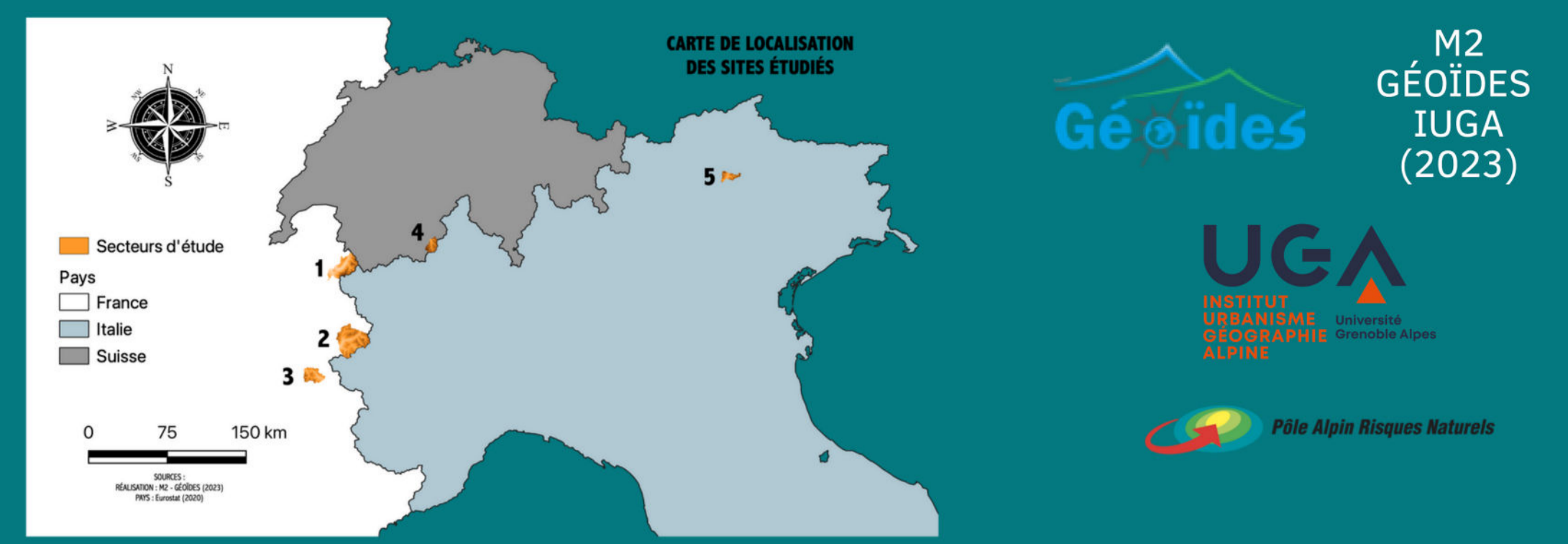


LES RISQUES D'ORIGINE GLACIAIRE ET PÉRIGLACIAIRE DANS LES ALPES

8 ALÉAS ET ÉTUDES DE CAS ASSOCIÉES

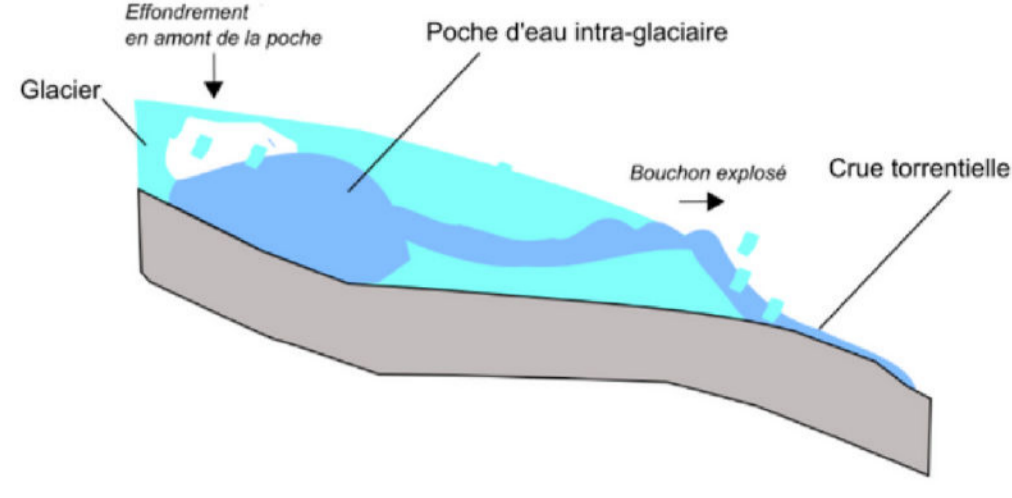
Ce poster présente la classification des ROGP proposée par le Pôle Alpin des Risques Naturels (PARN), en l'illustrant d'exemples emblématiques au cœur des Alpes. On peut classer les risques d'origine glaciaire et périglaciaires (ROGP) en 3 groupes, en fonction de la nature des matériaux mis en mouvements. Ainsi, on peut distinguer les phénomènes d'écoulement d'eau liquide, de mouvement de masses d'eau solide, et de matériaux mêlés à la glace.



