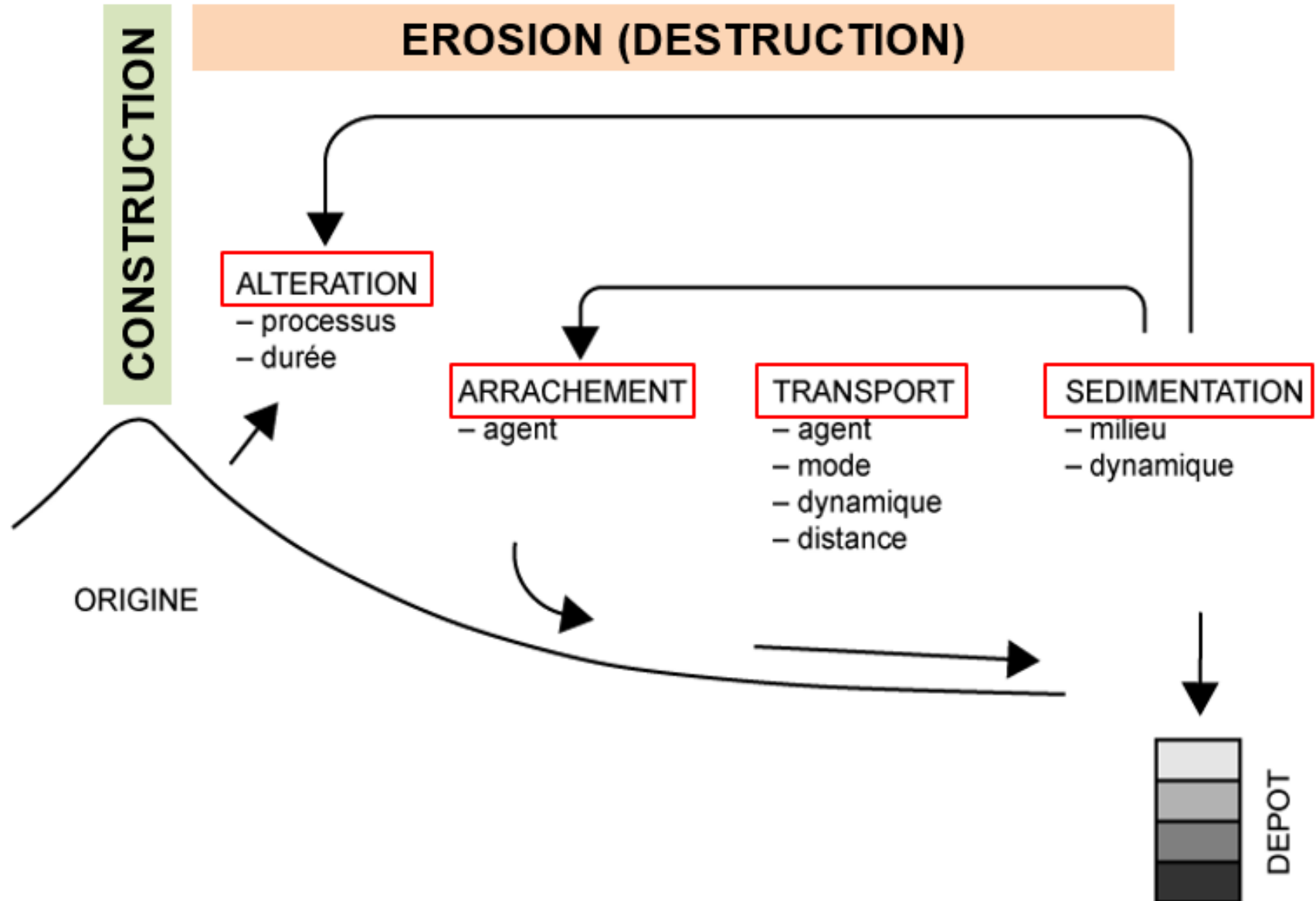


Comment détruire une montagne : le système torrentiel de l'Illgraben



Les grandes étapes du processus d'érosion



« Cette vallée est le négatif d'une montagne, le lieu de sa disparition »

