



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



La gestion des risques d'origine (péri)glaciaires: processus de levée de doute et retours d'expérience

Journée de formation organisée par le PARN

« Risques Naturels en montagne : mieux les connaître pour
relayer la culture du risque et développer le Tourisme
scientifique »

27 mai 2026





Glacier de Tête Rousse

12 juillet 1892

- la rupture brutale d'une poche d'eau sous-glaciaire génère une catastrophe sur la commune de St Gervais
- Une galerie sous-terrainne est creusée pour drainer les poches d'eau qui se forment. Cette galerie sera entretenue pendant plus d'un siècle

Une étude est commandée en 2010 pour le maintien du dispositif:

- Une poche d'eau est détectée. D'un volume comparable à la poche d'eau historique, elle sera vidangée
- Le site est depuis sous surveillance (campagnes géophysiques régulières)
- Un système d'alerte permet l'évacuation des personnes

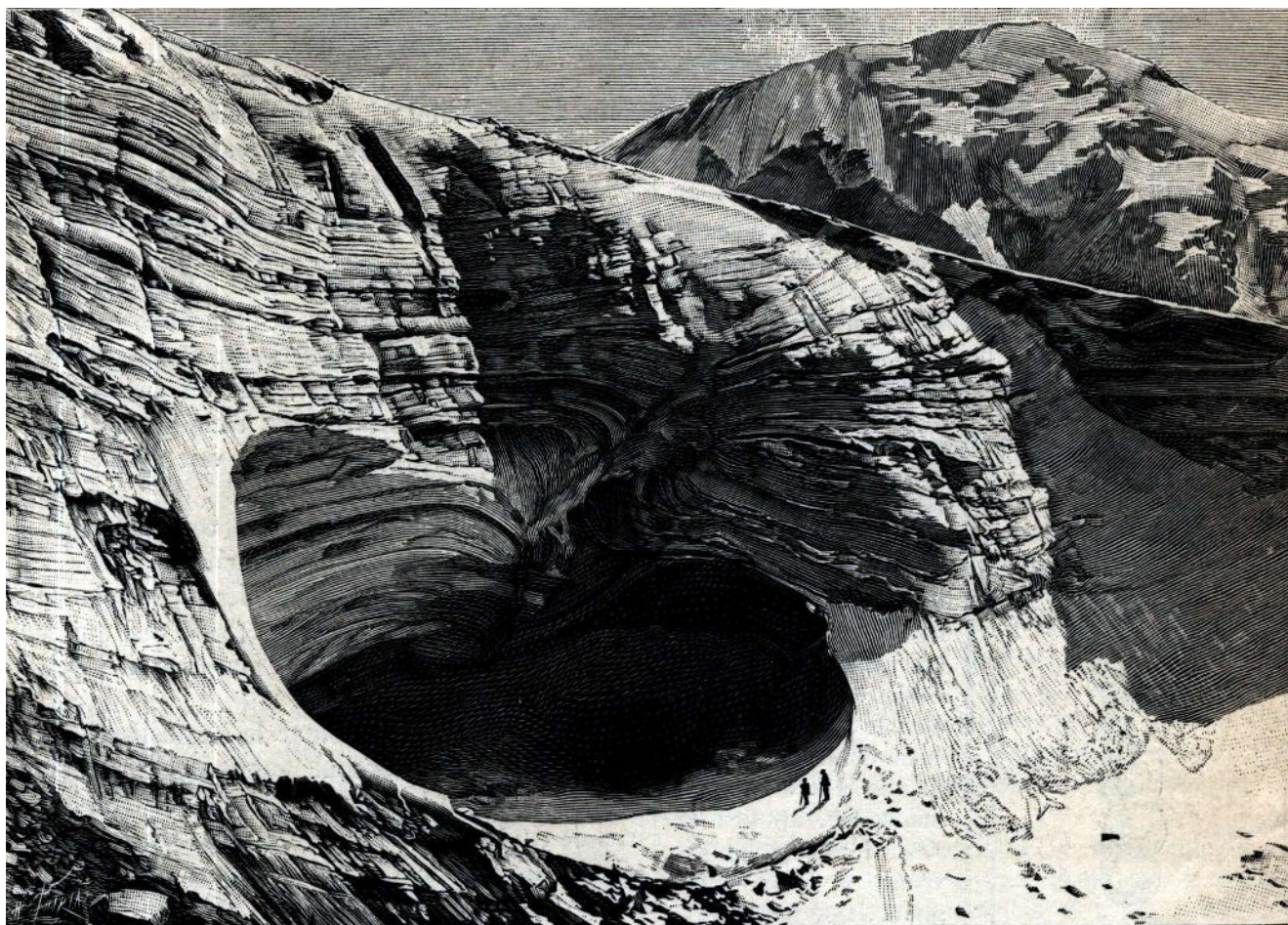


Fig. 1. — Le trou d'échappement, 7 septembre 1892.



Le lac de la Glière





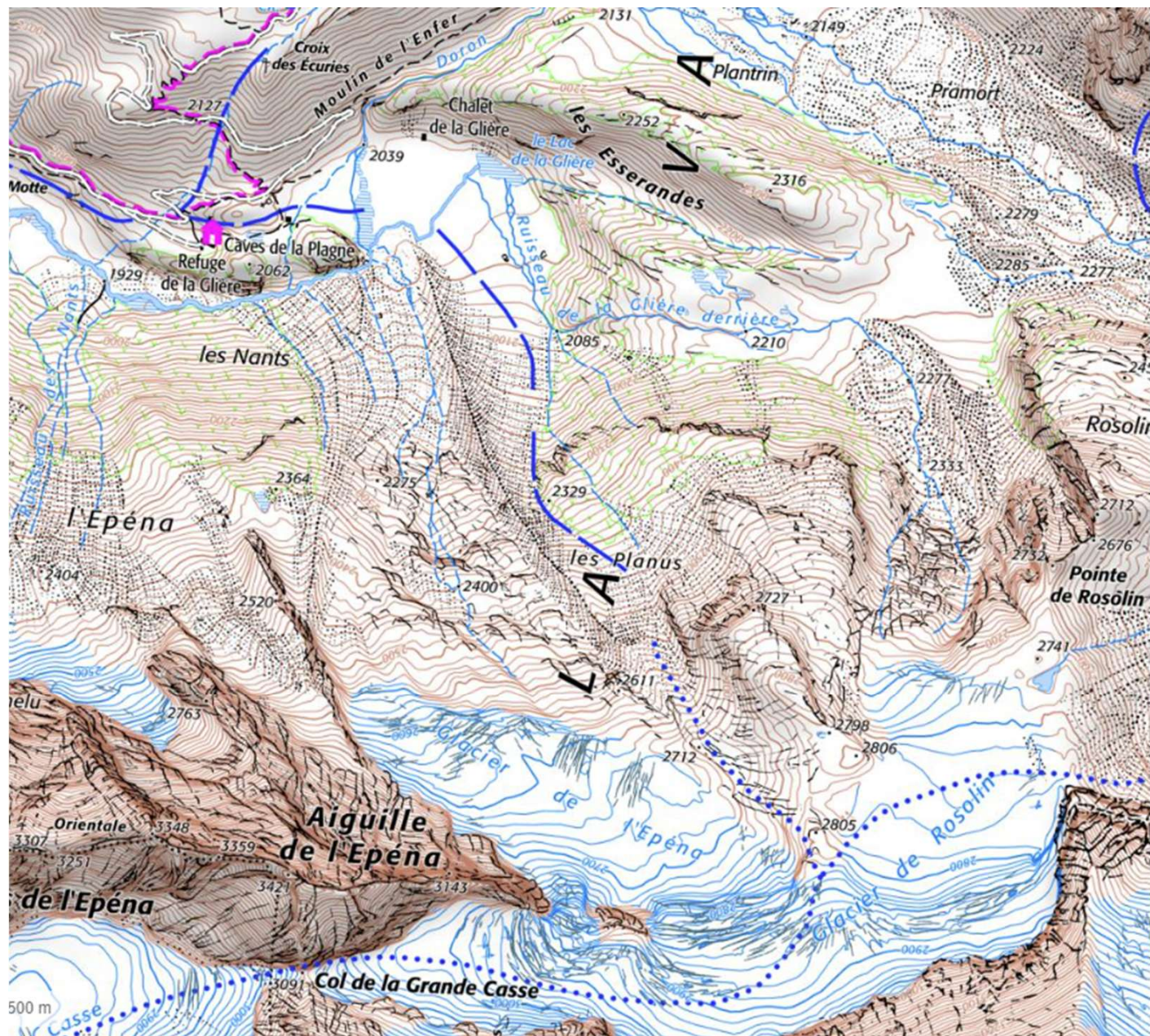
Le lac de la Glière

15 juin 1818

- Chute de séracs détachés de la langue terminale du glacier de Lepenaz (ou Rosolin selon les sources)
- Augmentation du niveau du lac de 7,70 m
- Lâché brutal d'eau

Le risque réapparu (1820, 1826, 1836, 1847)

En 1818, réalisation d'un canal de vidange (200m de long, 4m de profondeur)





Et plus actuellement ...

