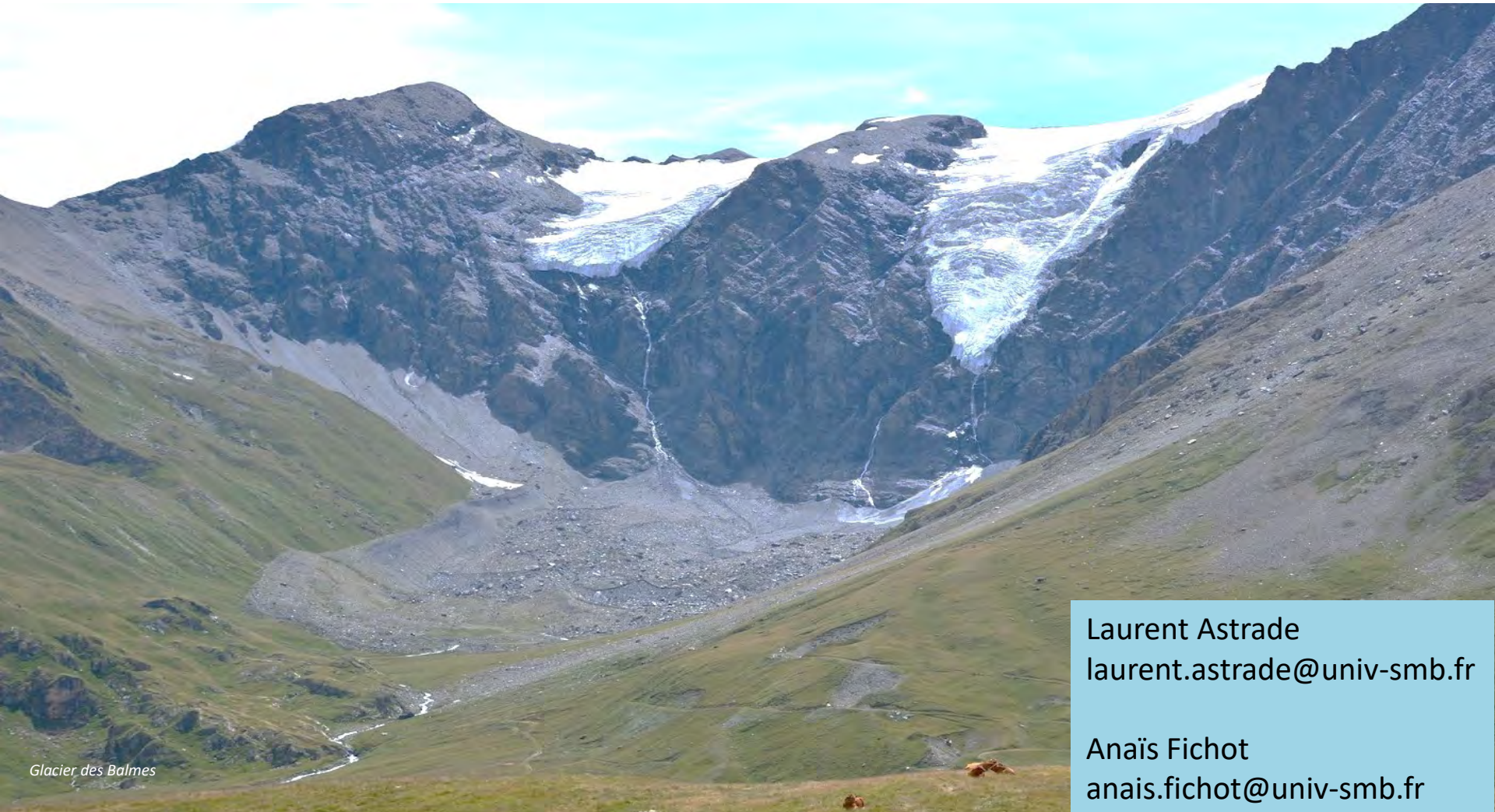


# ATLAS DES CASCADES MORPHOSÉDIMENTAIRES TORRENTIELLES EN LIEN AVEC LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ACTUEL

Connectivités entre :

- (i) espaces désenglacés, parois à permafrost et glaciers rocheux et
  - et (ii) stockages et mobilisations sédimentaires dans les lits torrentiels
- dans les bassins versants des Alpes du nord



Glacier des Balmes

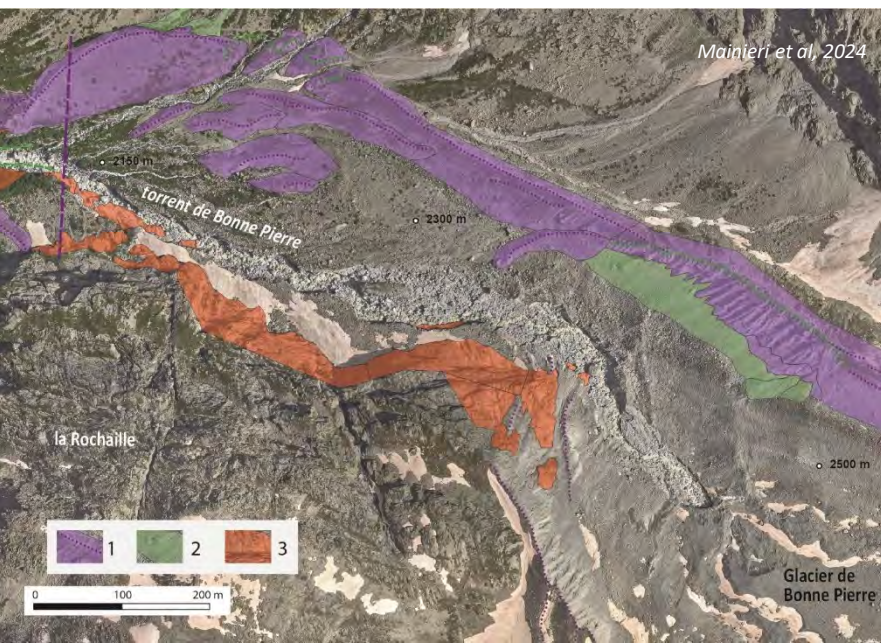
Laurent Astrade  
[laurent.astrade@univ-smb.fr](mailto:laurent.astrade@univ-smb.fr)