S. Corinna Bille, Chandolin entre deux abîmes (1983)



Cliquez ici pour accéder directement à la zone d'étude sur map.geo.admin.ch :

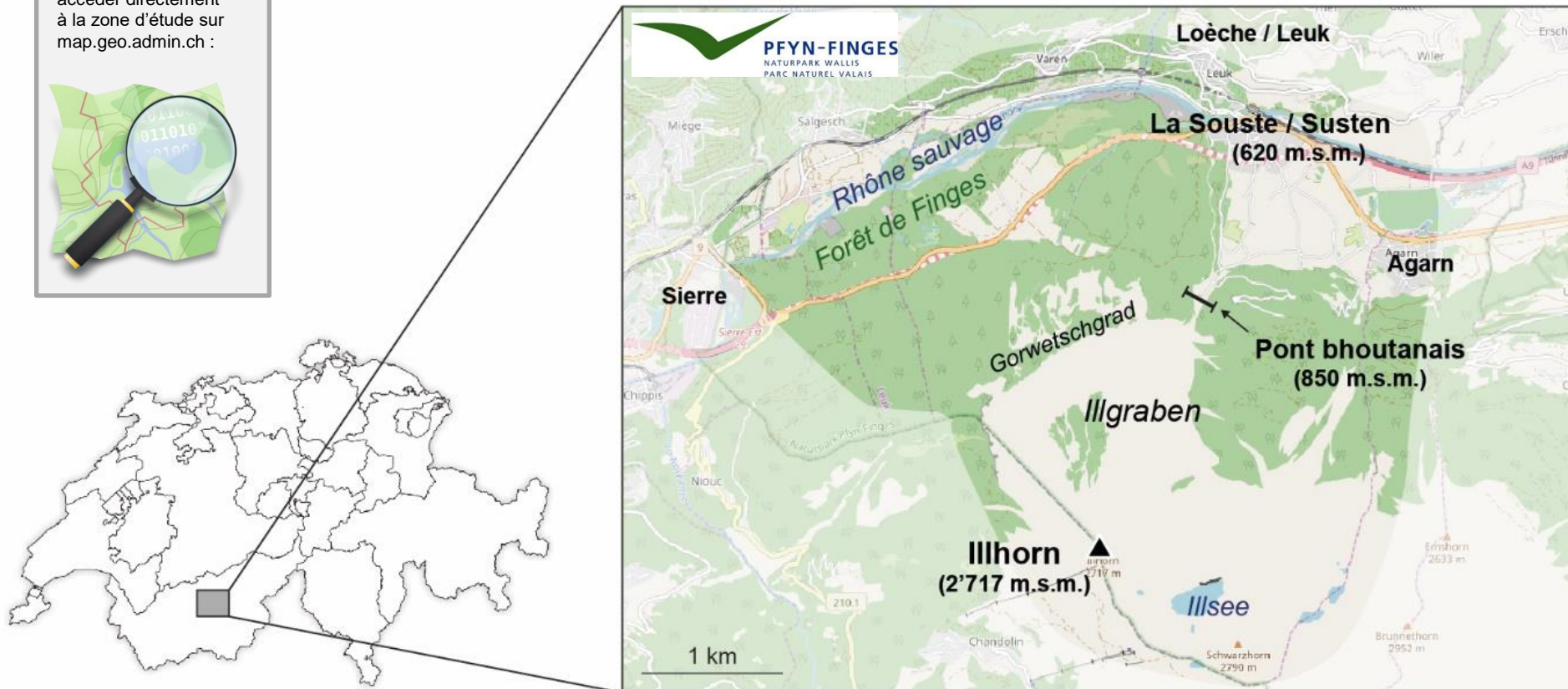


Fig. 1 – Localisation de l'Illgraben et de la forêt de Finges entre la ville de Sierre et le village de la Souste/Susten (carte : <https://www.openstreetmap.org>).

