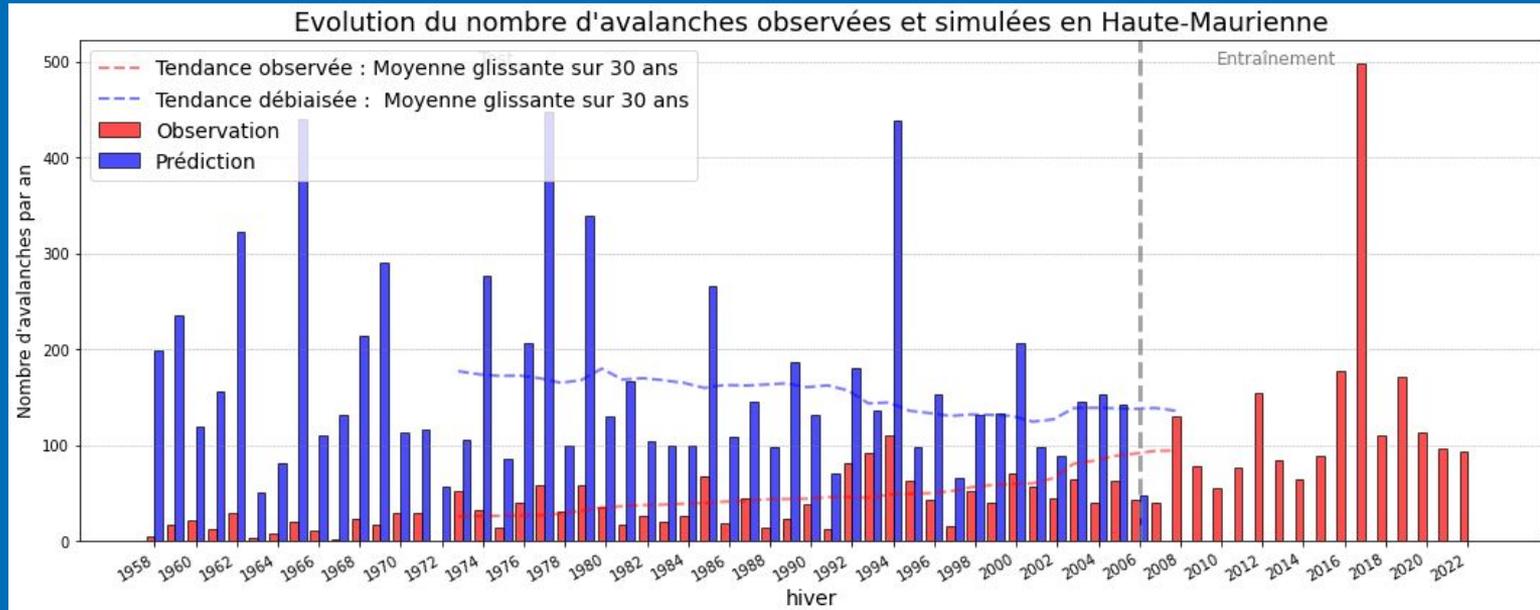
Résultats :

- Bonne reproduction de la variabilité inter-annuelle
- Surestimation globale du nombre d'avalanches par an



Application aux données du passé :