Anaïs Fichot  
[anais.fichot@univ-smb.fr](mailto:anais.fichot@univ-smb.fr)



# ATLAS DES CASCADES MORPHOSÉDIMENTAIRES TORRENTIELLES EN LIEN AVEC LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ACTUEL

Le torrent des Etançons,  
La Bérarde  
Photo RTM, 2024

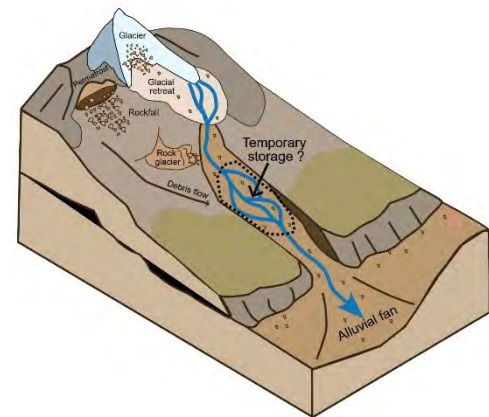


## Contexte et questionnements

### La Composante torrentielle des cascades sédimentaires (CS) :

- quels **couplages** amont-aval entre les **apports sédimentaires** potentiels (espaces désenglacés, parois à permafrost, glaciers rocheux) et les lits torrentiels ?
- quels effets de la géomorphologie des BV torrentiels sur le **stockage** et le **transit sédimentaire** ? sur la **connectivité à l'échelle du bassin versant** ?
- quelles **évolutions** à l'échelle historique et dans le contexte actuel de ces **couplages** ?
- > et donc quels effets potentiels sur la **formation de laves torrentielles** (sources, transits, puits sédimentaires) et sur les **risques** ?

