

# Les avalanches dans le Val Bedretto

## Contexte et objectifs du travail

Cette recherche se concentre sur la vallée de Bedretto, située dans la partie nord du canton du Tessin, qui s'étend d'Airolo (1142 [m]) au col du Nufenen (2478 [m]). La vallée comprend les villages de Fontana, un hameau d'Airolo, et d'Ossasco, Villa Bedretto, Bedretto, Ronco et All'Acqua, qui font tous partie de la commune de Bedretto. En hiver, la vallée n'est accessible que jusqu'à All'Acqua, car le col du Nufenen reste fermé pour la saison hivernale. Cependant, en raison du risque élevé d'avalanche, la vallée peut également rester fermée pendant plusieurs jours à partir d'Airolo. La vallée de Bedretto est connue pour ses fortes chutes de neige en hiver, qui, associées aux pentes raides, provoquent souvent des avalanches jusqu'au fond de la vallée. Au fil des ans, de nombreux travaux ont été réalisés pour protéger les maisons de ce danger et les villages sont ainsi devenus beaucoup plus sûrs, mais il n'est pas rare que les avalanches arrivent encore très près des maisons.

Le changement climatique affecte le climat suisse, en particulier les températures moyennes. Il est essentiel d'examiner les conséquences possibles de ce changement afin d'atténuer les risques pour la population. L'objectif de cette étude est de répondre à la question suivante : la fréquence annuelle moyenne avec laquelle les avalanches atteignent les six villages de la vallée de Bedretto dans un rayon de 100 [m] a-t-elle augmenté ou diminué depuis 2000 par rapport à la période 1970-1999 ? Les tendances sont-elles différentes d'une commune à l'autre ? L'objectif est d'identifier tout changement de tendance et d'évaluer la nécessité de réviser les mesures actuelles de protection contre les avalanches.

## Méthodologie

### Géodonnées

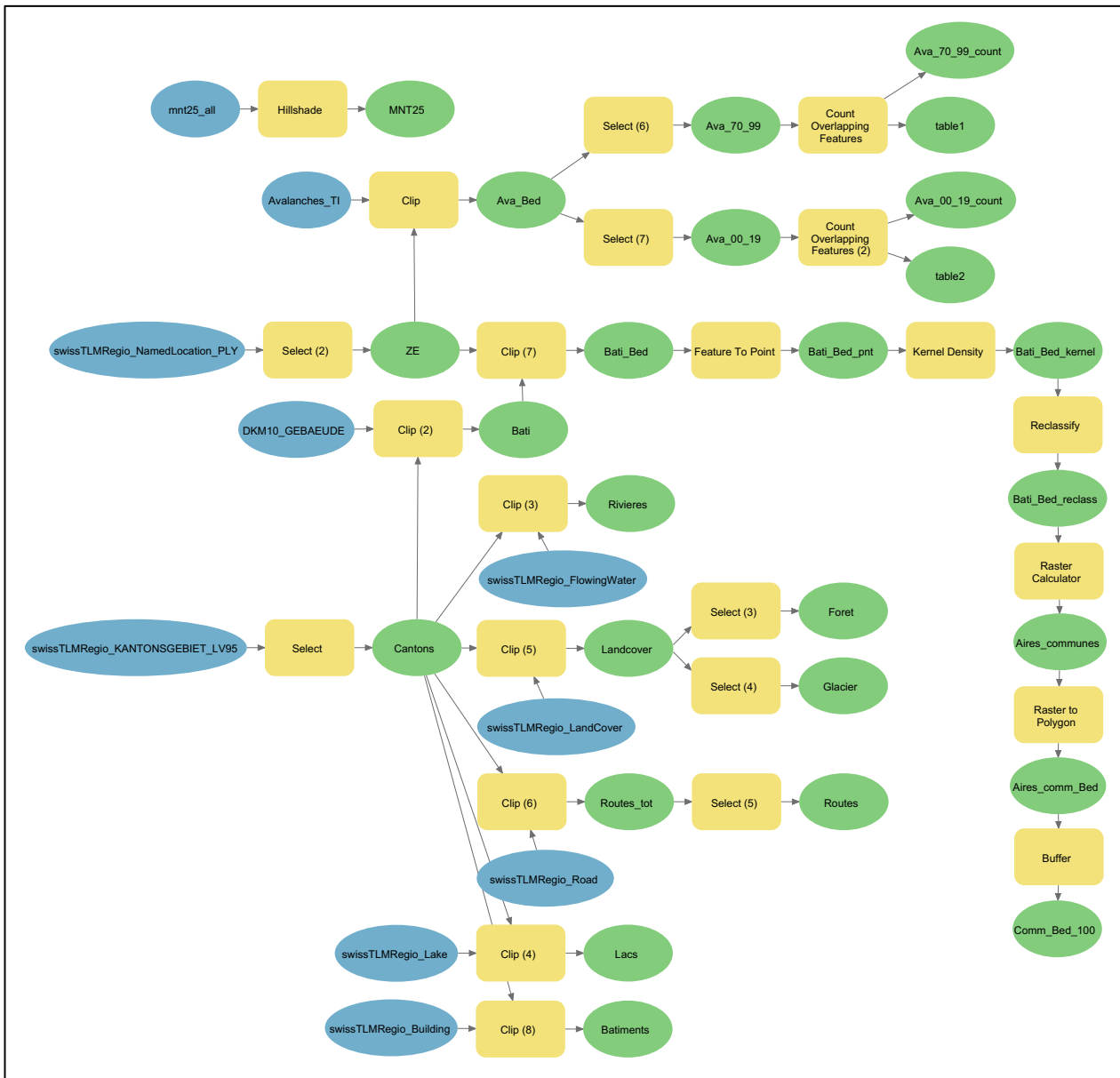
Pour la réalisation des deux cartes, j'ai utilisé les jeux de données suivants :