LAC INTRA-GLACIAIRE

- Processus de l'aléa**
- Formation d'une poche d'eau à l'intérieur du glacier
 - Remplissage par les torrents glaciaires
 - Volumes variants en fonction des conditions

- Le risque induit**
- Difficilement détectable car non visible en surface
 - Risque de débâcle par rupture du bouchon glaciaire en cas de rupture d'une partie du glacier en aval
 - Des débits d'eau importants et dévastateurs sur les fonds de vallées



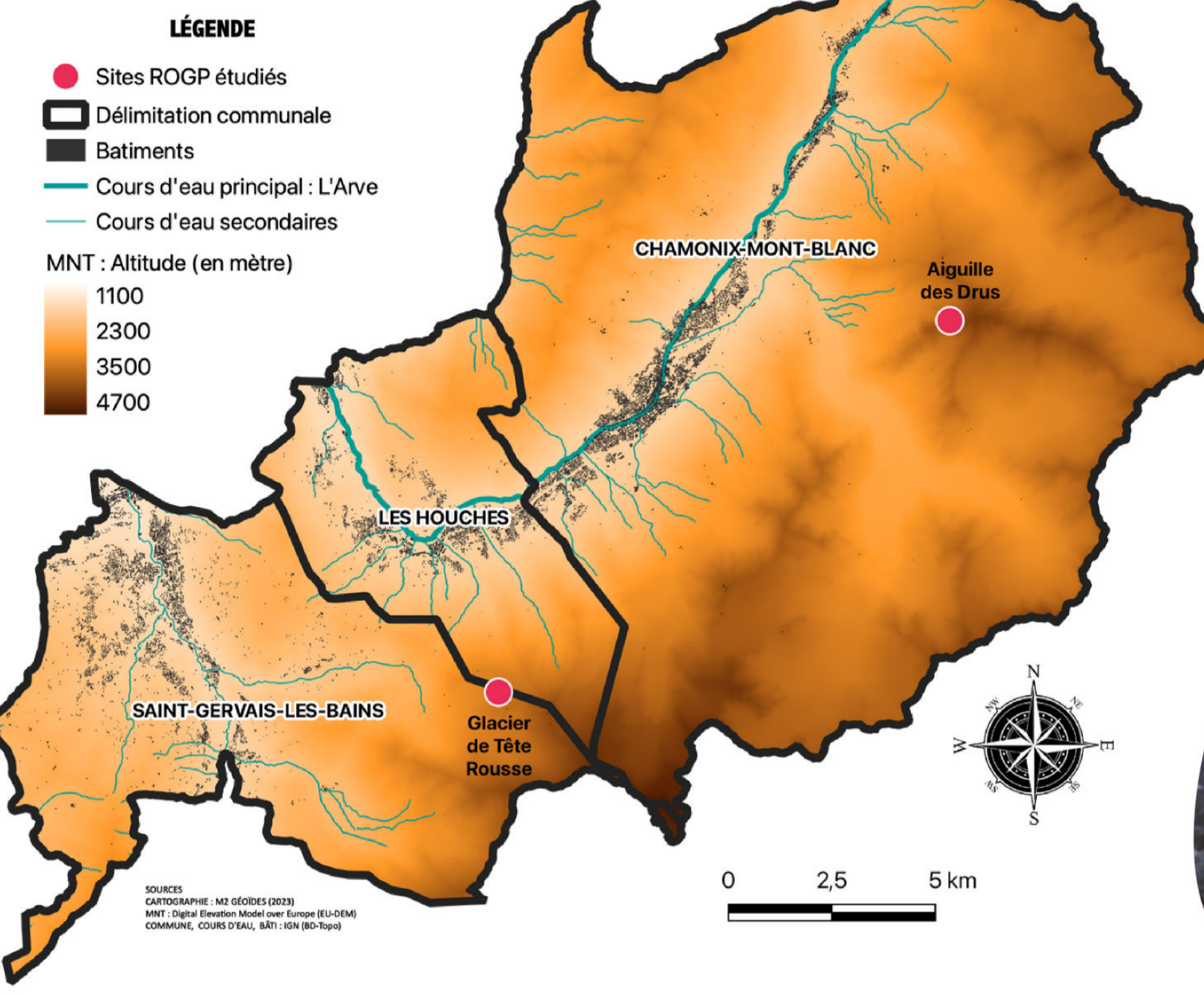
Un exemple de lac intra-glaciaire : Le glacier de Tête Rousse



- Contexte**
- 3000 m d'altitude
 - Trois cavités saturées en eau à l'intérieur du glacier
 - Cavité 1 : 40 m de large, 20 m de haut
 - Cavité 2 : 40 m de large, 15 à 20 m de haut
 - Des villages touristiques en fond de vallée

- L'évènement du 12-13 juillet 1892**
- 200 000 m³ d'eau déversés dans la vallée
 - 172 morts à Saint-Gervais-les-Bains
 - Surveillance active du glacier et pompage de l'eau en 2012, 2013 et 2022

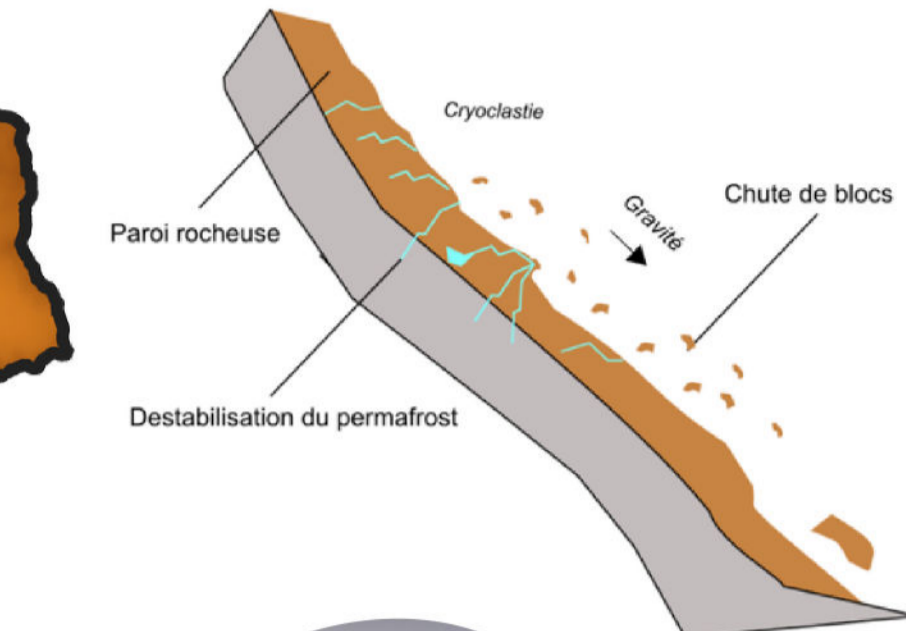
Carte de localisation des sites ROGP étudiés dans le département de la Haute-Savoie (74), France