Glacier d'Arsine (réalisation d'un chenal de vidange en 1986)



Vidange du lac de Rochemelon (2004/2005)



Vidange du lac de Grand-Marchet (2025)



Vidange d'un lac glaciaire aux 2 Alpes (2018)



La Bérarde (21 Juin 2024)





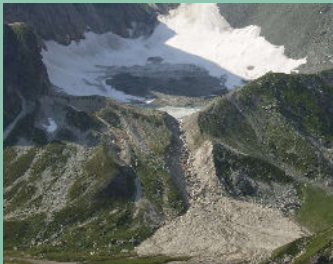
Sommaire

1. La stratégie relative aux risques d'origine glaciaire et périglaciaire : Les origines, les objectifs
2. Formes géomorphologiques, aléas et enjeux : notion de **risque**
3. La procédure de levée de doute
4. Quelques exemples dans le PNV



**Stratégie relative aux risques
d'origines glaciaire et périglaciaire**
Plan d'actions interministériel
2024 – 2026

1. Le plan d'actions 2024 – 2026 de la stratégie sur les ROGP



- Identifier les enjeux concernés par les risques (péri)glaciaires en France
- Développer des outils et méthodes pour l'étude et la gestion de ces risques
- Mettre en place une communauté de travail
- Accompagner les collectivités




MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES
Liberté Égalité Fraternité

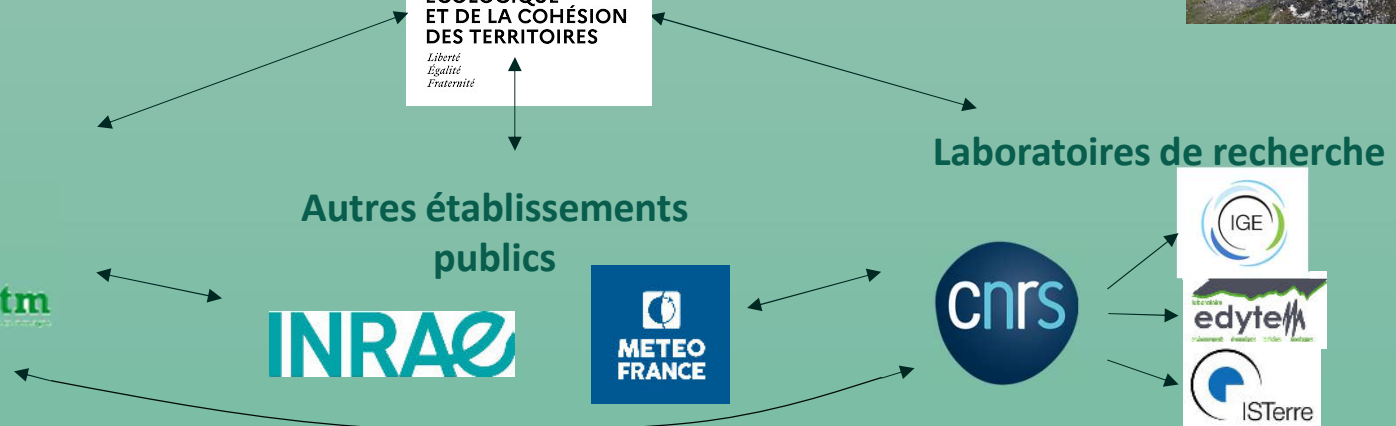
Acteurs opérationnels



Autres établissements publics

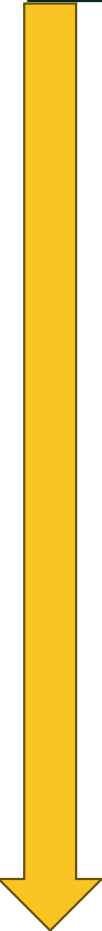


Laboratoires de recherche





Un engagement spécifique des services RTM de l'ONF depuis 2020

- 
- 2020** Impulsion du ministère chargé de la prévention des risques (Ministère de la transition écologique)
- 2021** Élaboration d'un premier cadre de travail
- Développer la connaissance opérationnelle (et aussi la connaissance scientifique avec liens labos : IGE, INRAe, EDYTEM...)
 - Identifier les enjeux concernés
 - Accompagner les collectivités concernées
 - Participer à la mise en place d'une communauté (y/c international)
- 2022** Rapport des inspections générales qui entérine le plan d'actions mis en place en valorisant
- La procédure de levée de doute
 - La nécessité de mettre en place des moyens supplémentaires aux ROGP pour éviter de le faire au détriment des autres risques (notamment⁸ de montagne)
- 2023** Montée en puissance sur les différentes actions : mise en place d'un poste dédié
- 2024** Validation interministérielle d'une stratégie pour la prévention des ROGP => plan étendu aux ministères en charge de l'Intérieur et de la Recherche



2. Formes géomorphologiques, aléas et enjeux => notion de **risque**



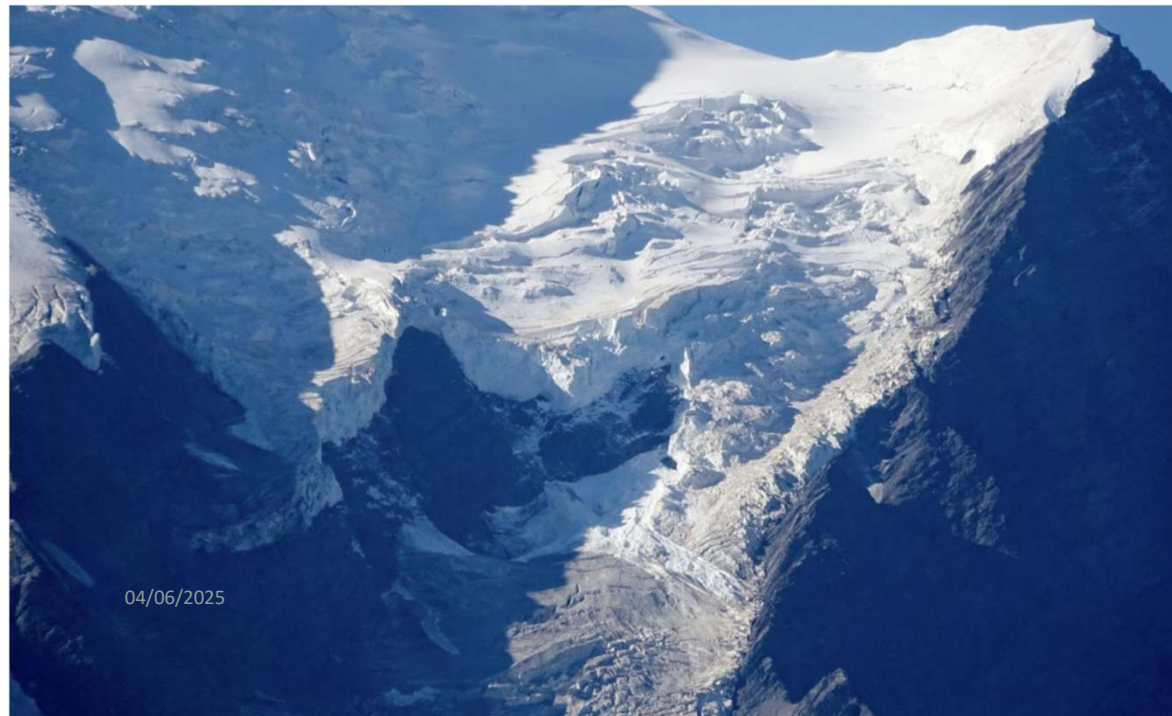
Définir ce que sont les ROGP

- Les risques d'origines glaciaire et périglaciaire (ROGP) regroupent les risques naturels ayant pour source **des zones englacées, récemment désenglacées, ou concernées par le dégel du pergélisol.**
- Dans le cadre du plan d'actions, **4 types de formes** sont analysées:
 - **Les glaciers**
 - **Les lacs**
 - **Les parois rocheuses « gelées »**
 - **Les glaciers rocheux**
- Ces **différentes formes réagissent au changement du climat en haute montagne** et peuvent être à l'origine **d'aléas dont la nature peut varier** selon le type de forme.