- swissTLMRegio du 2023, qui contient les données vectorielles bidimensionnelles dont j'avais besoin pour l'habillage de la carte, y compris les routes, les corps hydriques, l'occupation du sol et les bâtiments. Toutes ces données sont à l'échelle 1:200'000.
- Swiss Map Vector 10 du 2023, c'est-à-dire la carte nationale suisse à l'échelle 1:10'000 sous forme vectorielle. C'est la carte la plus précise mise à disposition par swisstopo et j'ai utilisé la couche des bâtiments pour analyser leur densité et obtenir les surfaces des villages du Val Bedretto.
- MNT25 du 2023, c'est à dire le modèle numérique du terrain. Il s'agit d'un jeu de données qui décrit la surface terrestre en trois dimensions sans végétation et constructions.
- Données du registre cantonal des événements naturels du Tessin, dans lequel ont été sélectionnées les données vectorielles sur les avalanches.

### Chaîne de géotraitement

Une fois les couches de départ importées dans ArcGis, j'ai pu commencer le processus de géotraitement qui a conduit à la production des deux cartes. Tout d'abord, j'ai sélectionné les cantons du Tessin, d'Uri et du Valais ainsi que la région italienne du Piémont afin d'éviter un effet d'île par la suite. Une fois la nouvelle couche "Cantons" créée, j'ai pu réaliser plusieurs clips afin d'obtenir les éléments nécessaires à l'habillage de ma carte. J'ai ensuite sélectionné la région du Val Bedretto pour obtenir la couche de la zone d'étude "ZE", ce qui m'a permis de réaliser deux autres clips, l'un sur les données des avalanches et l'autre sur les bâtiments de la couche à l'échelle 1:10'000. C'est à ce moment que j'ai pu commencer l'analyse proprement dite. Grâce à la couche contenant les bâtiments du Val Bedretto (Bati\_Bed), qui a été transformée en points, il a été possible de calculer la "Kernel Density" (densité du noyau). Ensuite, en déterminant le seuil minimal de densité pour identifier une agglomération, grâce à l'outil "Reclassify", j'ai pu sélectionner la classe qui comprenait les surfaces des villages à l'aide de l'outil "Raster Calculator" (Aires\_communes). Enfin, une fois la couche vectorielle obtenue, une zone tampon a été calculée pour un périmètre de 100 mètres à l'extérieur de ces zones (Comm\_Bed\_100), au sein de lesquelles j'ai analysé les fréquences annuelles moyennes avec lesquelles les avalanches atteignent ces zones. En ce qui concerne l'analyse des avalanches, les avalanches appartenant aux deux périodes analysées ont d'abord été sélectionnées. Ensuite, grâce à l'outil "Count Overlapping Features", les deux couches représentant le nombre d'avalanches dans les différentes parties de