L'élève est capable de :

- **Délimiter le périmètre d'un bassin-versant topographique** à l'aide d'une carte topographique.
- **Identifier les trois parties du système torrentiel** (bassin de réception, chenal d'écoulement et cône de déjection) sur une carte topographique et sur des photographies.
- **Expliquer** comment se forme **les laves torrentielles**.
- **Trouver une information** dans les fiches et le glossaire du site « Géomorphologie de la montagne ».
- **Utiliser le guichet cartographique national** <https://map.geo.admin.ch>, en particulier son contenu hydrologique et sa collection d'archives de photographies aériennes.
- **Comprendre la conception d'une carte des dangers**.
- **Faire une analyse du risque et proposer des solutions** pour réduire le niveau de risque pour les infrastructures et les personnes.

Déroulement de l'exercice

Partie A

Délimitation du
bassin-versant
topographique de
l'Illgraben

Partie B

Le système
torrentiel de
l'Illgraben

Partie C

Analyse des
risques et
aménagement du
territoire



Annexe 1

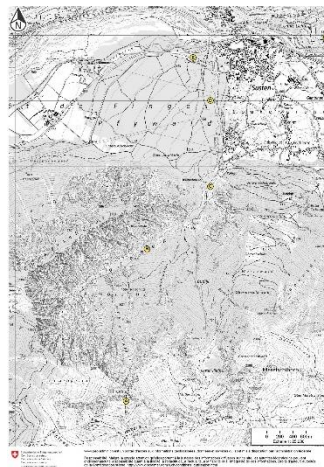
**map.geo.
admin.ch**



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Office fédéral de topographie swisstopo
Ufficio federale di topografia swisstopo
Uffizi federal da topografia swisstopo