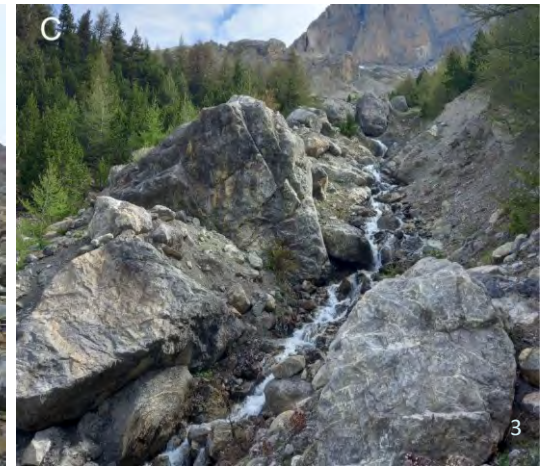
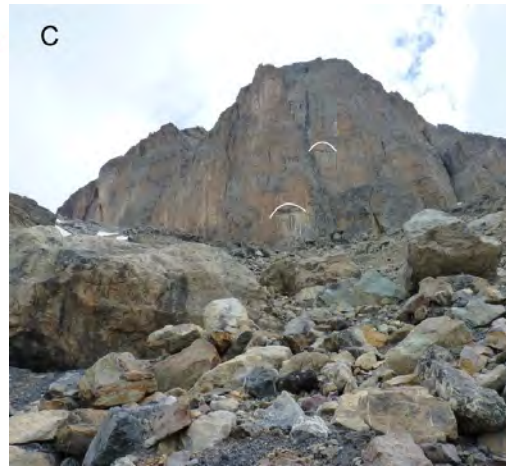
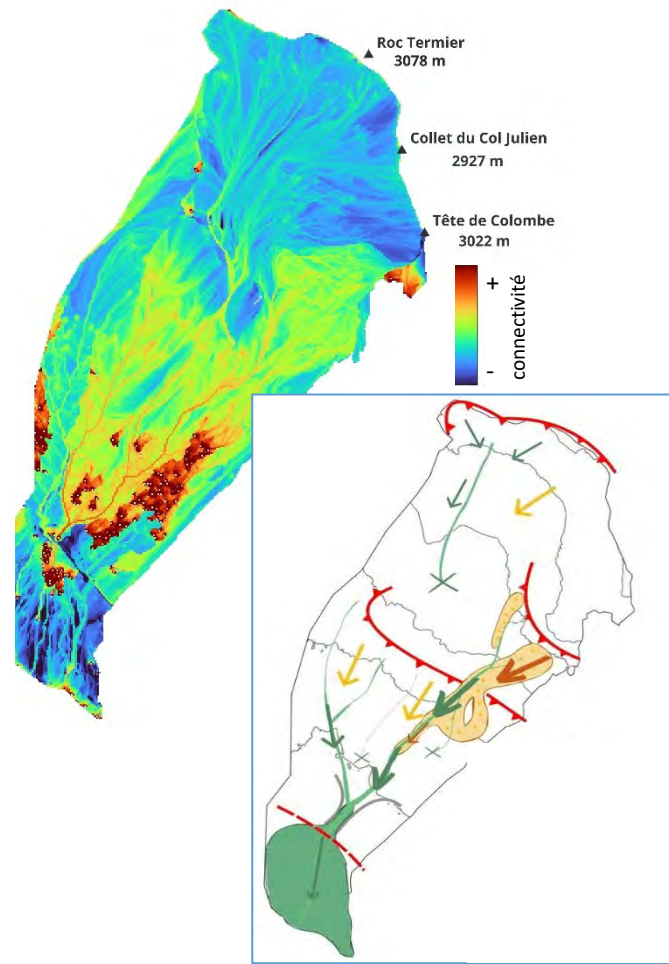
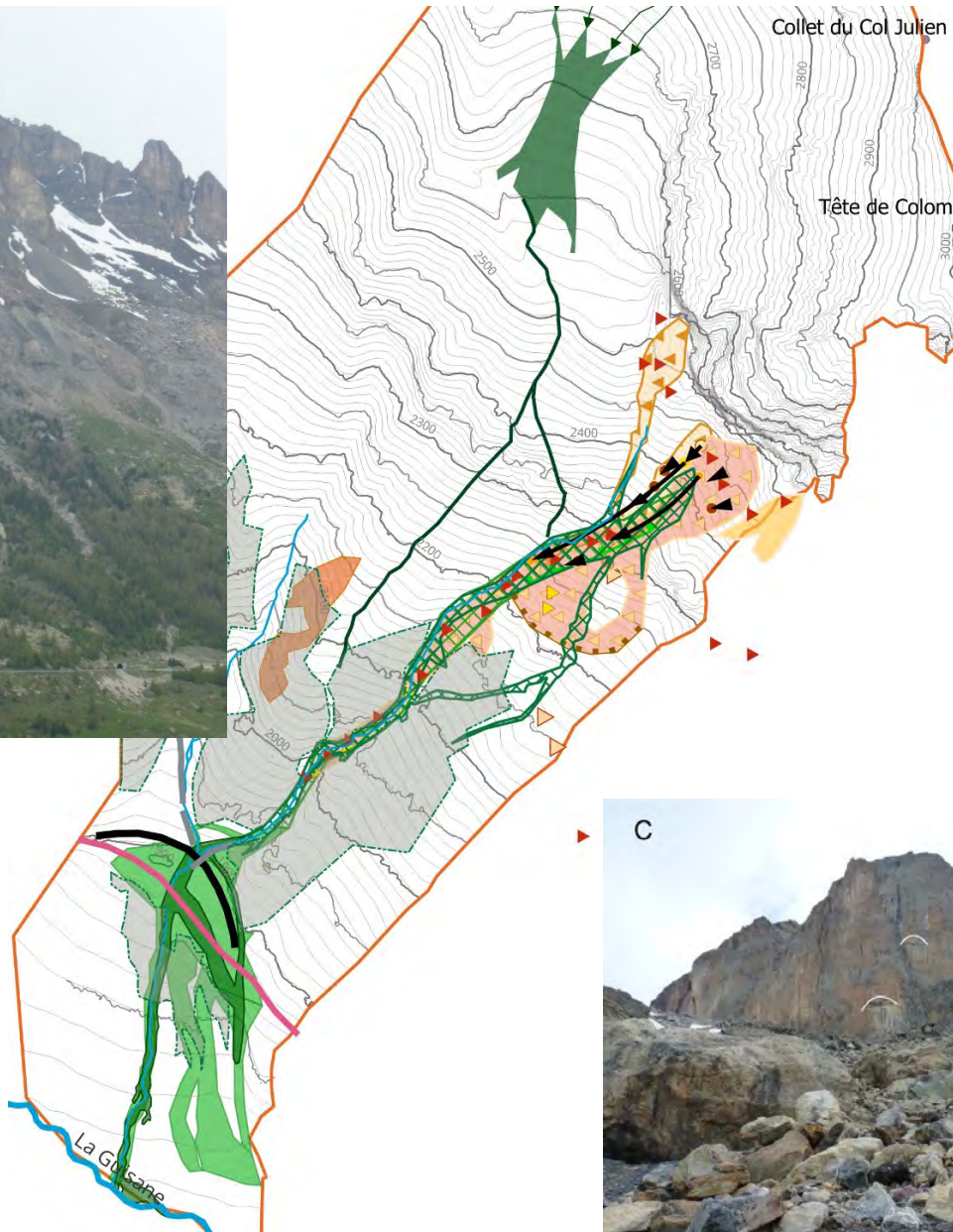
- L'efficacité de la CS ne dépend pas uniquement de la **production sédimentaire** : les **composantes morphologiques** du bassin versant ont un rôle majeur
- L'efficacité de la CMS évolue **dans le temps et dans l'espace** ce qui rend la prédiction des aléas torrentiels difficiles.



Caine, 1974 ; Harvey, 1991, 2001 et 2002 ;  
Hooke, 2003 ; Brierley et al, 2006 ; Theler, 2010 ;  
Cossart, 2014 et 2016 ; Blanpied et al., 2018 <sup>2</sup>