la vallée ont été obtenues, ce qui permettra ensuite de calculer les fréquences moyennes annuelles. L'ensemble de ce traitement est visible dans la chaîne de géotraitement ci-dessous :



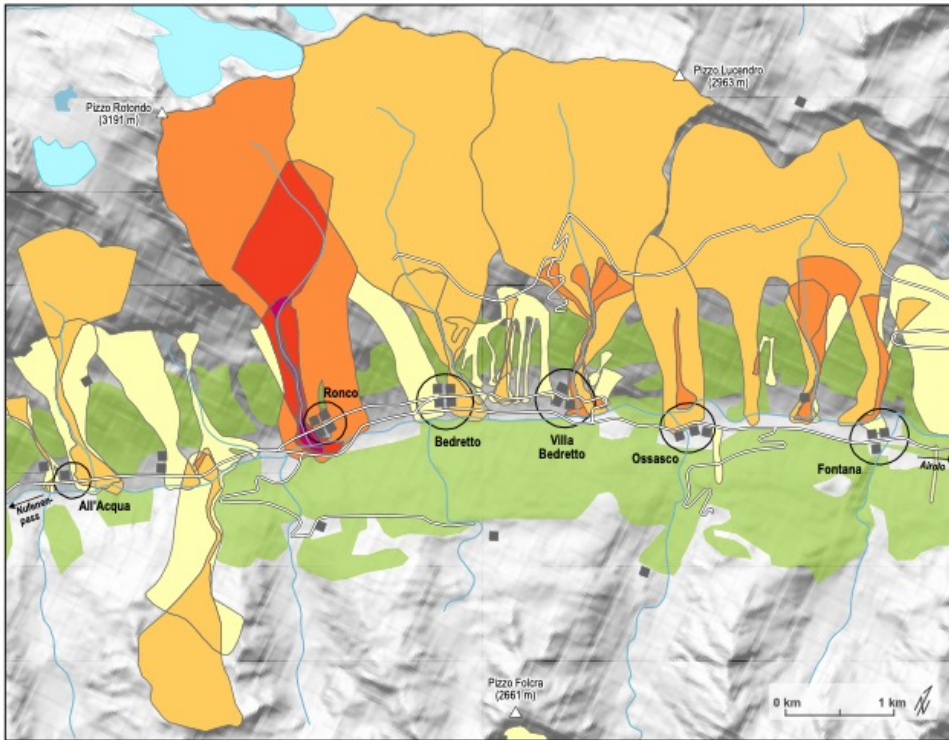
## Résultats

La première carte montre que la fréquence avec laquelle les avalanches ont atteint les zones directement adjacentes aux villages varie de 0,03 (1 avalanche en 30 ans) à 0,3 avalanche/an (9 avalanches en 30 ans), Ronco étant le village le plus à risque. La seconde carte, en revanche, montre que la fréquence avec laquelle les avalanches atteignent les zones directement adjacentes aux habitations varie de 0,05 (1 avalanche en 20 ans) à 0,1 avalanche/an (2 avalanches en 20 ans). Ces résultats sont visibles sur les deux cartes ci-dessous :

## Les avalanches du Val Bedretto

Fréquences annuelles moyennes des avalanches entre 1970 et 1999

Les 6 villages du Val Bedretto



La carte montre que le village le plus exposé au risque d'avalanche pendant cette période est Ronco, où l'on enregistre des fréquences allant jusqu'à 0,3 avalanches/an. En revanche, Bedretto et All'Acqua semblent être les villages les moins exposés au risque d'avalanche, avec des fréquences allant jusqu'à 0,1 avalanches/an. En général, on peut enfin observer que c'est sur le versant orienté au sud-est que la quasi-totalité des avalanches se déclenchent.