Formes géomorphologiques : Les glaciers



Glacier de Taconnaz (Chamonix)

- Différentes typologies de glaciers (froids, suspendus, tempérés, polythermaux...)
- Dynamique en lien direct avec le réchauffement climatique
- Initiation aléa :(chute de séracs, changement de régime thermique, surcharge mécanique?)
- Aléa résultant : avalanches de glace



Formes géomorphologiques : Les lacs



Lac du Grand Marchet (Pralognan)

- Différents types de barrages (morainiques, glaciaire...)
- Dynamique d'évolution rapide
- Initiation aléa : (Surverse, érosion interne, vidange sous glaciaire ?)
- Aléa résultant : Laves ou crues torrentielles



Formes géomorphologiques : Les glaciers rocheux



Glacier rocheux sous le col des Reys (Bonneval sur Arc)

Source : [PNV](#)

- Différents niveaux d'activités (actif, inactif, fossile) lié à la présence de glace et aux mouvements
- Déstabilisation (accélération) possible en lien avec le réchauffement climatique
- Initiation aléa : Principalement lors de fortes précipitations, fourniture sédimentaire importante
- Aléa résultant : Laves ou crues torrentielles



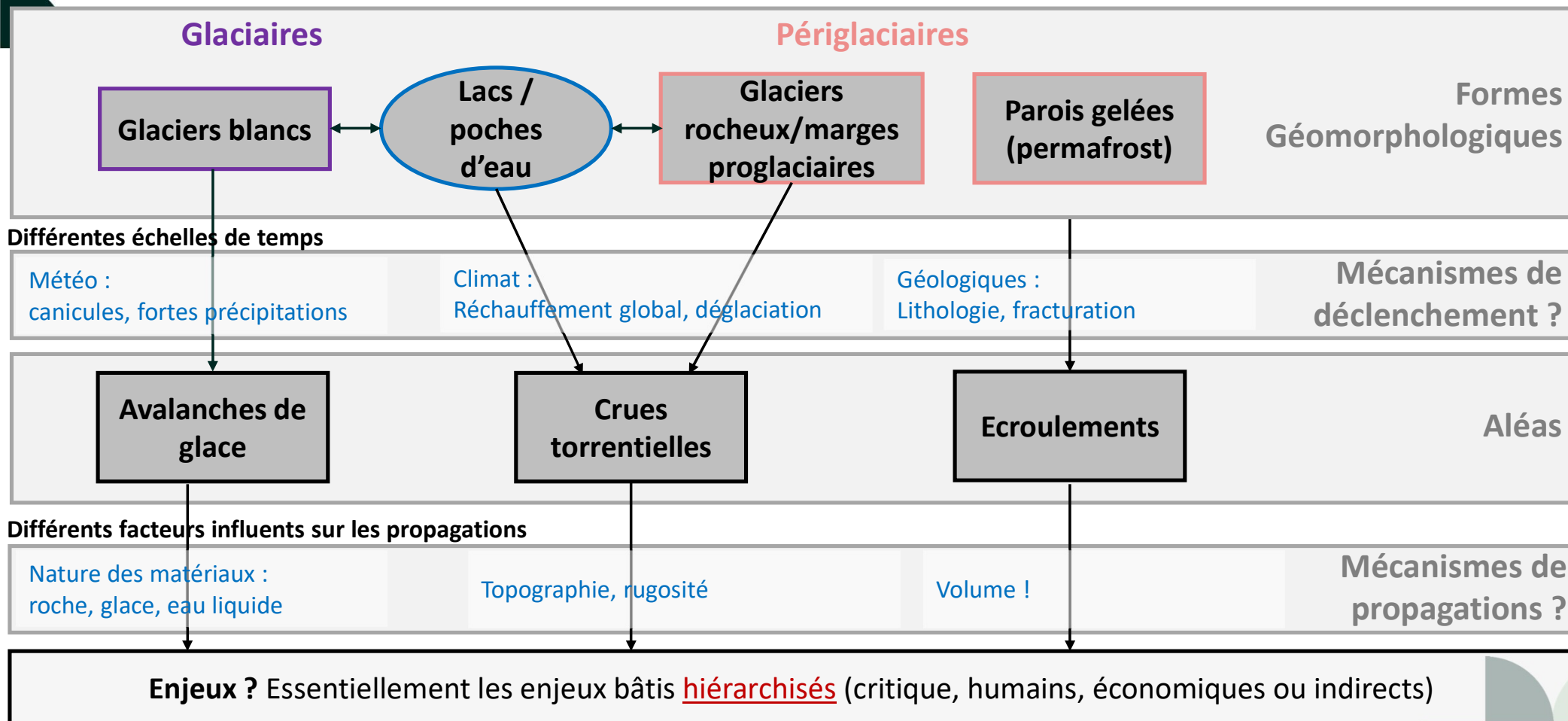
Formes géomorphologiques : Les « parois permafrost »



Ecroulement rocheux du Col de la Gurraz, 11/2024 (Villaroger)

- Permafrost des parois de montagne dont la présence dépend principalement de l'altitude et de l'orientation
- Fragilisation des parois lors de la dégradation du permafrost (en lien avec le réchauffement climatique)
- Initiation aléa : Variables selon la profondeur des ruptures, souvent multifactoriel
- Aléa résultant : Ecrroulement rocheux, voire glace + eau => lave torrentielle ?

Définir le risque : des formes géomorphologiques aux enjeux



3. La procédure de levée de doutes



L'approche grande échelle

- **Objectif** : approche macroscopique / systématique → guider l'action publique
- **Limites** : incomplète (*Ne comporte pas les poches d'eau*) / succinct / figé

L'analyse grande échelle

- 1^{er} niveau d'analyse
- Hiérarchiser l'expertise



Avis par bassin



Emprises potentielles de phénomènes d'origine (péri)glaciaire

Identifier les Zones Sources puis estimer les emprises potentielles de phénomènes



Carte d'Exposition

Croiser les emprises potentielles avec certains enjeux pour identifier les risques potentiels



Hiérarchisation

Hiérarchiser les bassins versants de risque vis-à-vis des ROGP pour établir un degré de priorité selon un objectif MTE





Le point de départ: des inventaires !

- Recensement des glaciers (IGE)
- Recensement des glaciers Rocheux (RTM, Edytem)
- Recensement des lacs d'altitudes (IGE)
- Probabilité de présence de permafrost (Edytem)

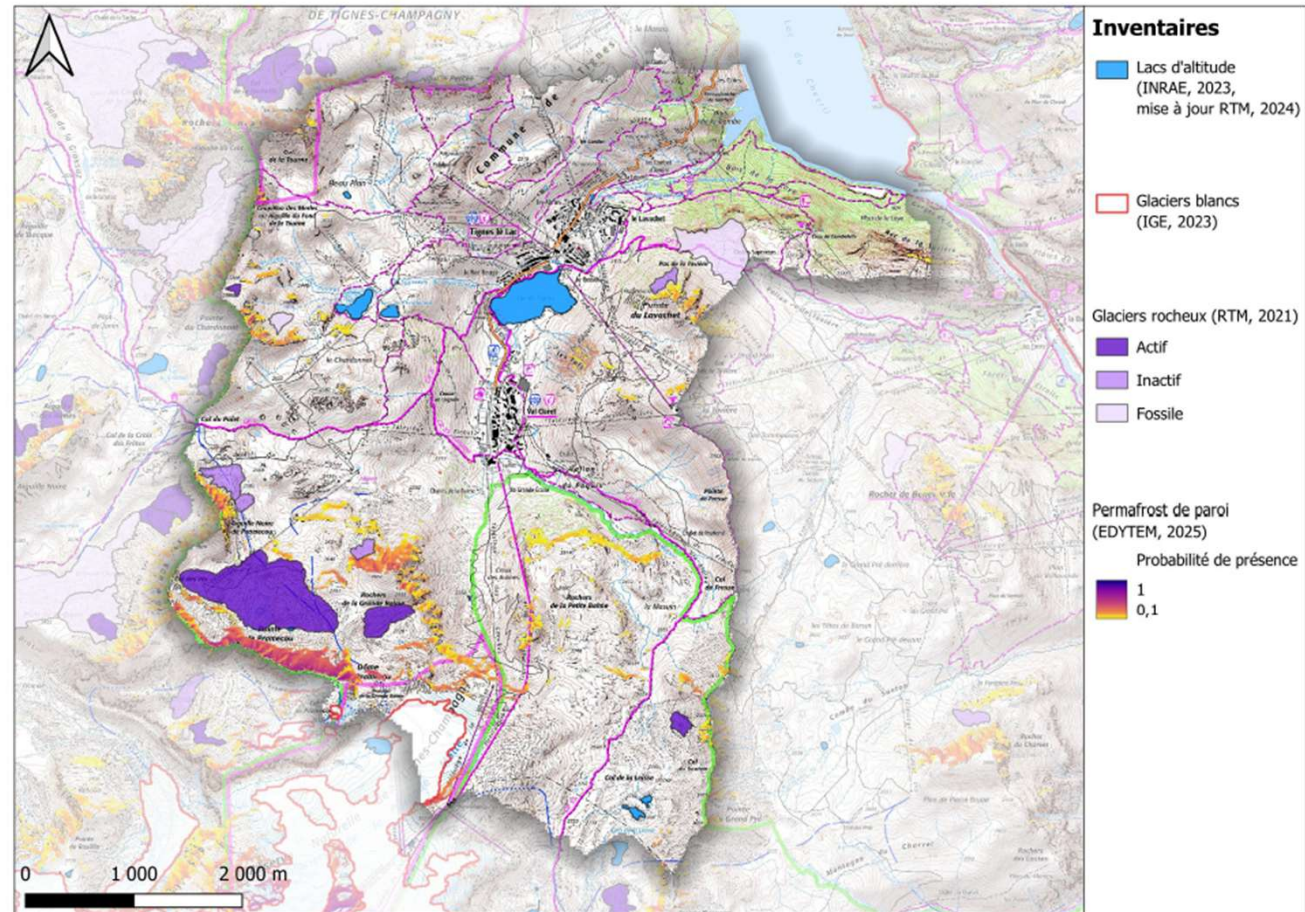


Figure 8: Inventaire des formes géomorphologiques d'origine glaciaire et périglaciaire





Des typologies de formes glaciaires à risque

Lacs à Barrage Morainique



Lacs en contact avec les glaciers





Evaluer l'atteinte potentielle d'un enjeu ?