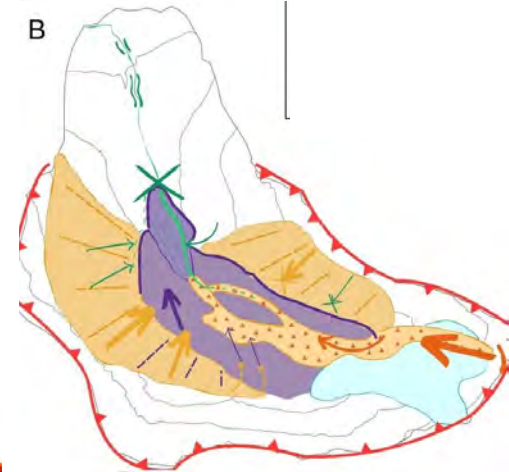
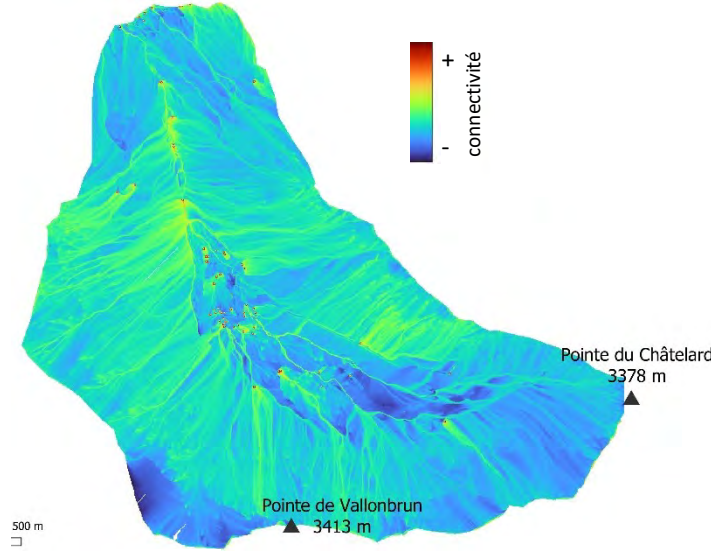
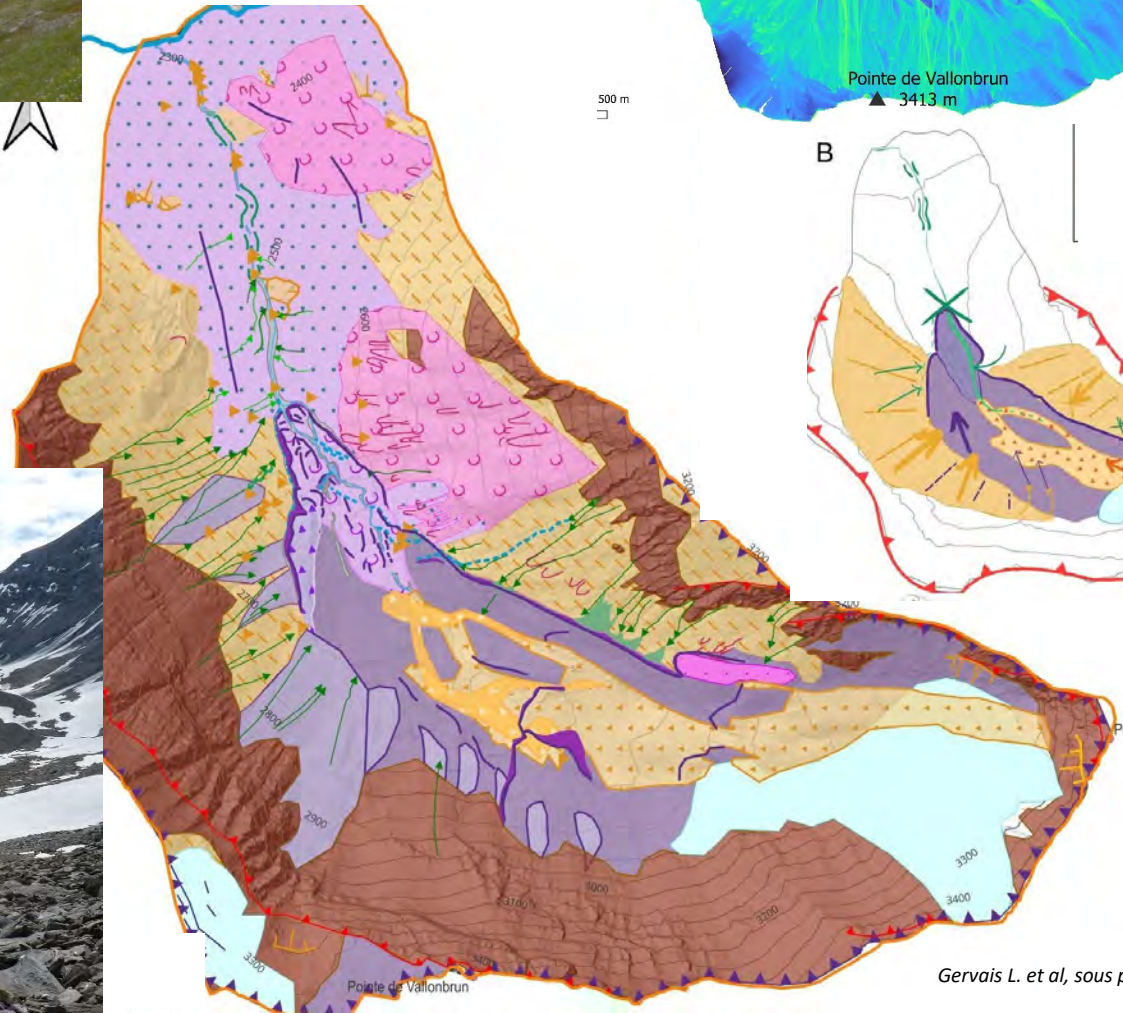
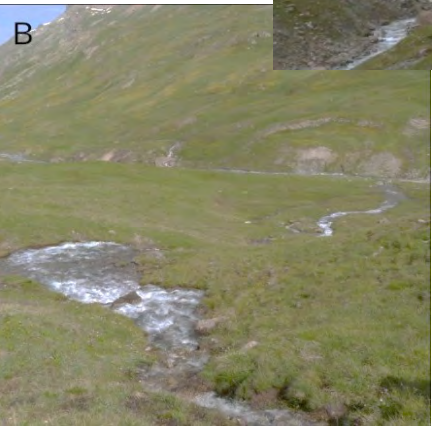


# Torrent des Vallois (Guisane)





# Torrent de Vallonbrun (Vanoise)



## Objectifs :

Identifier les bassins versants dans lesquels la connectivité sédimentaire est susceptible d'être forte en cas d'événement intense (approche géographique à l'échelle régionale des Alpes du nord).

## Démarche et méthodologie :

### 1) Définition et inventaire des torrents.

Inventaire des bassins versants concernés par la dégradation de la cryosphère :

- **Glaciers et marges proglaciaires**
- **Permafrost de parois rocheuses**
- **Glaciers rocheux**

=> sélection des bassins versants

### 2) Evaluation de la susceptibilité à la connectivité sédimentaire :

Choix de paramètres pertinents pour évaluer la connectivité sédimentaire.  
Intégration des paramètres aux bassins versants (outils SIG).

=> typologie et susceptibilité des bassins versants

### 3) Croisement avec les enjeux

dans les BV et sur les cônes de déjection.