DEGRADATION DU PERMAFROST DE PAROI

- Processus de l'aléa**
- Présence de permafrost de plus en plus dégradé
 - Retrait glaciaire en amont des rochers
 - Phénomènes cryoclastiques (cycle gel / dégel de l'eau)

- Le risque induit**
- Chutes de blocs
 - Écroulement rocheux de grande ampleur



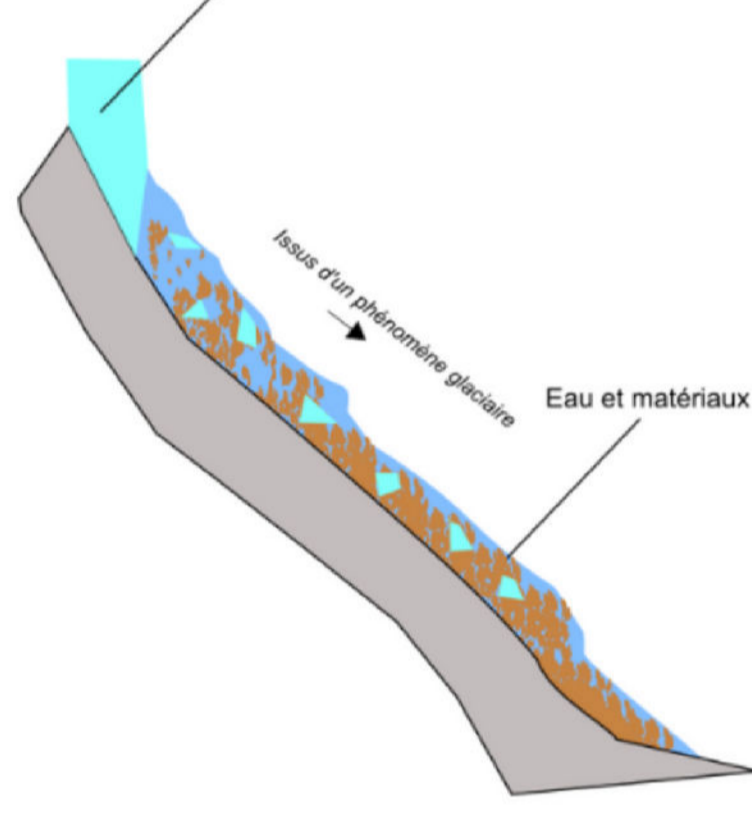
Un exemple de déstabilisation de parois rocheuses : La face ouest de l'aiguille des Drus (Mont Blanc, Haute-Savoie, France)



- Contexte**
- 3700 m d'altitude au sommet
 - Face la plus raide
 - Massif très emprunté par les alpinistes

- Les évènements**
- Éboulements importants et récurrents, avec des blocs > 10 000 m³
 - Risque pour les alpinistes
 - Des phénomènes en augmentation avec le changement climatique (phénomènes cryoclastiques)

CRUES ET LAVES TORRENTIELLES



- Processus de l'aléa**
- Coulée d'eau et de matériaux formant un mélange homogène
 - Besoin d'une pente assez forte
 - Apport liquide et solide important en aval

- Les risques induits**
- Déstabilisation du lit
 - Dégâts importants sur les infrastructures en aval