Des outils simples basés sur l'observation des phénomènes...

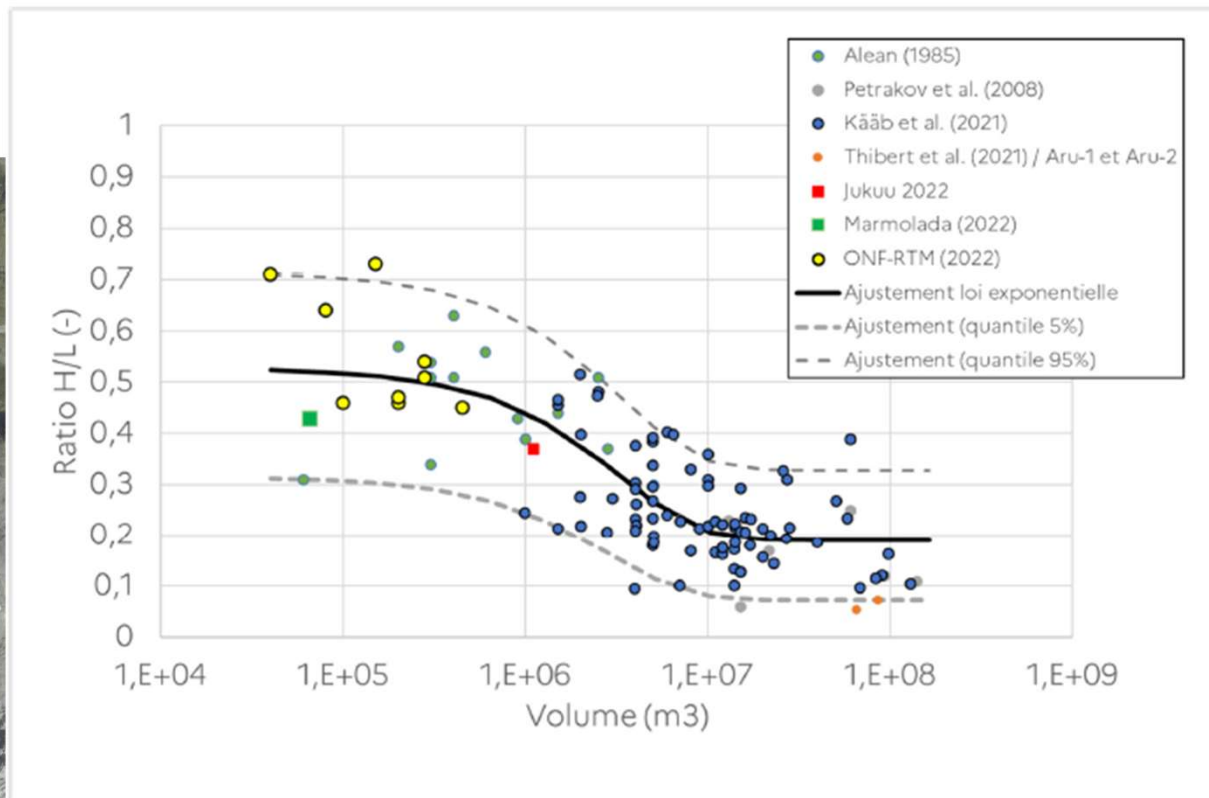
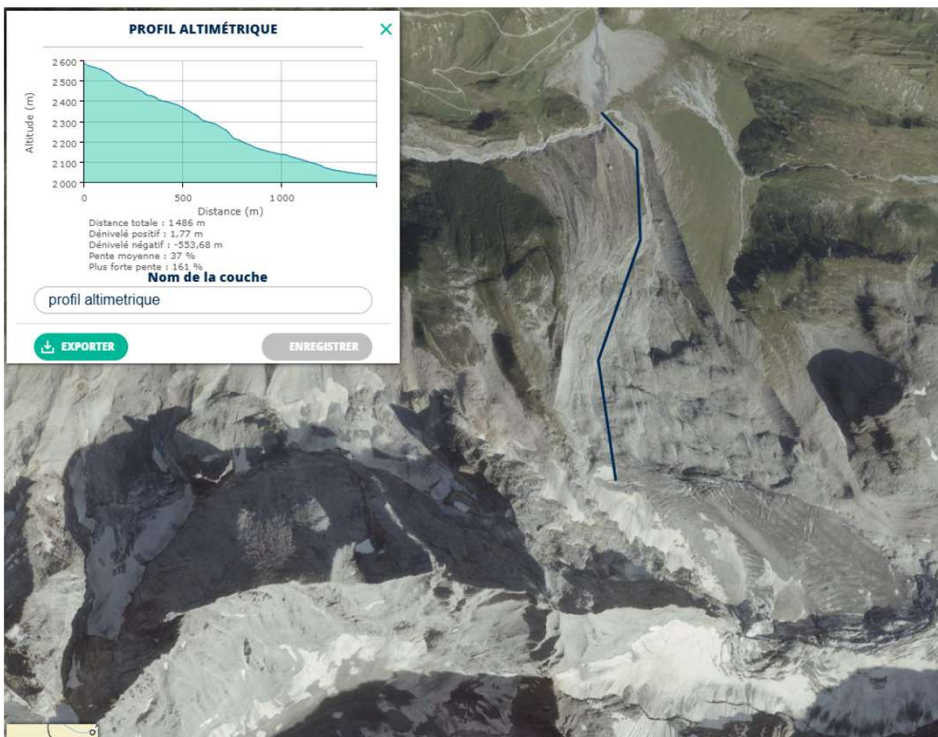


Fig. 1 : coefficient H/L en fonction du volume pour des avalanches de glace (adapté de Thibert et al., 2021). En jaune figurent les points issus des 9 rétro-analyses réalisées dans le cadre de la présente étude.

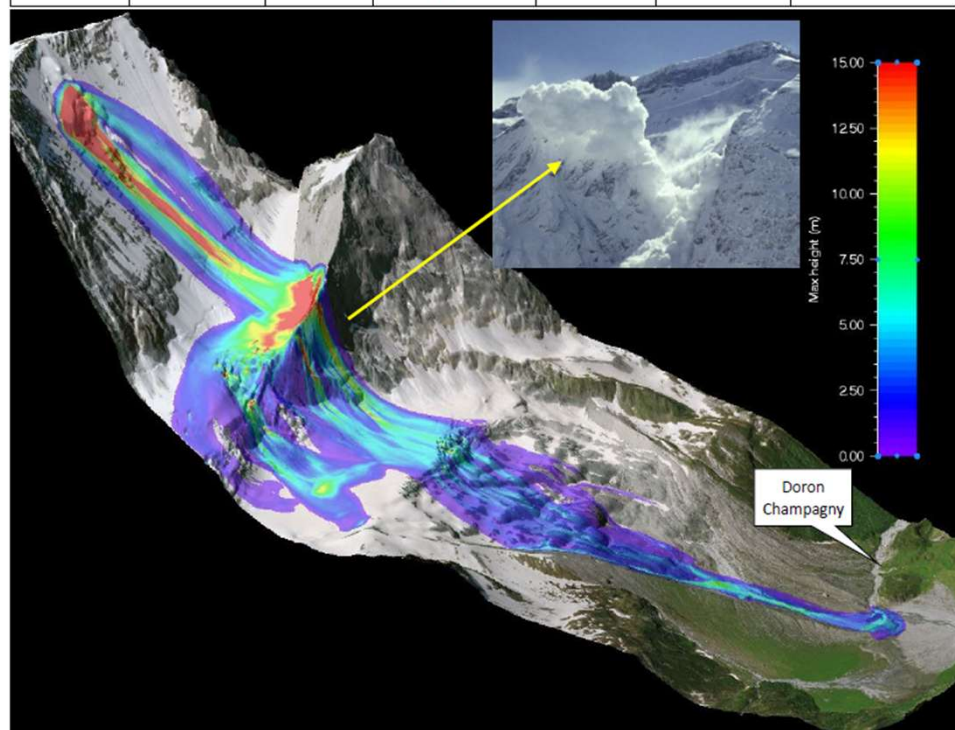


Evaluer l'atteinte potentielle d'un enjeu

BV_197 rive gauche Doron de Champagny

Secteur Grande Casse

Altitude ZD	Vol. glace mobilisée	Parcours chenalisé ?	Pulvérisation glace (aérosol) ?	Reprise de neige ?	Valeurs μ / ξ retenues	Référence notice Ramms avalanche	Cohésion retenue (Pa)	Commentaire	Enjeux touchés ?
3550 m	500 000 m ³	Non	Oui (contre paroi Epéna)	Non	0,15 / 4000 puis 0,17 / 2500	L30 pour l'aval	150	Scénario plutôt estival (glacier polytherme ? fonte), simulation test en 2021 avec INRAE, avant calage -> ≈ faible viscosité du tableau	Aucun (idem rupture 2008)