=> priorisation des bassins versants



L'Epéna (Vanoise)



# Démarche et méthodologie :

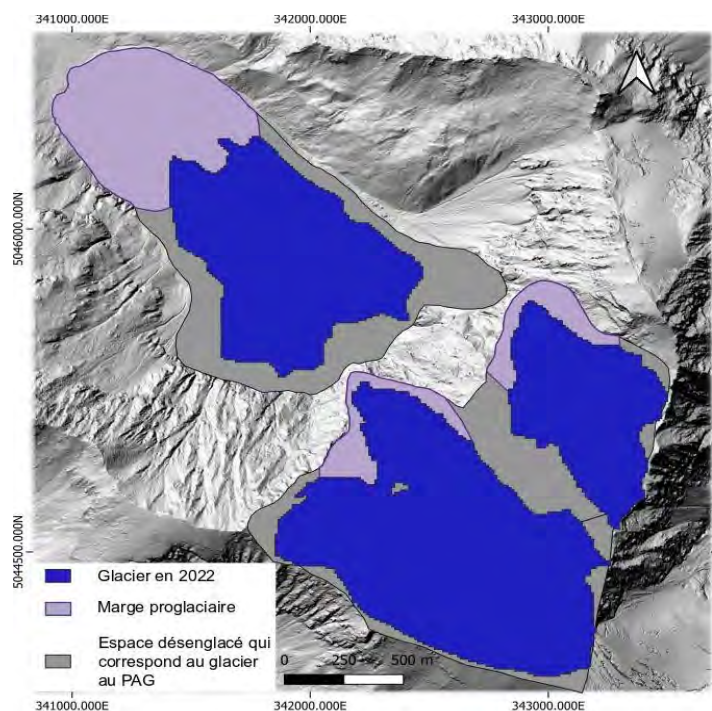
## 1) Définition et inventaire des torrents.

Inventaire des bassins versants concernés par la dégradation de la cryosphère :

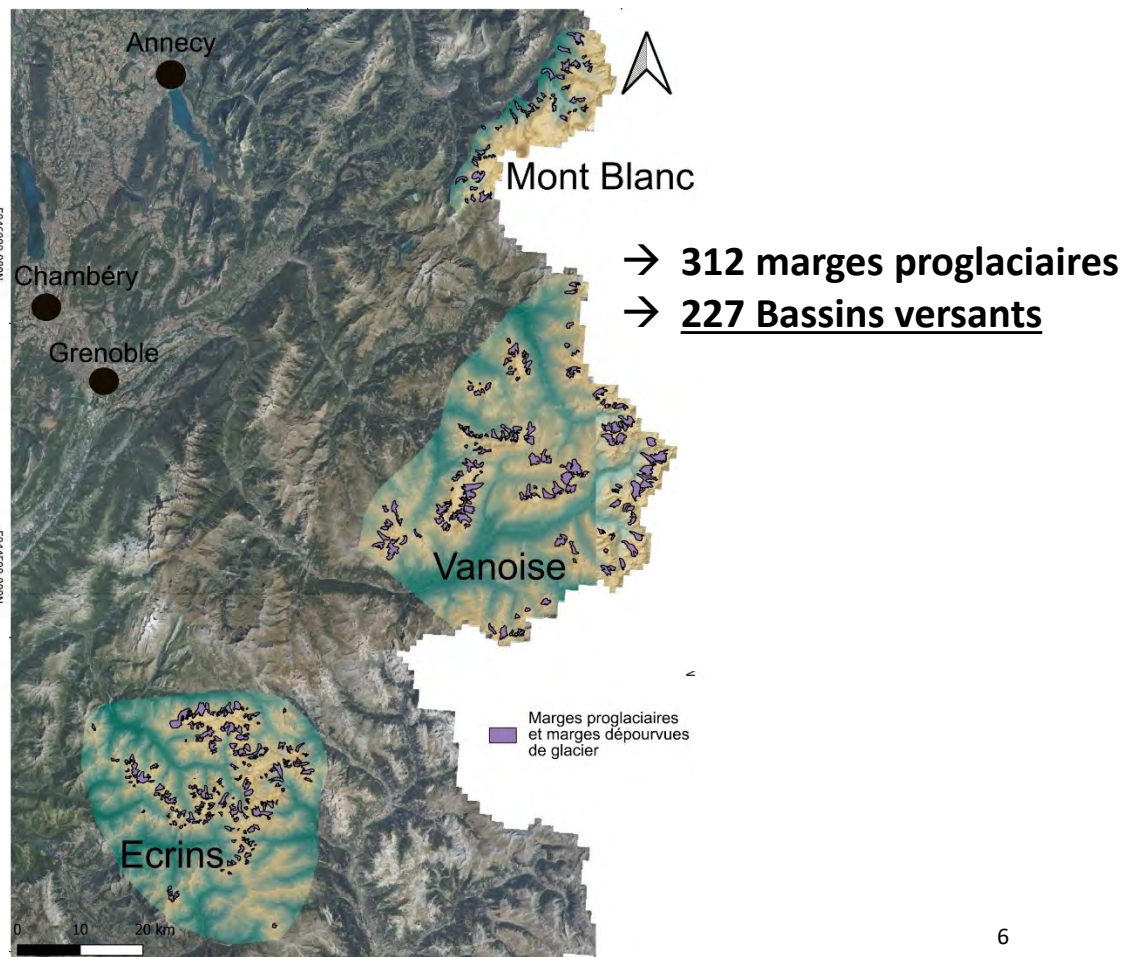
Inventaires des glaciers :  
*Rabatel, 2022*  
*Gardent, 2014*

Inventaire des marges  
proglaciaires PAG-2022 :  
*Fichot et al., 2024*

## Glaciers et marges proglaciaires



Marge proglaciaire du glacier des Balmes (Fichot et al., 2024)