Correction de la tendance de l'EPA en Haute-Maurienne

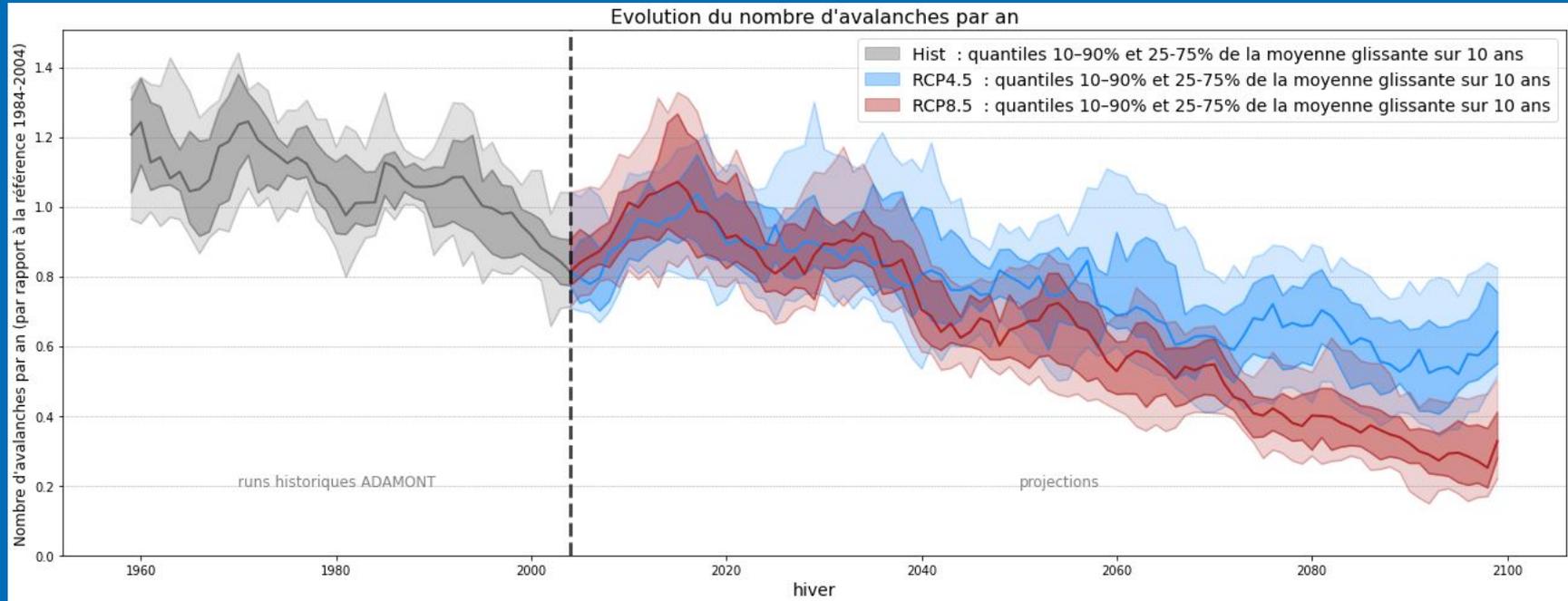


Projections climatiques ADAMONT*

- Projections climatiques à l'échelle locale
- Selon plusieurs scénarios : RCP (Representative Concentration Pathways). Ici :
 - **RCP 4.5** : pas de variation brutale des émissions (scénario probable)
 - **RCP 8.5** : probable jusqu'en 2050 (continuité des tendances de consommation d'énergie primaire), mais "sans limite" d'énergie fossile ni socio-économiques
- 20 membres :
 - run historiques : 1950 - 2005
 - projections climatiques 2005 - 2100 : RCP4.5 et RCP8.5