Des outils basés sur de modélisation numériques.
Les hypothèses (quel volume au départ?) et les paramètres de ces modèles sont difficiles à déterminer

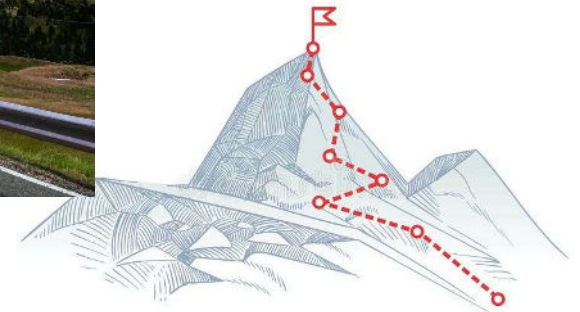
→ fortes incertitudes



Enjeu

Quels enjeux doit-on prendre en compte ?

- Les secteurs urbanisés
- Les bâtiments isolés
- Les routes
- Les remontées mécaniques
- Les centrales hydroélectriques
- Les sentiers aménagés
- Les itinéraires d'alpinisme
- ...





L'approche grande échelle

- **Objectif** : approche macroscopique / systématique → guider l'action publique
- **Limites** : incomplète (*Ne comporte pas les poches d'eau*) / succinct / figé

L'analyse grande échelle

- 1^{er} niveau d'analyse
- Hiérarchiser l'expertise



Avis par bassin



Emprises potentielles de phénomènes d'origine (péri)glaciaire

Identifier les Zones Sources puis estimer les emprises potentielles de phénomènes



Carte d'Exposition

Croiser les emprises potentielles avec certains enjeux pour identifier les risques potentiels



Hiérarchisation

Hiérarchiser les bassins versants de risque vis-à-vis des ROGP pour établir un degré de priorité selon un objectif MTE





Les avis en Savoie

L'avis à dire d'expert aboutit à l'estimation d'un niveau de sensibilité du bassin versant aux ROGP (très faible, faible, moyen, fort). Les enjeux considérés dans l'estimation du niveau de sensibilité sont les enjeux bâtis et les lieux associés à une occupation humaine permanente et/ou importante. Au regard du classement des enjeux réalisé dans l'analyse grande échelle, ils correspondent :

- Aux enjeux critiques : lieu à occupation humaine permanente et importante (lieu d'enseignement, hôpital, camping, maison de retraite, hébergement de loisirs, etc) et bâtiments associés à l'intervention des secours (caserne de pompiers, police, gendarmerie, etc) ;
- Aux enjeux humains : cette catégorie inclut les enjeux critiques, mais aussi les bâtiments associés à une occupation humaine non permanente : lieux de travail, centres de loisirs, centres commerciaux, gares, refuges de moyenne et haute-montagne, etc.

Les enjeux indirects ou économiques (routes, lignes électriques, pylônes de remontées mécaniques, etc) n'ont pas été considérés dans la hiérarchisation des bassins versants et ne sont pas considérés dans l'estimation du niveau de sensibilité. Néanmoins une information est faite en conclusion de l'avis si l'analyse des scénarios met en avant l'exposition potentielle de l'un de ces enjeux.

Sensibilité ROGP	Définition
Très faible	Aucun scénario menant à un risque d'origine (péri)glaciaire n'est retenu. Les formes (péri)glaciaires sont généralement reliques.
Faible	Aucun scénario menant à un risque d'origine (péri)glaciaire n'est retenu. Néanmoins, des formes (péri)glaciaires sont présentes et pourraient être amenées à évoluer.
Moyenne	Un/des scénarios menant à un risque d'origine (péri)glaciaire est/sont retenu(s). Besoin d'analyses plus approfondies et/ou d'acquisitions de connaissances pour mieux caractériser le(s) scénario(s).
Forte	Un/des scénarios menant à un risque d'origine (péri)glaciaire à court terme est/sont retenu(s). Besoin d'analyses plus approfondies et/ou d'acquisitions de connaissances pour mieux caractériser le(s) scénario(s), pouvant conduire à des mesures de sauvegarde.

Tableau 3 : Définition des niveaux de sensibilité



4. Exemples dans le PNV

- Identification du risque
- Evaluation du risque
- Suivi/prospection/amélioration de la connaissance d'un site
- Information aux communes concernées
- Mesures opérationnelles de réduction du risque

Porté par les services de l'Etat (DGPR, RTM) et les services DDT

Porté par les collectivités (avec appui RTM, DDT, préfecture...)

4.1 Modane : Approfondissement de la levée de doute

- Identification du risque
- Evaluation du risque
- Suivi/prospection/amélioration de la connaissance d'un site
- Information aux communes concernées
- Mesures opérationnelles de réduction du risque



**Porté par les services
de l'Etat (DGPR, RTM)**



Modane: Thématique lac



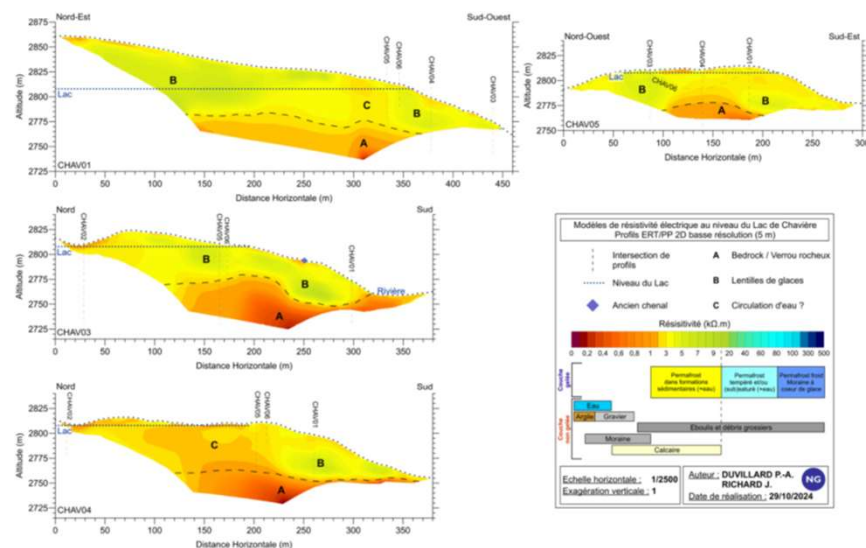
- Lac de Chavière (2800m d'altitude) relativement ancien et ayant peu évolué
- Barrage par une moraine haute et raide
- Possibilité de crue très importante si vidange brutale
- Investigation sur les scénarios d'érosion interne
 - **Présence de glace au sein de la moraine ?**



Modane: complément de la levée de doute par des investigations géophysiques



- Campagne de terrain réalisée 1ere semaine de septembre 2024
- Plusieurs profils en résistivité électrique et polarisation provoquée

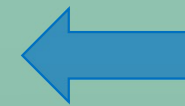


- Résultats permettent d'éliminer l'hypothèse de présence « massive » de glace au sein de la moraine