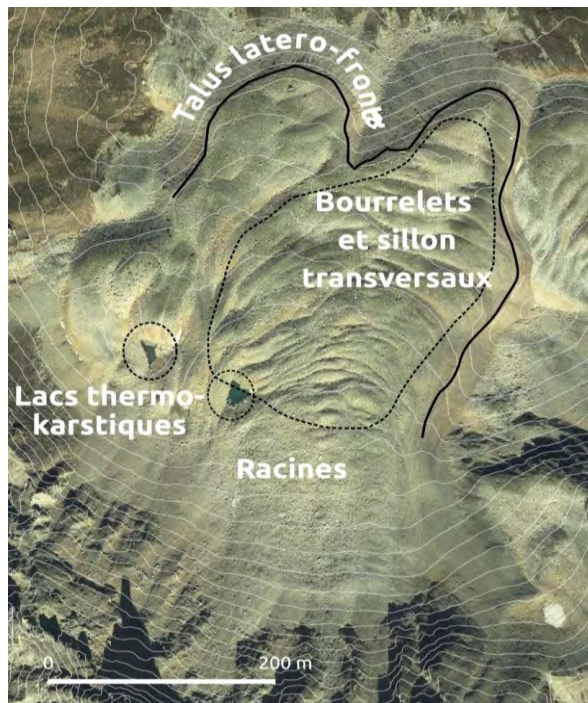
## Démarche et méthodologie :

### 1) Définition et inventaire des torrents.

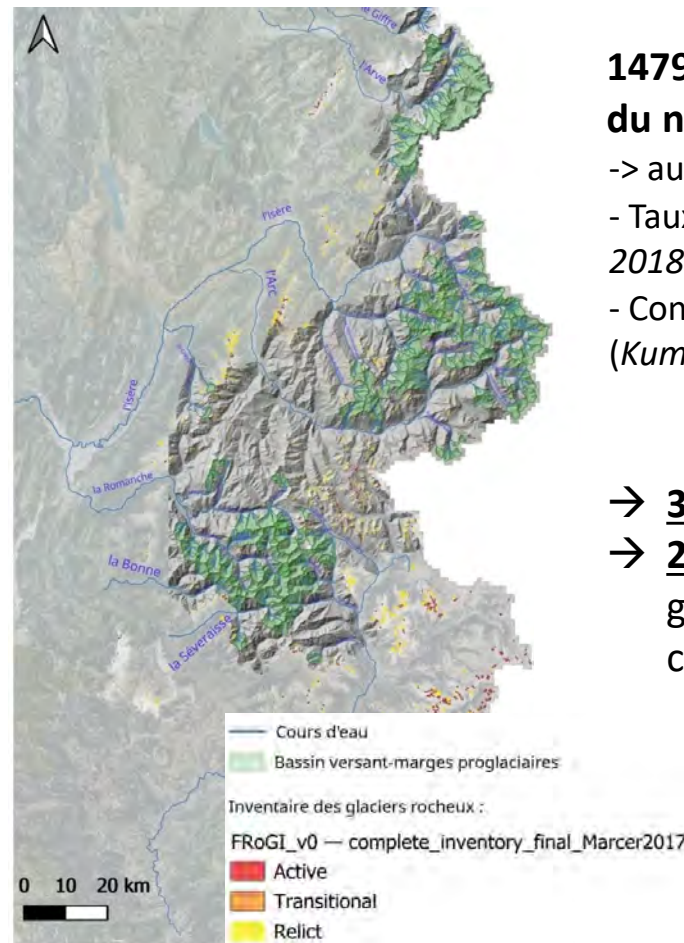
Inventaire des bassins versants concernés par la dégradation de la cryosphère :

Inventaires des glaciers rocheux :  
*Bodin, 2024*

## Glaciers rocheux



Glaciers rocheux en amont du lac de la Sassièr (Kummert & Bodin, 2020)



## 1479 glaciers rocheux dans les Alpes du nord

-> autres critères :

- Taux de déstabilisation (*Marcer et al., 2018*)
- Connectivité structurale avec le torrent (*Kummert & Bodin, 2020*)

→ **38 glaciers rocheux**

→ **25 bassins versants** contenant un glacier rocheux déstabilisé et connecté

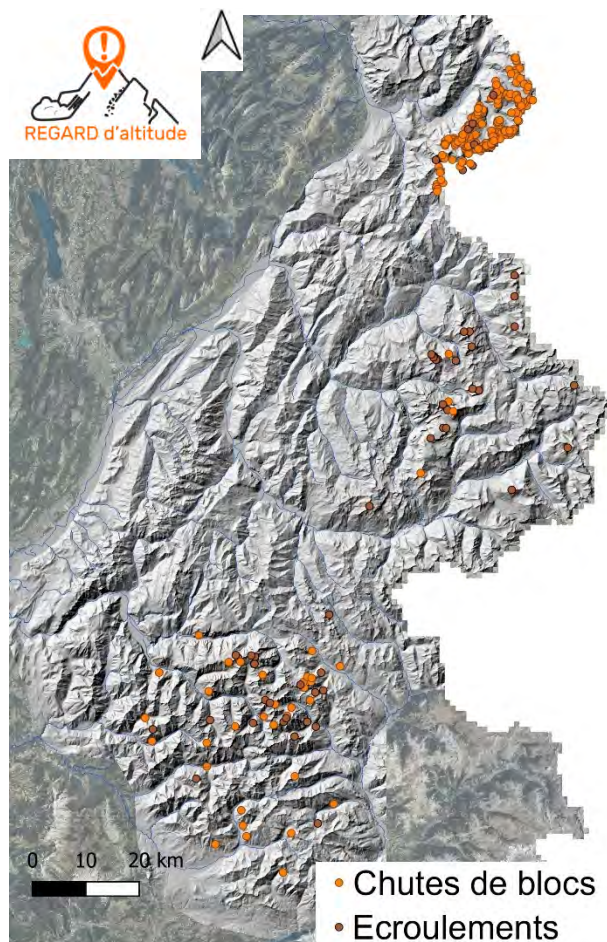


# Démarche et méthodologie :

## 1) Objet d'étude : définition et inventaire des torrents.

Inventaire des bassins versants concernés par la dégradation de la cryosphère :

Evénements gravitaires de parois liés à la dégradation du permafrost



*Un dispositif de science partenariale qui vise au **recensement des évènements remarquables** en montagne relatifs à la transformation des milieux d'altitude.*

*Evénements remarquables : Crues torrentielles, chute de séracs, avalanches, **écroulements**, **chute de blocs**.*

*Il y a 548 évènements dont 69 écoulements et 340 chutes de blocs recensés le 5 novembre 2025.*

- **50 bassins versants** concernés par un écoulement.
- **19 bassins versants** concernés par des chutes de blocs.