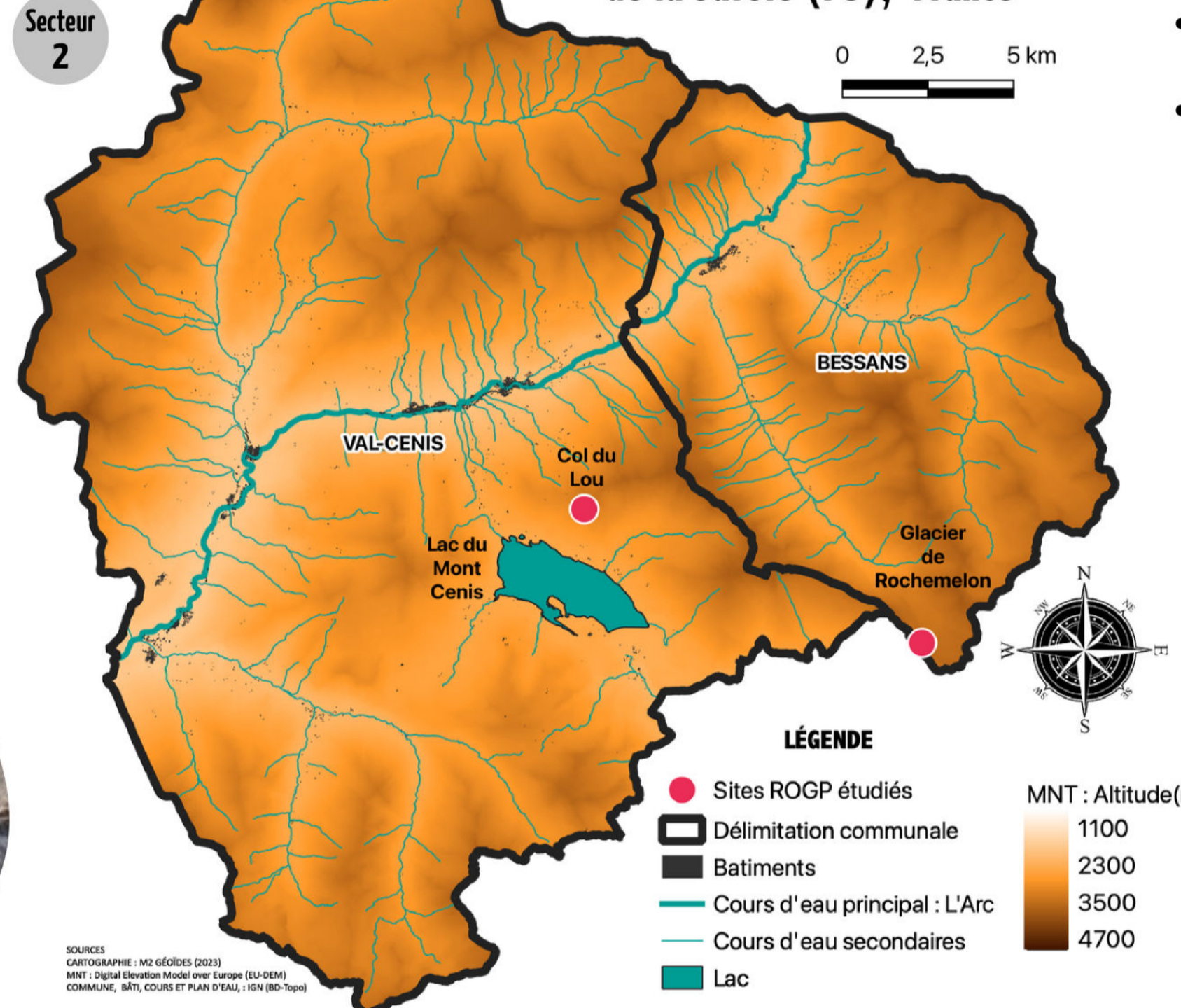
Un exemple de laves torrentielles : Le col du Lou (Mont Cenis, Savoie, France)



- Contexte**
- Glacier rocheux du col du Lou
 - Réduction globale du permafrost
 - Apport de matériaux supplémentaires mobilisables en cas d'évènement
 - Présence d'un lac en amont
 - Des pentes élevées (> 30°)

- L'évènement du 14 août 2015**
- Orage sur le massif du Mont Cenis : crue du torrent de l'Arcelle Neuve
 - Lave torrentielle alimentée par l'orage, le glacier rocheux et la fonte du permafrost
 - Dégâts sur les villages en contrebas (Lanslevillard)

Carte de localisation des sites ROGP étudiés dans le département de la Savoie (73), France



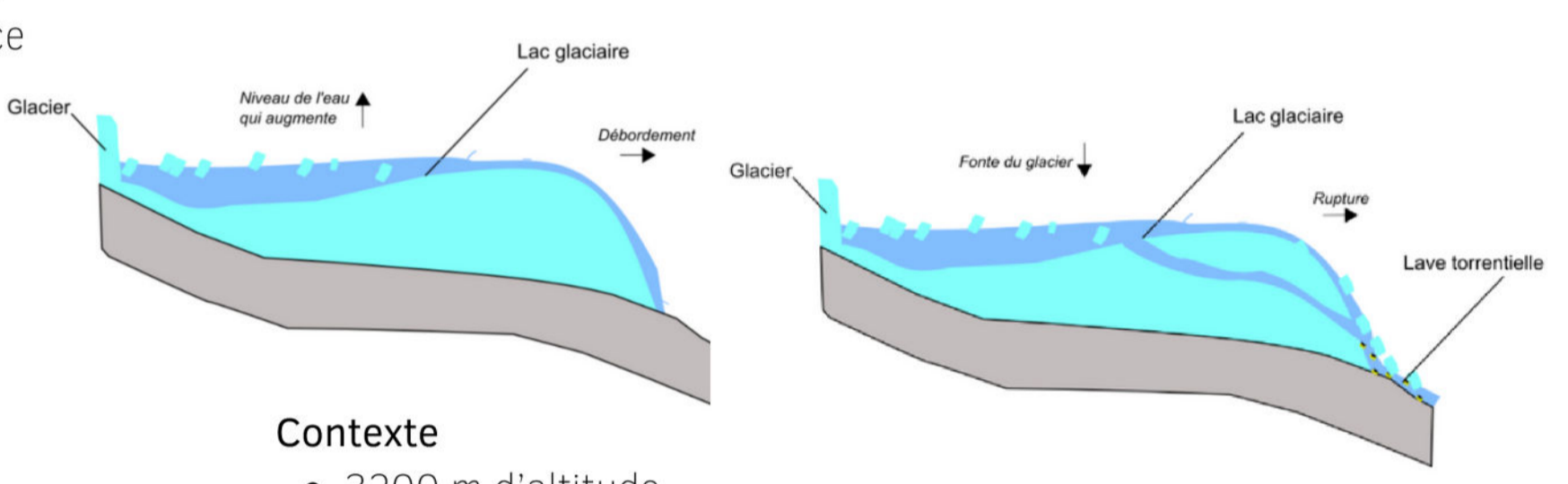
- Processus de l'aléa**
- Formation d'une étendue d'eau à la surface du glacier
 - Profondeur et étendue dépendantes des conditions climatiques
 - Création d'icebergs suite à des détachements de blocs de glace