➤ Baisse du niveau de sensibilité du bassin versant

4.2 Aussois : Acquisition de connaissances

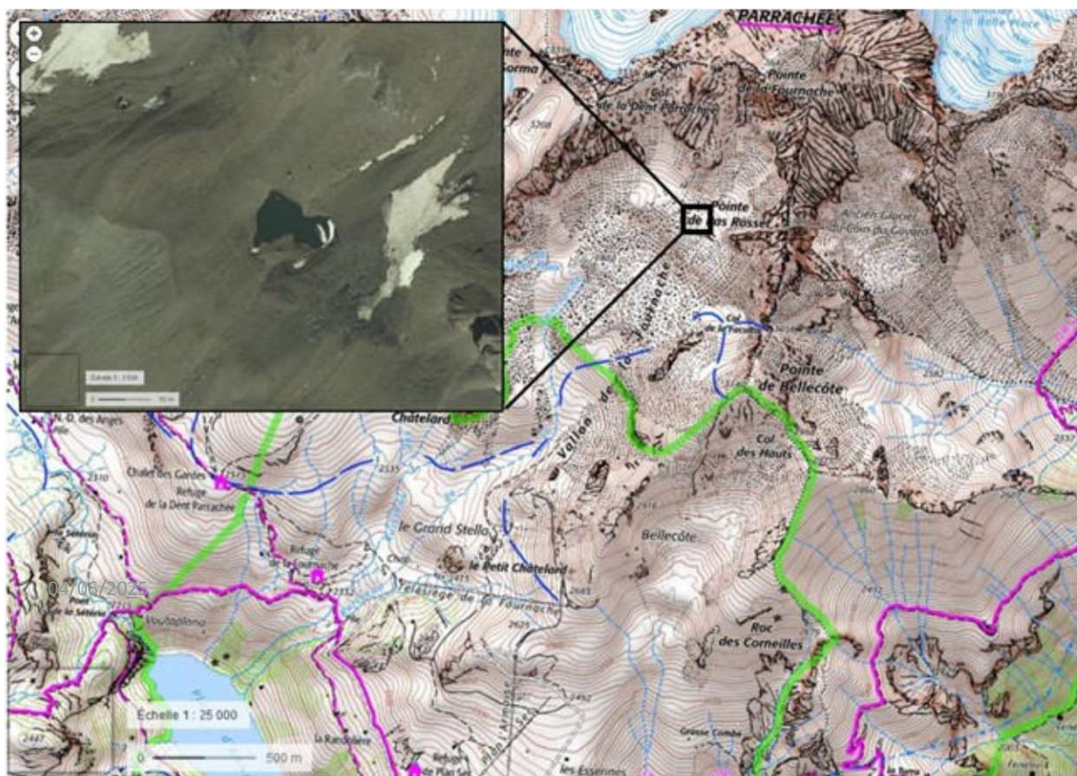
- Identification du risque
- Evaluation du risque
- Suivi/prospection/amélioration de la connaissance d'un site
- Information aux communes concernées



**Porté par les services
de l'Etat (DGPR, RTM)**

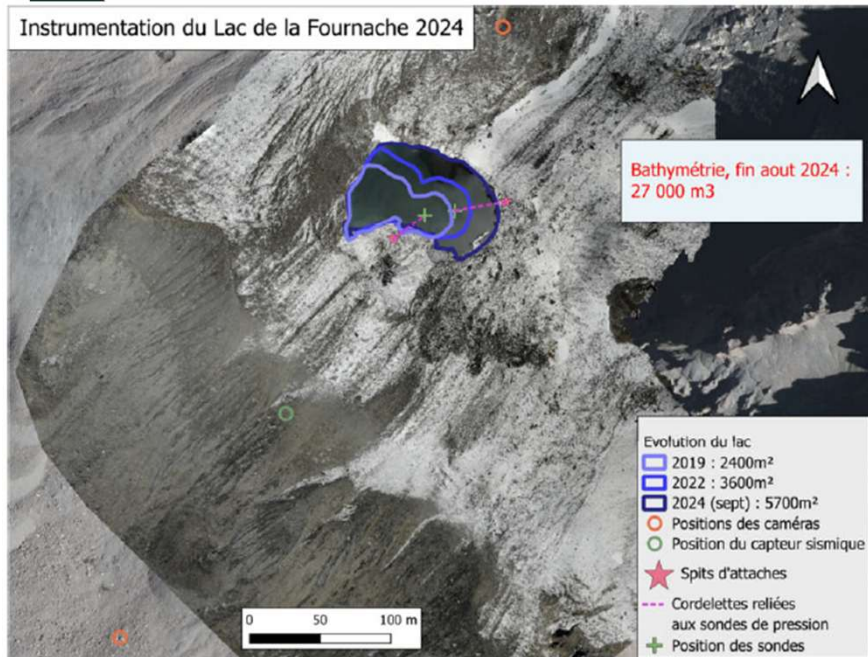
- Mesures opérationnelles de réduction du risque

Aussois: Thématique lac



- Lac de la Fournache (~3000m d'altitude)
- Au pied (SW) de la Dent Parrachée

Aussois: Thématique lac



- Objectif de **non-intervention** mais d'**acquisition de connaissances**
- Instrumentation du site (capteurs de pression, sismiques, appareils photo) => **recueillir des données si la vidange se produit**

- Au contact d'un glacier couvert en fort recul
- Dynamique d'évolution du lac très rapide
- Probable vidange du lac à court terme (quelques années au plus ?)
 - **Mais pas d'enjeu exposé => sensibilité faible**



Figure 4 : Lac de la Fournache le 02/08/2024. Photo ©RTM

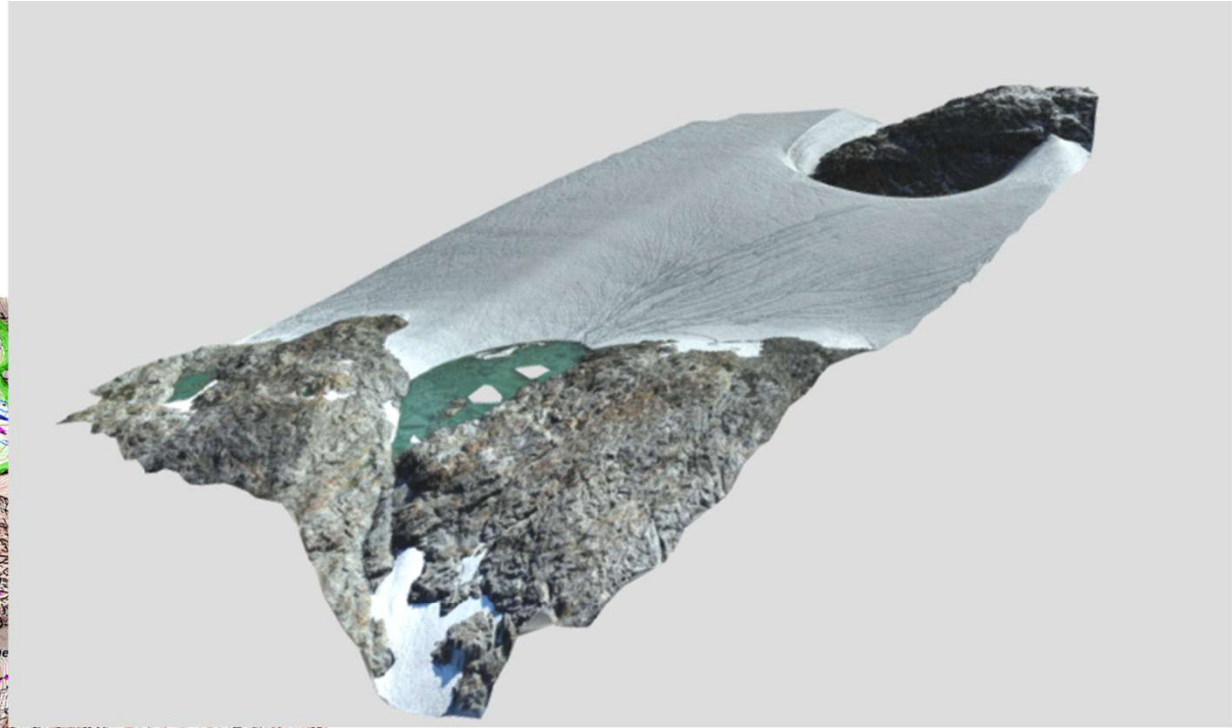
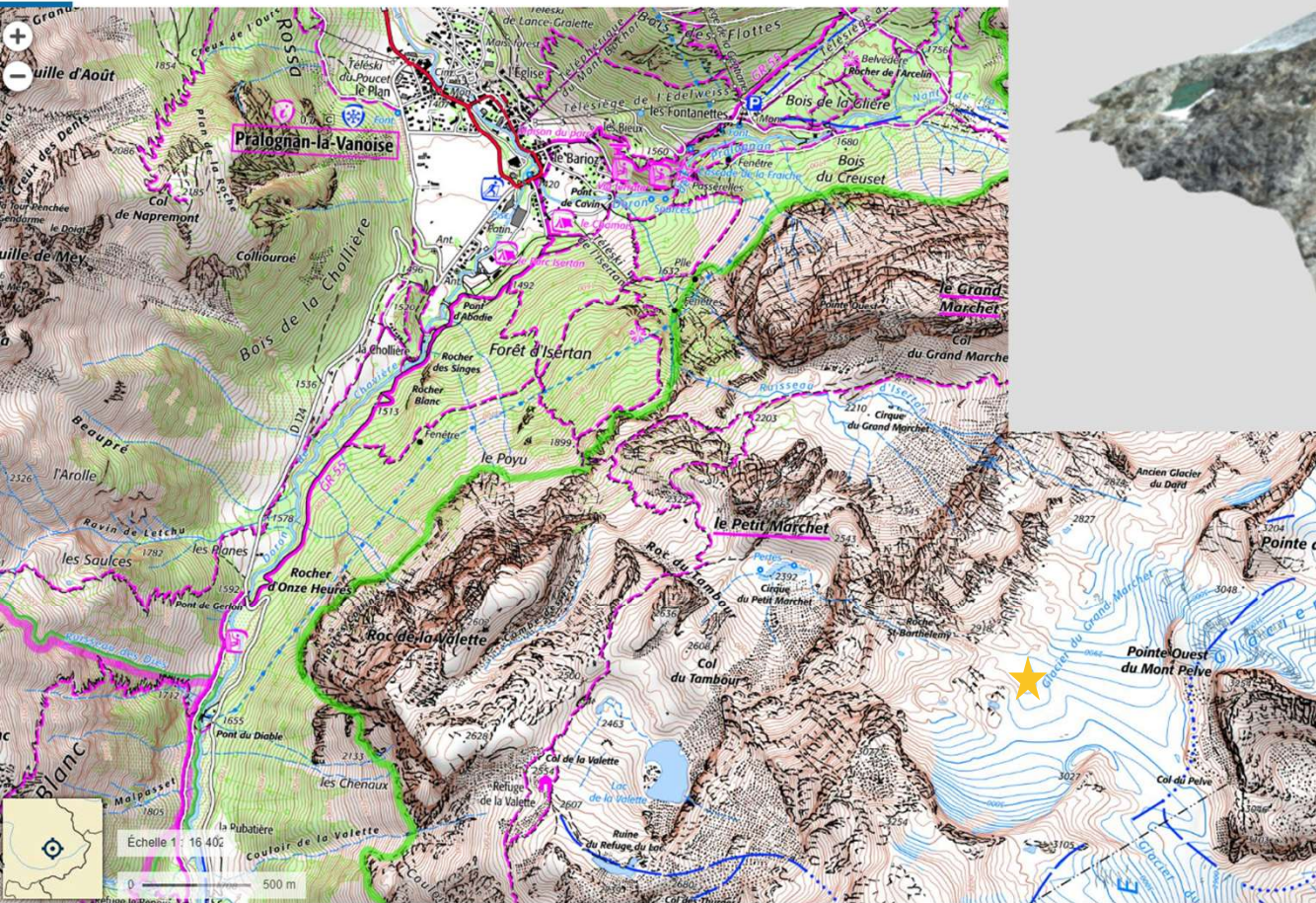
4.3 Pralognan : Lac du Grand Marchet