*Niche d'écroulement du Sommet de Bellecote depuis le vallon de Bellecote (Tarentaise)*



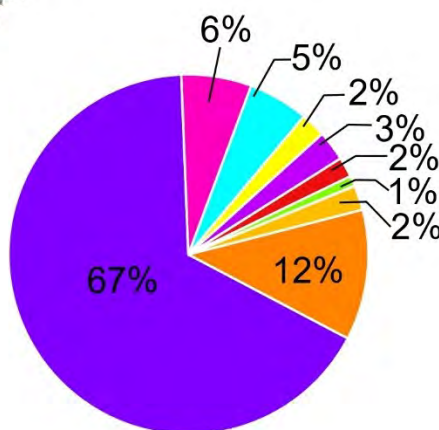
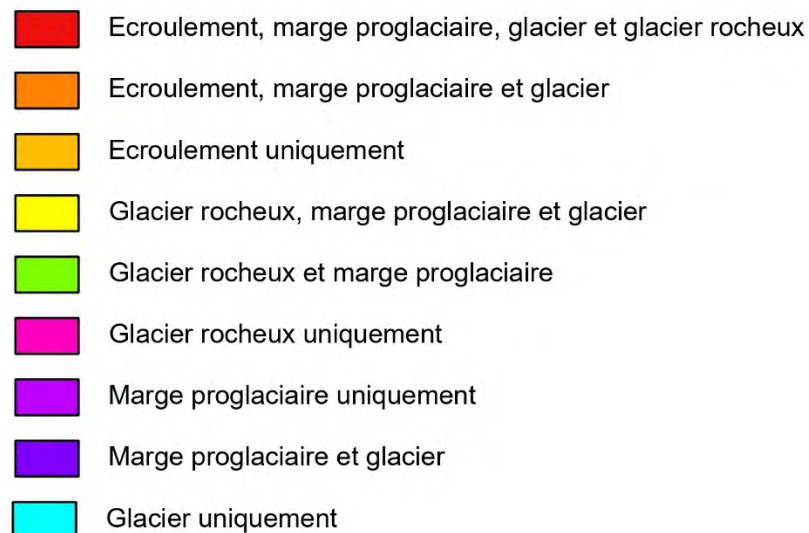
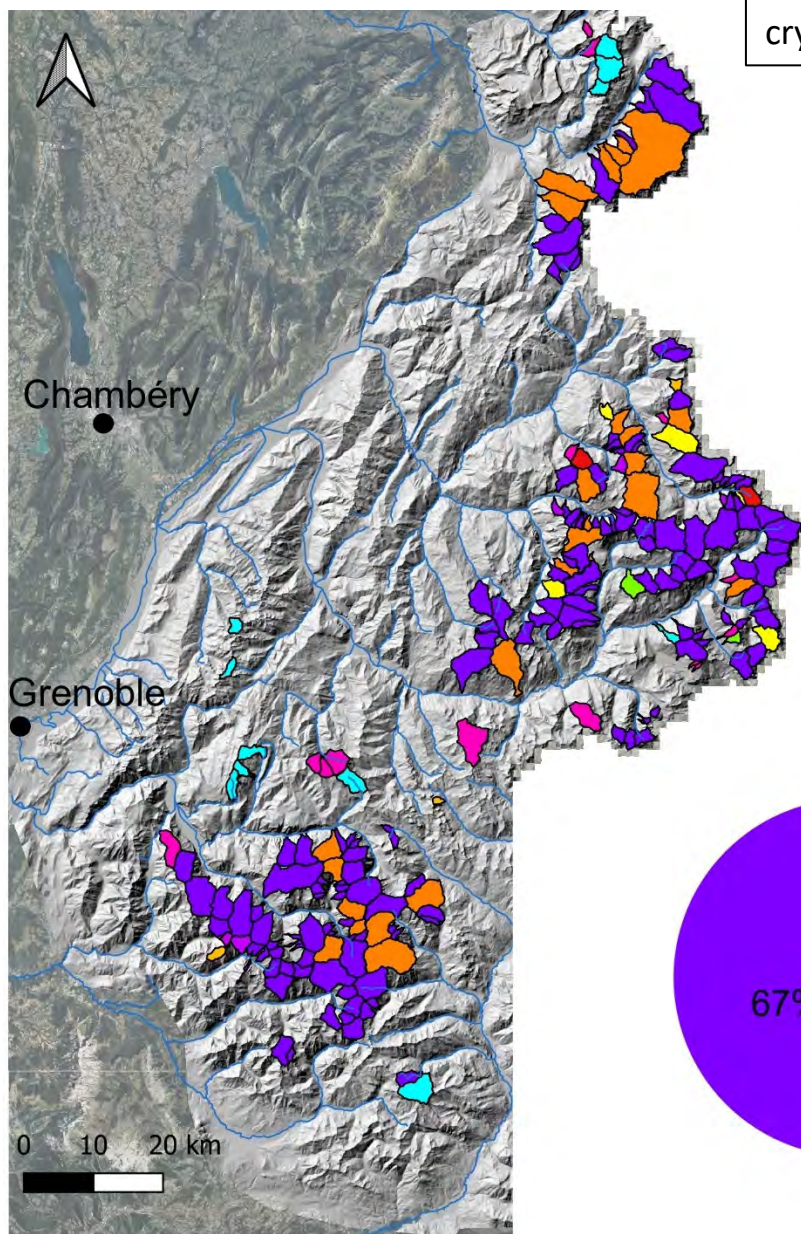
*Niche d'écroulement de la crête des Grangettes depuis le vallon du Grand Tabuc (Ecrins)*