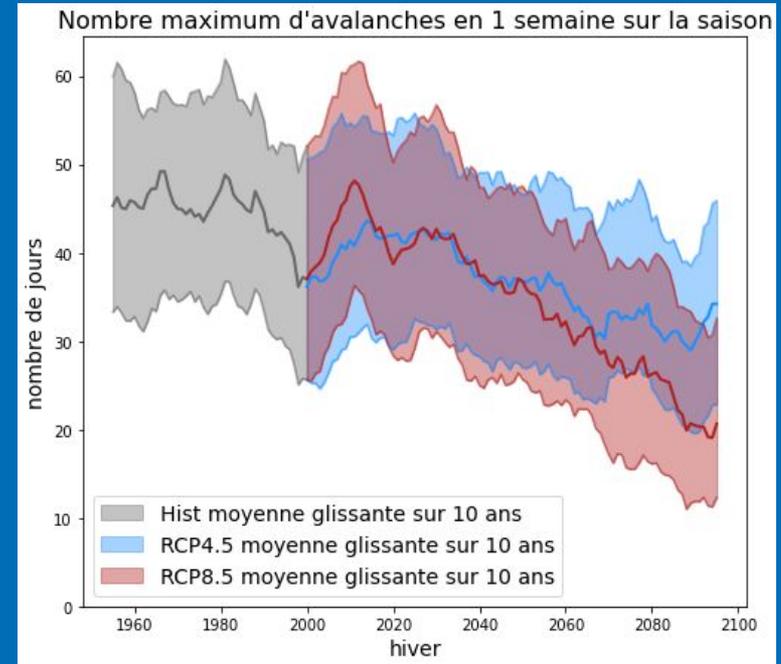
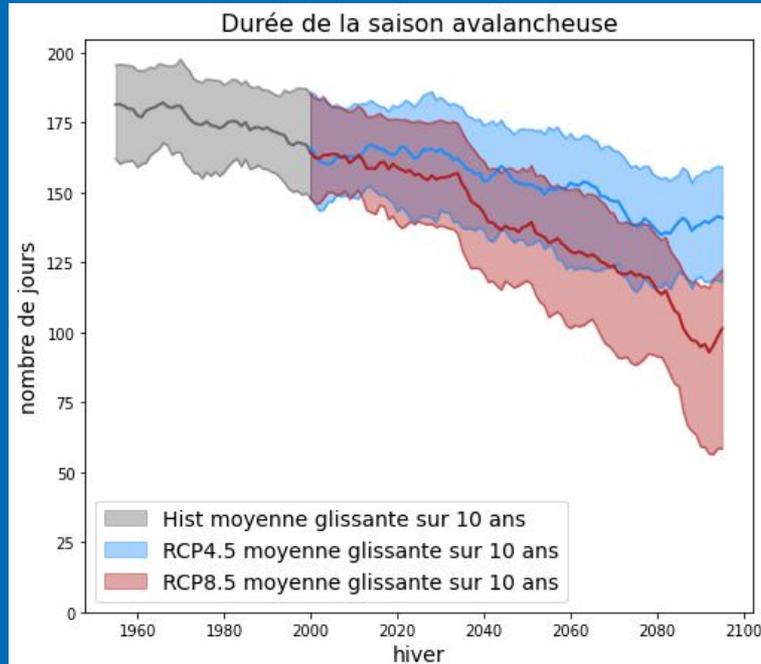
* Verfaillie, 2017

Projections climatiques



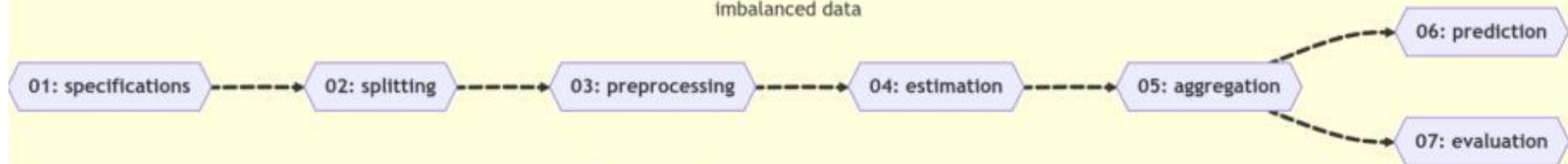
→ **Nette diminution** du nombre moyen d'avalanches par an pour les deux scénarios

Analyse des projections climatiques



→ Modification de la saisonnalité, mais toujours de gros épisodes avalancheux

Modeling workflow for imbalanced data



Merci de votre attention



Cofinancé par
l'Union européenne

**RÉGION
SUD**
PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR




MÉTÉO
FRANCE


cnrs