**Fréquences annuelles moyennes:**

- 0,03 avalanches/an
- 0,07 - 0,1 avalanches/an
- 0,13 - 0,17 avalanches/an
- 0,2 - 0,23 avalanches/an
- 0,27 - 0,3 avalanches/an

**Habillage de la carte:**

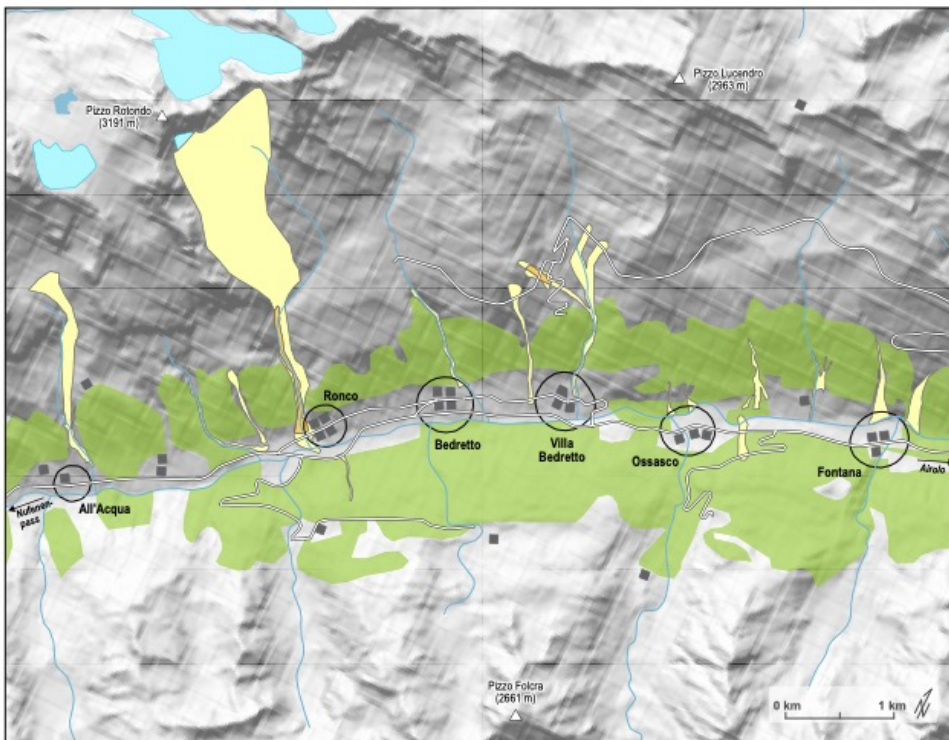
- Bâtiments
- Forêt
- Lac
- Glaciers
- Périmètre de 100 m en dehors de l'aire municipale bâtie

Fond de carte: swisTLMRegio, © swisstopo, 2023  
 Modèle numérique du territoire: MNT25, © swisstopo, 2023  
 Données sur les avalanches: Amministrazione cantonale - Canton Ticino, 2023  
 Projection: CH1903+ / LV95, EPSG: 2056  
 Auteur: Mattia Scotti, 2023

## Les avalanches du Val Bedretto

Fréquences annuelles moyennes des avalanches entre 2000 et 2019

Les 6 villages du Val Bedretto



Au cours des deux premières décennies du 21ème siècle, la fréquence avec laquelle les avalanches atteignent les zones directement adjacentes aux zones bâties a été beaucoup plus faible qu'au cours des dernières décennies du siècle dernier. Dans de rares cas, des fréquences de 0,1 avalanches/an sont atteintes, comme dans le cas de Ronco, ce qui signifie que seules deux avalanches ont affecté la zone. En ce qui concerne les autres villages, au cours des vingt premières années du 21ème siècle, une seule avalanche a réussi à atteindre les zones directement adjacentes aux villages, et ce de façon très limitée. A All'Acqua, aucune avalanche n'a encore atteint le périmètre de 100 mètres autour de la commune.