Un exemple de lac supraglaciaire : Le glacier de Rochemelon (Mont Cenis, Savoie, France)



LAC SUPRAGLACIAIRE

- Le risque induit**
- Submersion du barrage par montée du niveau du lac à cause d'embâcles provoqués par l'accumulation d'icebergs
 - Rupture de barrage causée par un volume d'eau trop important
 - Laves torrentielles suites aux débâcles



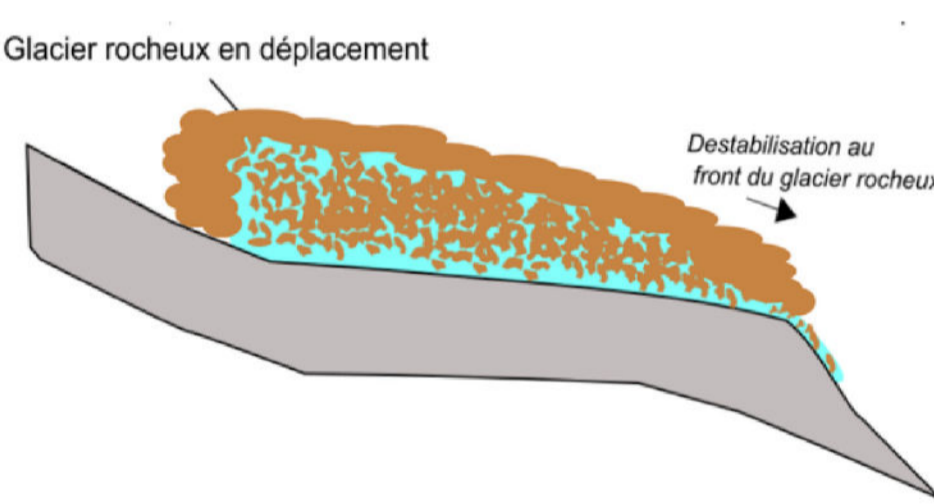
- Contexte**
- 3200 m d'altitude
 - Formation d'un lac au cours du XX^{ème} siècle
 - Remplissage en eau progressif dans une dépression sur le glacier
 - Alimente les torrents découlant du lac, pour alimenter le cours d'eau principal de la vallée côté français : le torrent du Ribon

- Le risque en 2005**
- Formation d'icebergs et remplissage du lac
 - Extension du lac vers le pic de Rochemelon
 - Crainte de débâcle du lac, par débordement côté italien, et par rupture de barrage côté français
 - Ne pas revivre la catastrophe du Val de Susse
 - Dès 2005, vidange du lac copilotée par EDF, le RTM et LGGE

GLACIER ROCHEUX

- Processus de l'aléa**
- Roches et glace mêlées, isolés par une couche épaisse de débris rocheux
 - Progression vers l'aval, contrairement aux glaciers blancs qui reculent
 - Pente forte au front du glacier (40°)

- Le risque induit**
- Chute de blocs
 - Instabilité des infrastructures construites sur le glacier
 - Écroulement du glacier rocheux