- Identification du risque
- Evaluation du risque
- Suivi/prospection/amélioration de la connaissance d'un site
- Informations aux communes concernées
- Mesures opérationnelles de réduction du risque

Porté par les services de l'Etat (DGPR, RTM) et les services DDT

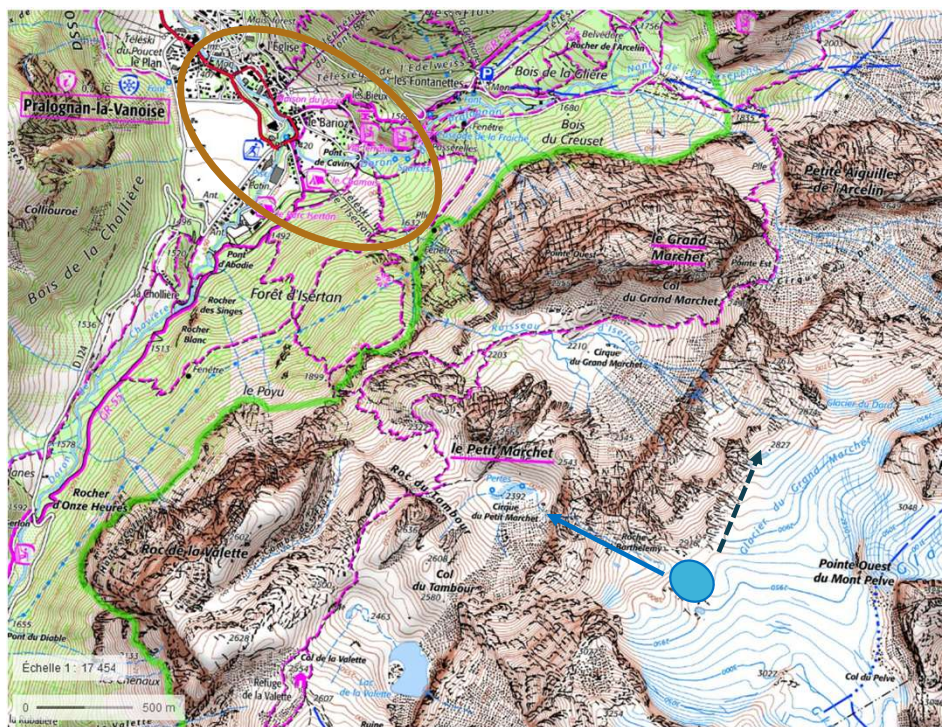
Porté par les collectivités (avec appui RTM, DDT, préfecture...)

Pralognan: Lac du Grand Marchet



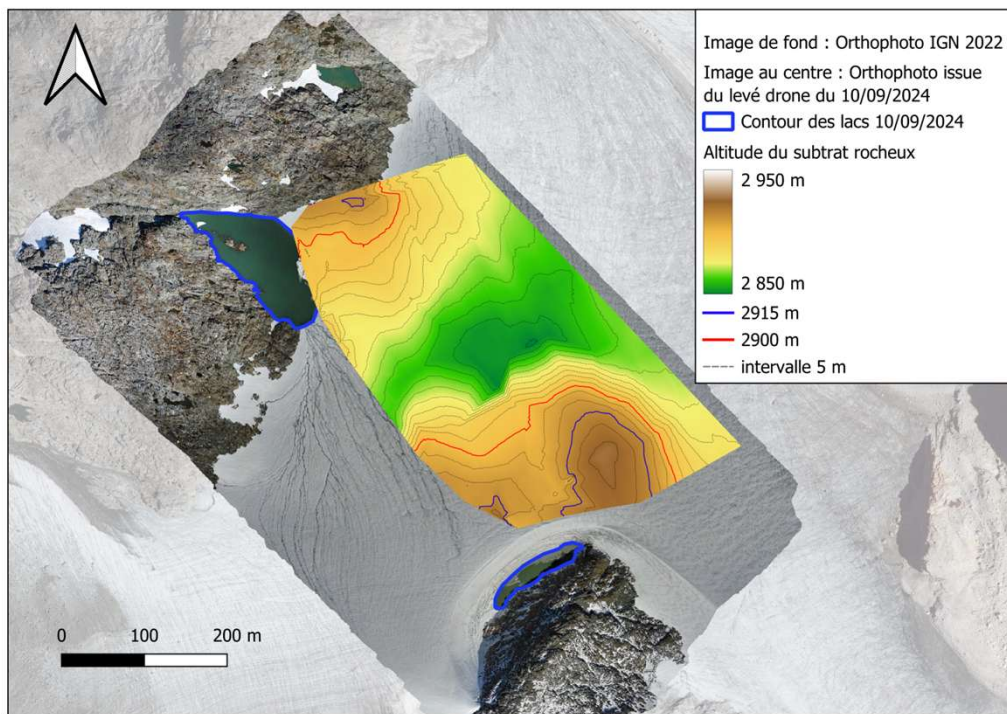
Pralognan: Lac du Grand Marchet

- Lac bordé au nord-est par une croupe du glacier
 - Augmentation du volume du lac
 - Changement d'exutoire à venir
 - Risque de vidange sous-glaciaire
 - Selon le volume vidangé, peut être à l'origine d'une lave torrentielle sur Pralognan

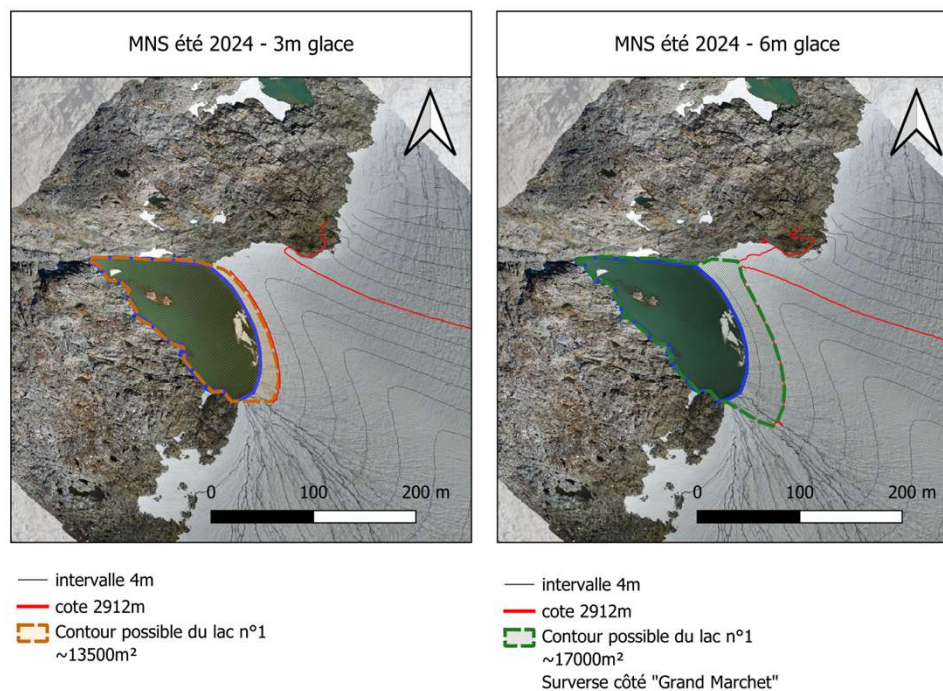


Identification de l'aléa « défavorable »