## Démarche et méthodologie :

### 1) Objet d'étude : définition et inventaire des torrents.

Inventaire des bassins versants concernés par la dégradation de la cryosphère :



→ 250 bassins versants



## Démarche et méthodologie :

### 2) Evaluation de la susceptibilité à la connectivité sédimentaire :

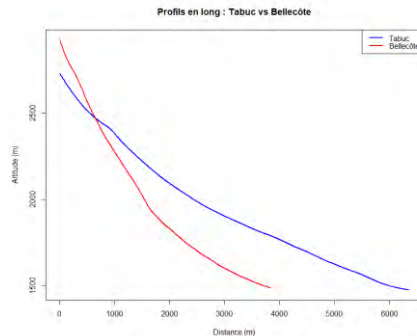
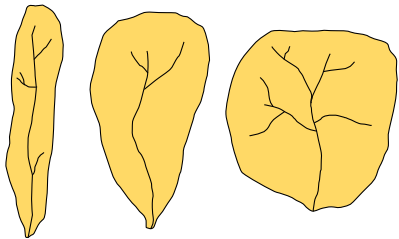
Choix de paramètres pertinents pour évaluer la potentielle connectivité sédimentaire.

Paramètres  
morphométriques

Paramètres  
topographiques

Paramètres sur le  
couplage des  
stocks  
sédimentaires

Paramètres  
concernant la  
cryosphère dans  
le bassin



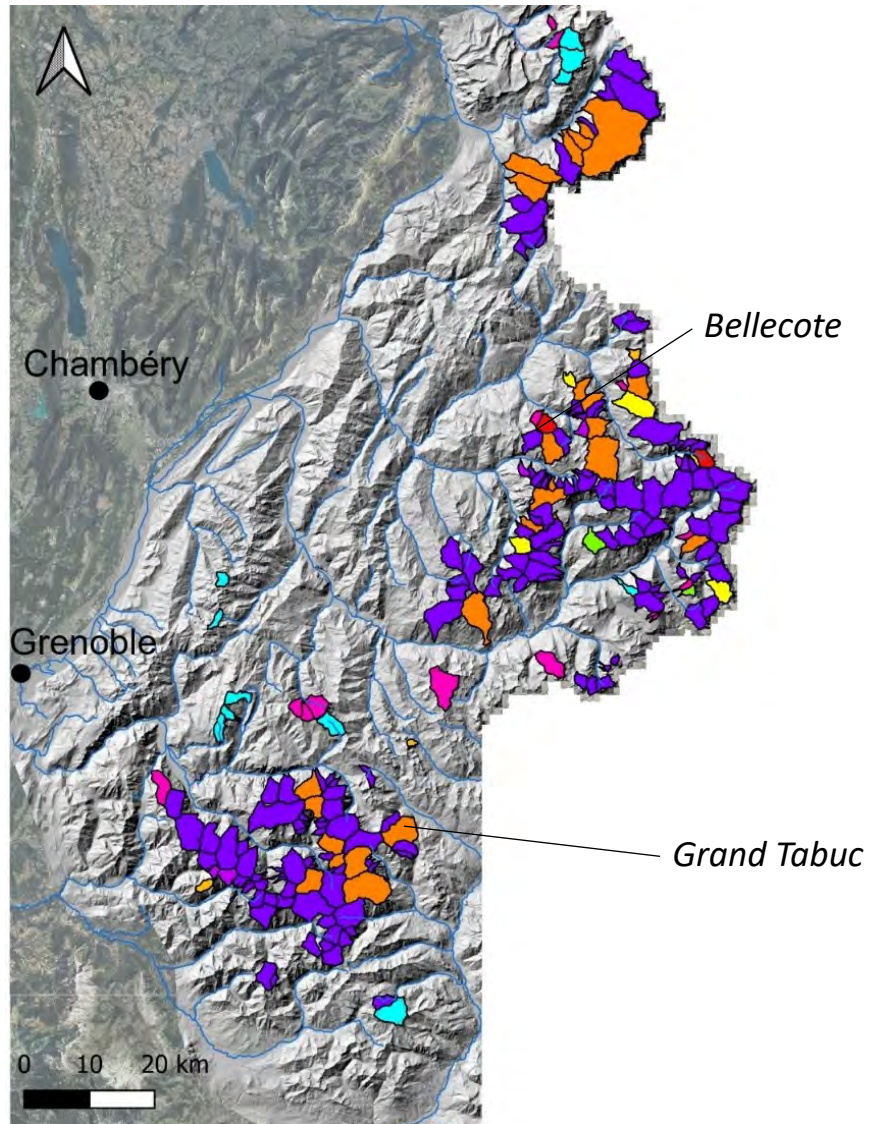
Intégration des paramètres aux bassins versants (outils SIG).

=> **typologie et susceptibilité des bassins versants**



## Démarche et méthodologie :

**Etude de cas :** cartographie géomorphologique actuelle et diachronique, cartographie des couplages, suivi MNT haute résolution (lidar et orthophotographie drone)





## Avancement et perspectives :

### - Atlas des cascades morphosédimentaires torrentielles

-> **inventaire** des BV torrentiels soumis à désenglacement, parois à permafrost, glaciers rocheux

- construction d'une **base de données SIG**
- caractérisation sur la base d'un ensemble de paramètres
- **étude** des trajectoires de **BV représentatifs**

-> **typologie** des **couplages sédimentaires** et de leurs évolutions

### - Opérationnalité :

- approche fine sur la capacité de **reprise/piège sédimentaire** sur les torrents à enjeux
- définition d'un niveau de « **sensibilité des bassins versants** » au regard des nouveaux stocks
- identification des liens entre **sensibilité des processus de versant** et **sensibilité des bassins versants**
- contribution à la **plateforme ONF/RTM sur les bassins versants**
- contribution à la **modélisation** de l'activité des torrents



*Le torrent du Glacier Noir  
Photo 2025*