**Fréquences annuelles moyennes:**

- 0,05 avalanches/an
- 0,1 avalanches/an

**Habillage de la carte:**

- Bâtiments
- Forêt
- Lac
- Glaciers
- Périmètre de 100 m en dehors de l'aire municipale bâtie

Fond de carte: swisTLMRegio, © swisstopo, 2023  
 Modèle numérique du territoire: MNT25, © swisstopo, 2023  
 Données sur les avalanches: Amministrazione cantonale - Canton Ticino, 2023  
 Projection: CH1903+ / LV95, EPSG: 2056  
 Auteur: Mattia Scotti, 2023

## Discussions

Les deux cartes montrent qu'entre 1970 et 1999, les avalanches ont été plus nombreuses et plus grandes dans la vallée. Au cours des premières décennies des années 2000, la fréquence maximale n'était qu'un tiers de la fréquence maximale des trois dernières décennies des années 1900. Outre la fréquence, la taille des avalanches a également fortement diminué. En effet, on observe qu'entre 1970 et 1999, de nombreuses avalanches se sont détachées du sommet des versants, contre seulement une avalanche entre 2000 et 2019. Cette nette diminution de la fréquence annuelle des avalanches est probablement due au fait qu'en raison du réchauffement climatique, les accumulations de neige pendant la saison hivernale sont en train de diminuer au fil des années. Cependant, cette diminution des fréquences n'a pas affecté le fait que le village de Ronco reste le plus exposé au risque d'avalanche, même si les fréquences annuelles moyennes y ont également diminué.

En général, presque toutes les avalanches de la vallée de Bedretto se déclenchent sur le versant exposé au sud-est. Cela peut être principalement dû au fait que ce versant est fortement soumis à l'action du soleil, qui, surtout au printemps, rend la neige plus humide et donc plus lourde, augmentant ainsi la probabilité d'une avalanche. En outre, les sommets de ce versant sont en moyenne 300 [m] plus élevés que ceux du versant opposé, ce qui garantit une plus grande accumulation de neige.

L'élaboration des deux cartes a donc permis de répondre aux questions de recherche, en montrant que les fréquences annuelles moyennes avec lesquelles les avalanches atteignent les zones directement adjacentes aux zones bâties ont nettement diminué, que le village de Ronco est le plus à risque et que les fréquences ont diminué dans tous les villages. Dans les deux cartes, le jeu de données de swissTLMRegio, à l'échelle 1:200'000, a été utilisé pour représenter les bâtiments. Une échelle plus grande, comme 1:50'000 ou 1:100'000, aurait été idéale, mais les données vectorielles mises à disposition par la confédération ne sont disponibles qu'à des échelles de 1:10'000 ou 1:25'000, échelles qui représentent les bâtiments trop petits pour être affichés sur les deux cartes.

## Lien de téléchargement du projet empaqueté

[https://unils-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/mattia\\_scotti\\_unil\\_ch/EdybFIYRKwZEu9s4wwZ9EwkBV7R7TH2Ynd66vGC7NYaSvQ?e=aE9aHf](https://unils-my.sharepoint.com/:u:/g/personal/mattia_scotti_unil_ch/EdybFIYRKwZEu9s4wwZ9EwkBV7R7TH2Ynd66vGC7NYaSvQ?e=aE9aHf)

## Sources

© swisstopo, 2023

Amministrazione cantonale - Canton Ticino, 2023