- Changement de bassin versant
 - Rendu possible par la topographie sous-glaciaire (campagne radar SAGE automne 2024) et la fonte du glacier

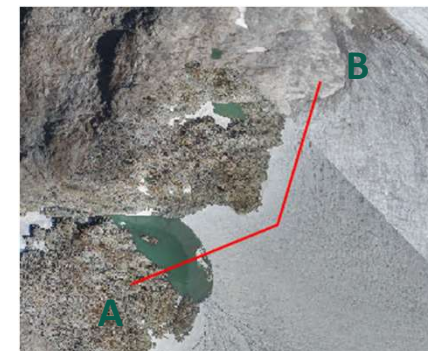


Evolution de surface au niveau du lac n°1

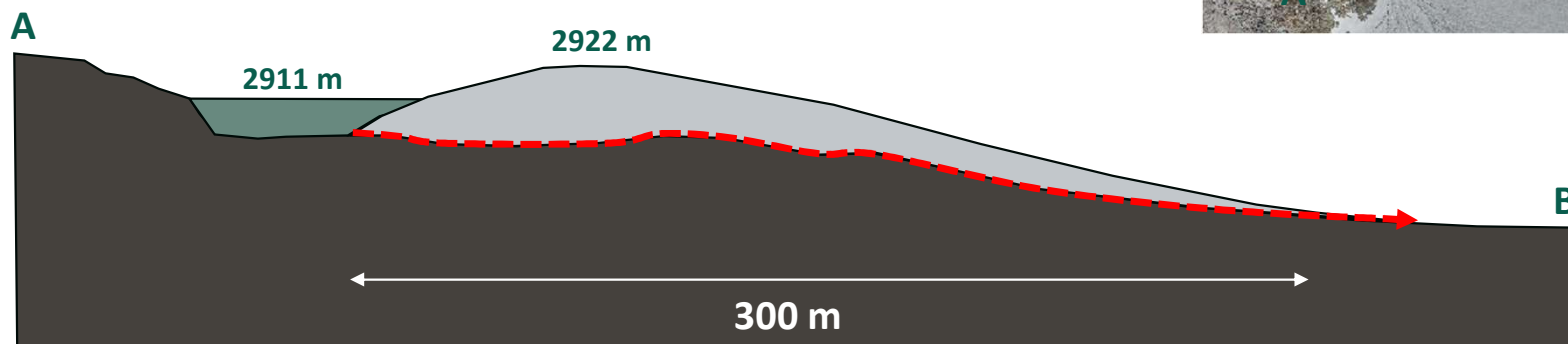




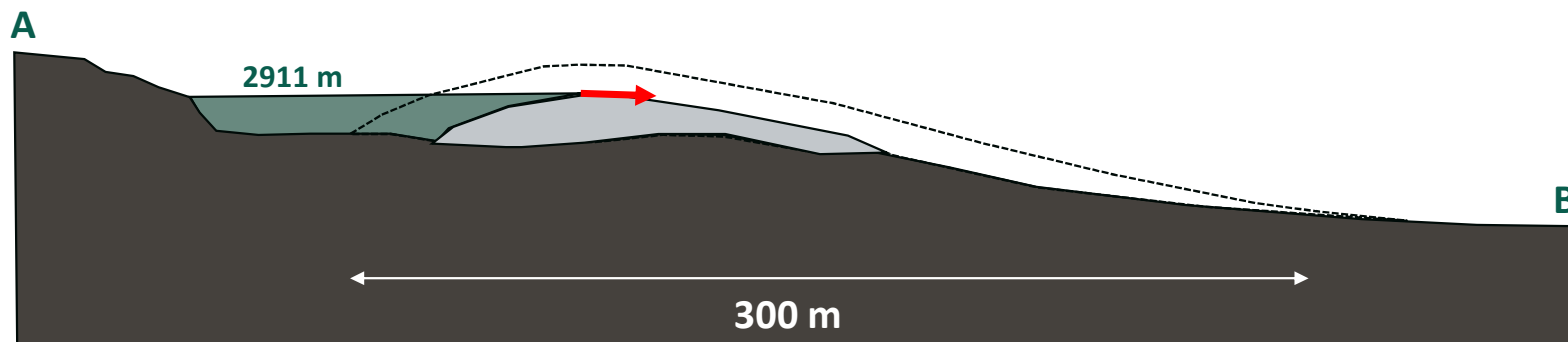
Scénarios de vidange



➤ Sous-glaciaire =>
Fort débit (> crue
centennale Isertan ?)
mais probabilité
d'occurrence inconnue

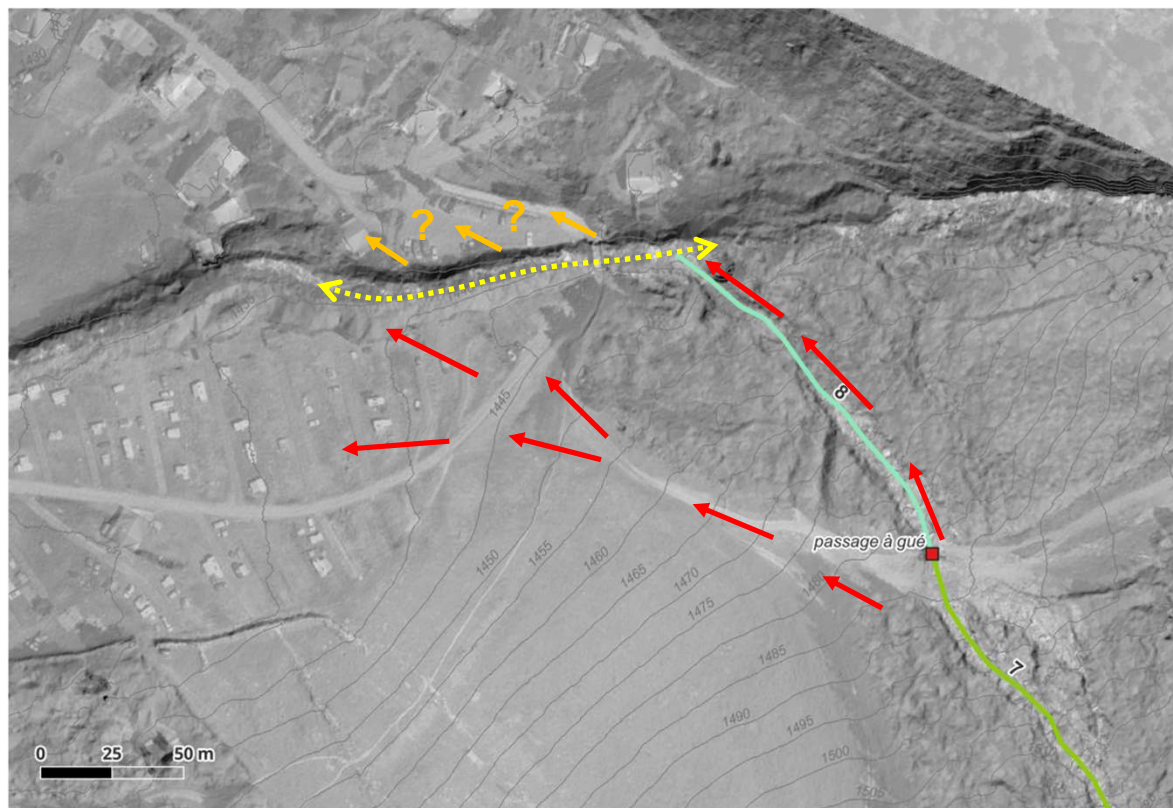


➤ Par surverse =>
Très probable à
court terme mais
peu de débit



Identification des enjeux potentiellement exposés

- Historique de la crue de l'Isertan de 2015 (intensité décennale ?) et réalisation d'une étude hydraulique
 - **Le camping du Chamois le plus exposé** (divagations, dépôts de matériaux solides)
 - Traversée de Pralognan : écoulements moins chargés en matériaux solides





Phase de prise de décisions

Camping Le Chamois

- Fermeture cet été du camping « Le Chamois » suite à l'avis défavorable de la commission départementale de sécurité et d'accessibilité

Réduction de l'aléa à la source

- Choix de réaliser des travaux dès cette année
- Réalisation d'un chenal dans la croupe de glace

Lac du Grand Marchet : Travaux de vidange contrôlée

Creusement d'un chenal de surverse (été 2025)

- Configuration favorable car crête de glace peu élevée par rapport au lac
- Initiation surverse puis incision chenal par le passage de l'eau (principe identique à la vidange du lac des Bossons en 2023)



- Glacier
- Chenal initial : terrassé
- Cote initiale du lac
- Chenal incisé dans le glacier par le passage de l'eau
- Cote du lac après incision





Office National des Forêts