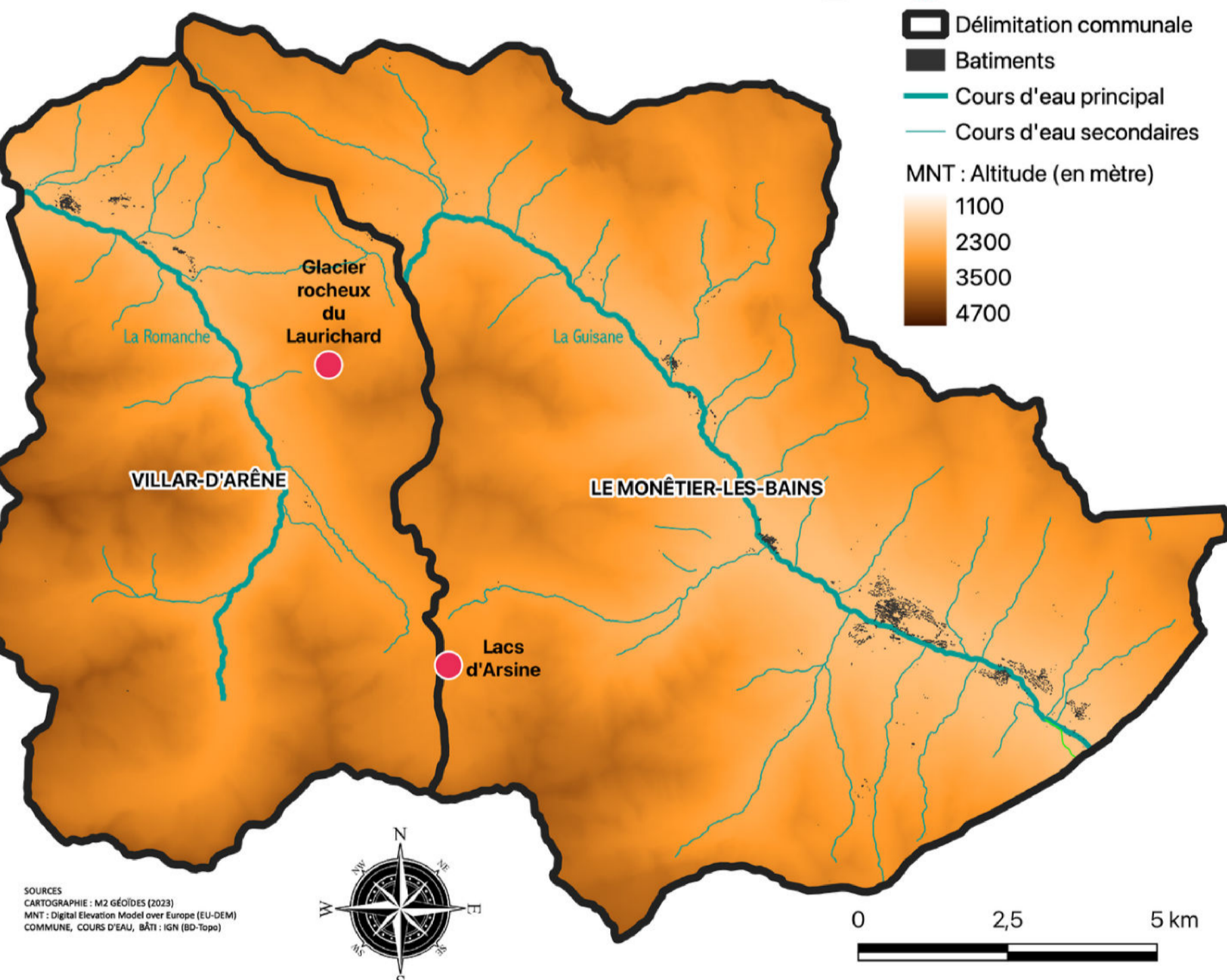


Un exemple de glacier rocheux : Le glacier rocheux du Laurichard (Ecrins, Hautes-Alpes, France)



- Contexte**
- 2500 m d'altitude
 - Glacier rocheux toujours actif
 - 600 m de long, 40 m d'épaisseur
 - Des déplacements rapides (10 cm/an sur la partie basse, 150 cm/an sur la partie la plus raide)
 - Forte augmentation des vitesses depuis 2008
 - Sous surveillance depuis 1983

Carte de localisation des sites ROGP étudiés dans le département des Hautes-Alpes (05), France



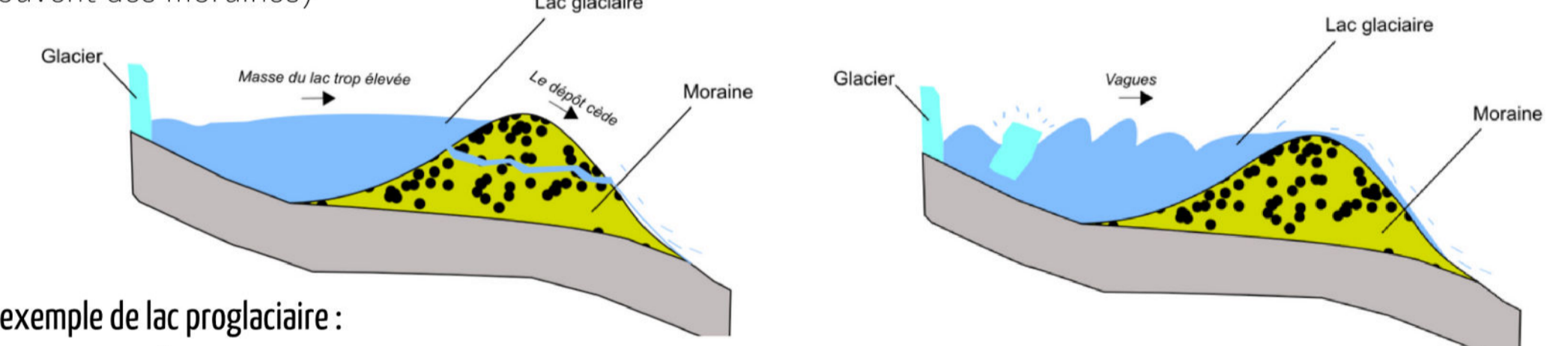
- Processus de l'aléa**
- Formation en aval des glaciers
 - Dans les dépressions laissées par le recul du glacier
 - Accumulation de l'eau par barrage (souvent des moraines)

Un exemple de lac proglaciaire : Le lac d'Arsine (Ecrins, Hautes-Alpes, France)



LAC PROGLACIAIRE

- Le risque induit**
- Masses d'eau pouvant faire céder le barrage morainique
 - Submersion et destruction du barrage suite à une vague provoquée par une chute de matériaux dans le lac
 - Débâcles en aval et formation de laves torrentielles → vulnérabilité des enjeux en aval

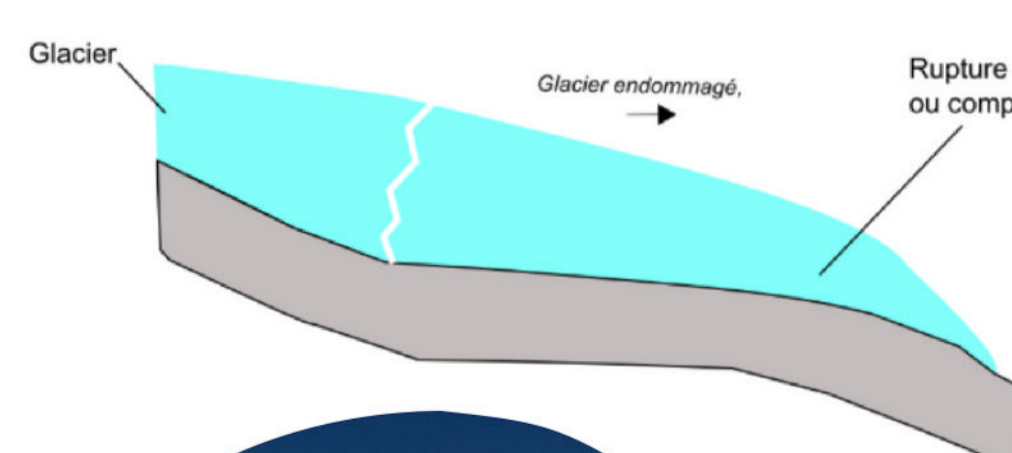


- Contexte**
- Deux lacs issus du retrait du glacier d'Arsine, apparus au cours des années 1950
 - Altitude : 2500 m
 - Formés par un barrage morainique datant du Petit Âge Glaciaire
 - Formation en rupture de pente du glacier
 - 1985 : mesures des volumes du lac (800 000 m³)

- Le risque en 1985**
- Risque de débâcle élevé
 - Instabilité du barrage morainique (présence de glace)
 - Risque de chute de blocs (glace et/ou roche) dans le lac
 - Vulnérabilité : villages en contrebas (Le Casset, Monétier-les-Bains)
 - Construction d'un canal de régulation dès 1986

RUPTURE DE GLACIER

- Processus de l'aléa**
- Écroulement d'une partie ou de l'entièreté du glacier
 - Causes : augmentation de l'eau à la base du glacier (forces de frottements diminuées), réchauffement global du glacier, différence de masse amont/aval (rééquilibrage naturel du glacier)



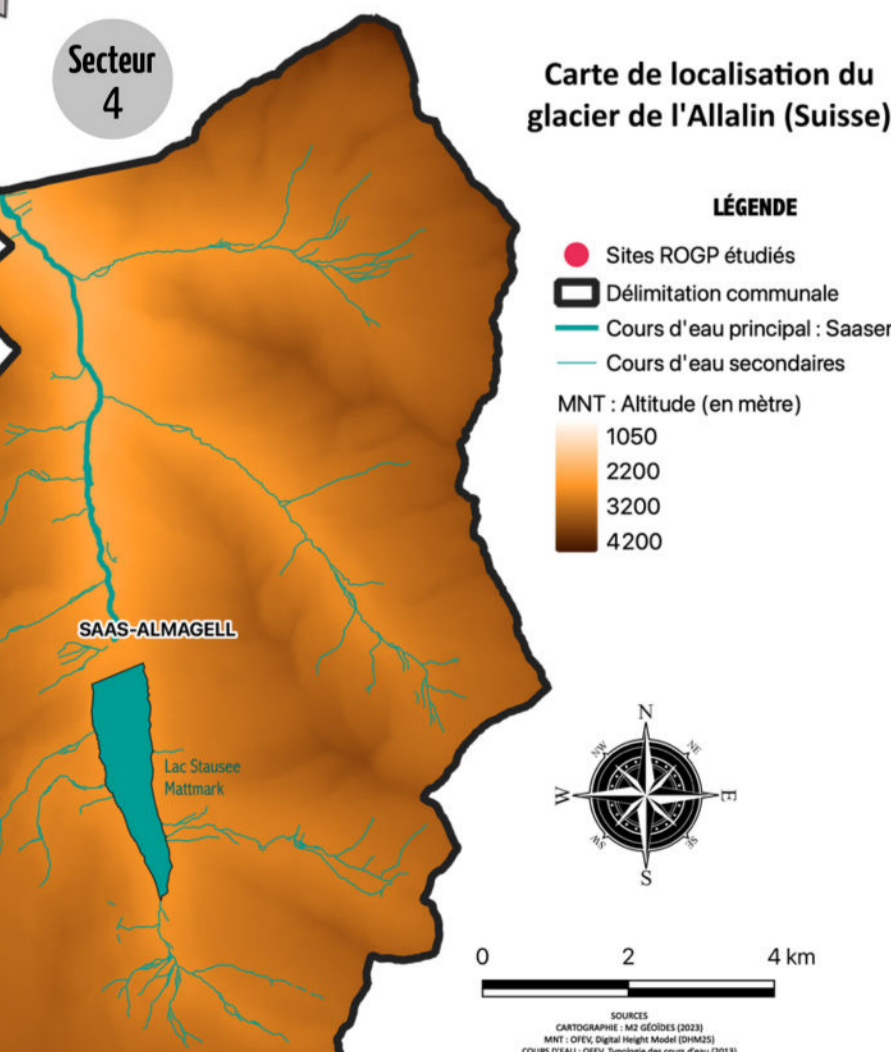
- Le risque induit**
- Source de débâcle de lacs glaciaires
 - Déstabilisation du manteau neigeux (augmentation du risque avalanche)
 - Vulnérabilité des enjeux en aval

Un exemple de rupture de glacier : Le glacier de l'Allalin (Alpes pennines, Viège, Suisse)

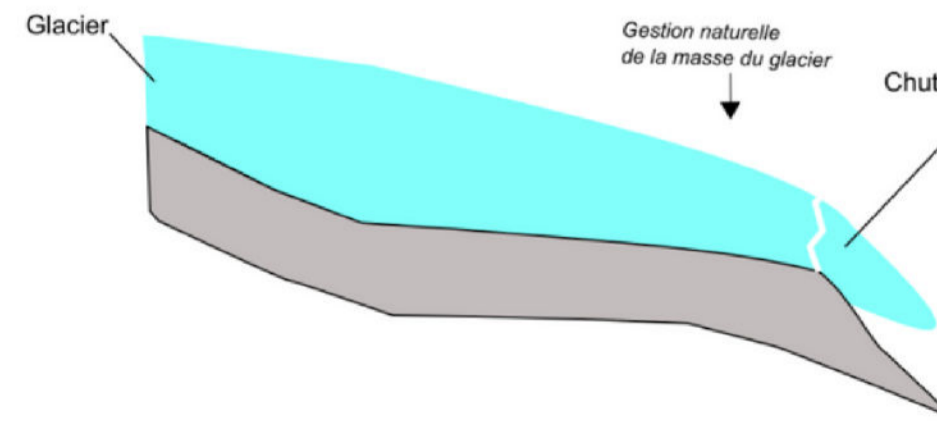


- Contexte**
- 2 750 m d'altitude
 - Régulation de la masse du glacier : fracturation de la partie suspendue
 - 6 mois de chute (été) et 6 mois de recharge (hiver)
 - Retrait rapide du glacier

- Les évènements**
- Avalanches très fréquentes en hiver
 - 1965 : rupture du glacier, qui a glissé jusqu'à un barrage en construction (88 morts)
 - Diminution du danger dans le futur avec le recul du glacier vers une surface à pente plus faible

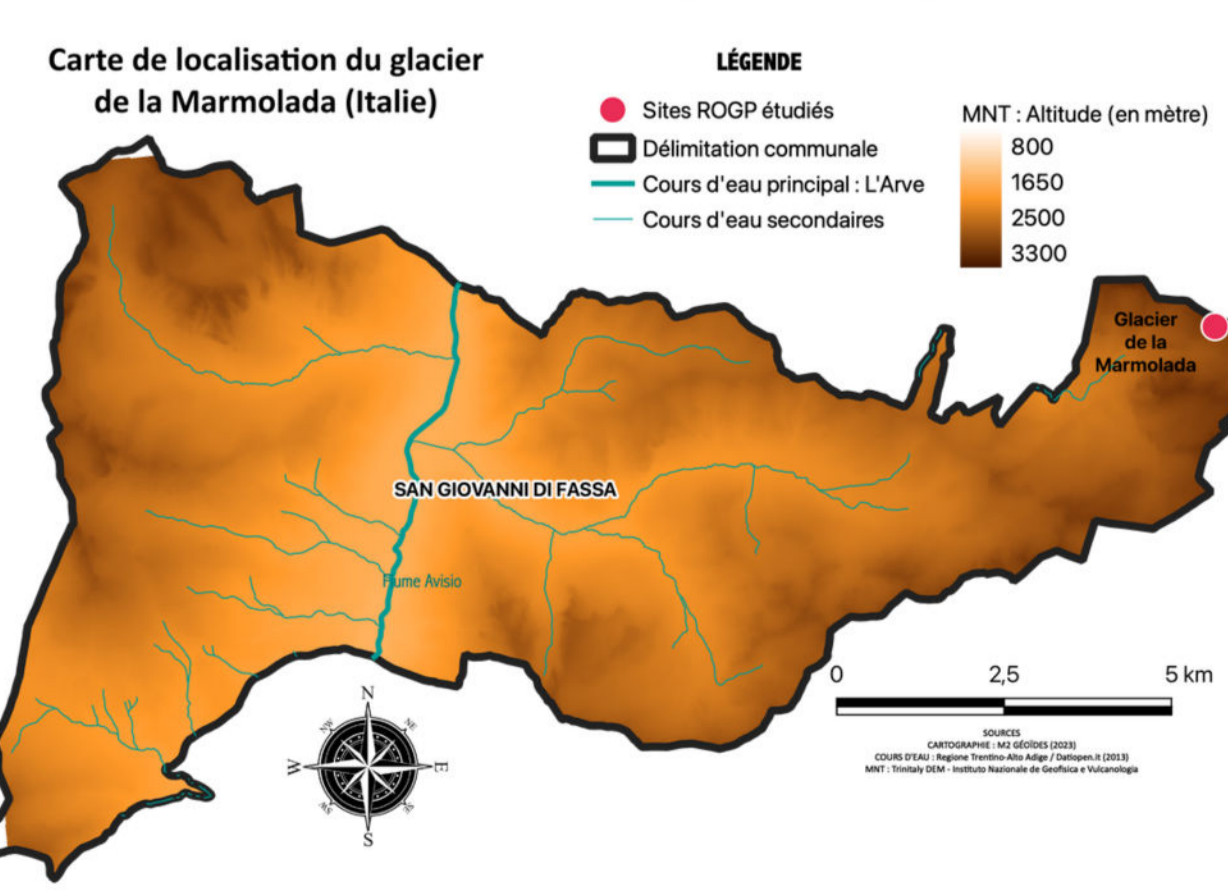


- Processus de l'aléa**
- Blocs de glace se séparant du glacier
 - Profondeur, étendue et volume de glace variants en fonction des conditions (climat et géomorphologie)
 - Séparation de la partie suspendue du glacier



- Le risque induit**
- Source de débâcle de lacs glaciaires
 - Déstabilisation du manteau neigeux (avalanches)
 - Vulnérabilité des enjeux en aval

Un exemple de chute de sérac : Glacier de la Marmolada (Dolomites, Trentin, Italie)



- Contexte**
- Un glacier situé à 2450 m d'altitude
 - Tunnels creusés à l'intérieur du glacier lors de la Première Guerre mondiale
 - Recul du glacier dû au changement climatique
 - Déficit de précipitations durant l'hiver 2022 (50 % en moins)
 - Record de température battu le 02/07/2022 : 10°C au sommet du glacier

- L'évènement**
- Évènement majeur le 03/07/2022
 - Avalanche (glace + neige + roche) due à une chute de séracs
 - Glissade et effondrement du glacier, déstabilisé par la chute
 - Lave torrentielle en fond de vallée
 - 6 morts, 8 blessés