Annexe 2



Annexe 3



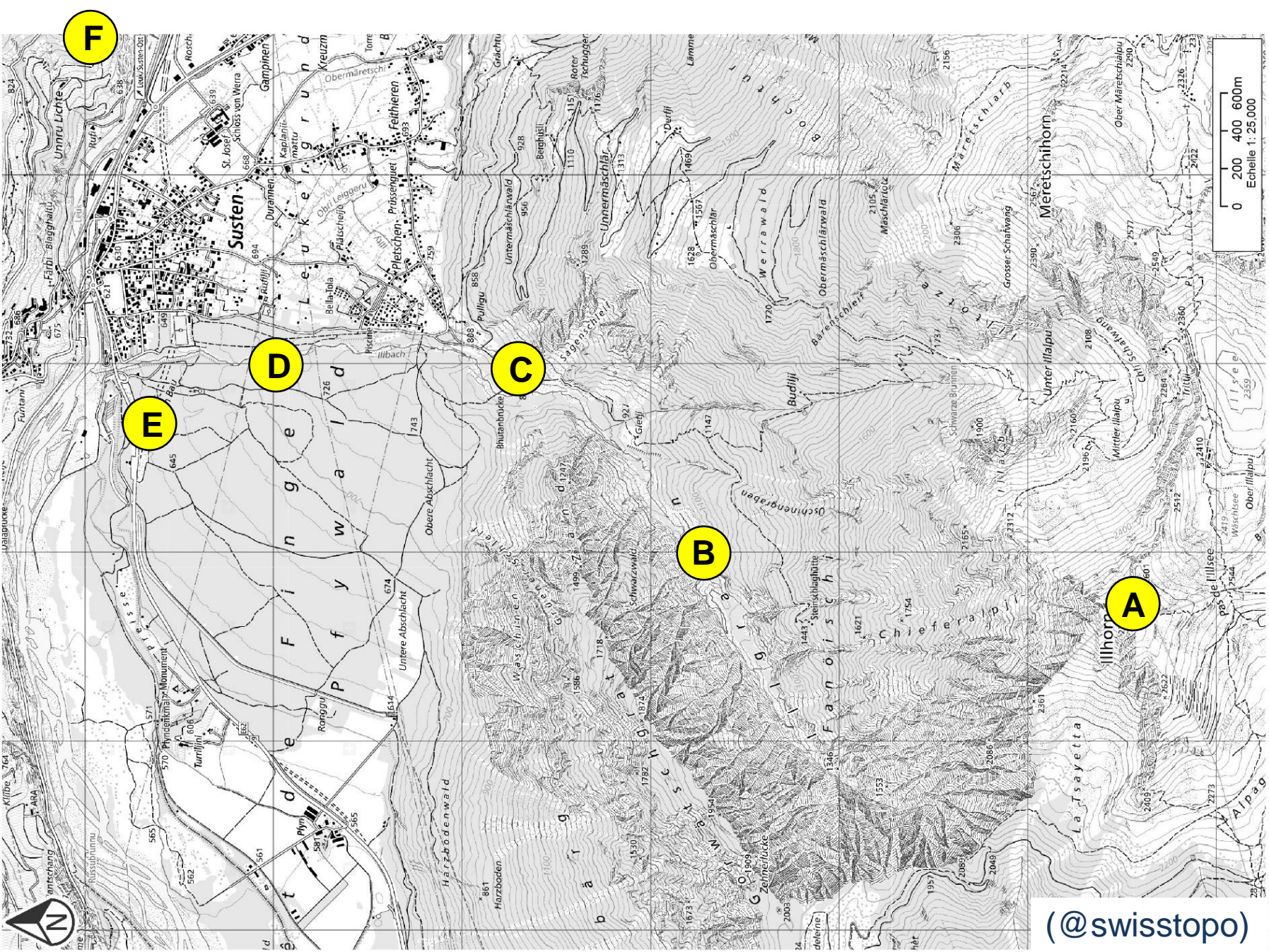
Annexe 4



Annexe 6

Annexe 5





(@swisstopo)

www.geo.admin.ch est un portail d'accès aux informations géolocalisées, données et services qui sont mis à disposition par l'administration fédérale suisse.
Responsabilité: Malgré la grande attention qu'elle porte à la justesse des informations diffusées sur ce site, les autorités fédérales ne peuvent endosser aucune responsabilité quant à la fidélité, à l'exactitude, à l'actualité, à la fiabilité et à l'intégralité de ces informations. Droits d'auteur: autorités de la Confédération suisse. http://www.disclaimer.admin.ch/conditions_utilisation.html
© swisstopo

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun Svizra
In collaboration with the cantons

Photo A – L'imposant cirque d'érosion de l'Illgraben vu depuis l'Illhorn.



Photo B – Le *check dam* n°1 construit dans le torrent de l'Ilbäch suite à l'évènement catastrophique de 1961.



Photo C – Le pont bhoutanais construit en 2005 symbolise le lien avec les régions de montagne d'autres continents. Notez la présence d'un gros bloc de quartzite (env. 2 m) sous le pont.



Photo D – Ouvrages de protection (filets et barrages en béton) construits dans l'Illbach pour « casser » l'énergie des laves torrentielles.



Photo E – Coupe dans la partie aval du cône de déjection au niveau du tracé de la future autoroute A9. La forme d'un paléo-chenal de l'Illbach – inactif depuis plusieurs siècles – est visible au centre de l'image.





Photo F – Vue depuis le Pont du Diable sur le cirque d'érosion et la partie orientale du cône de déjection de l'Illgraben.





Cartographie géomorphologique de l'Université de Lausanne
(https://www.unil.ch/igd/legende_UNIL)



Hydrographie
(BLEU CLAIR)

cours d'eau <i>stream</i>		lac <i>lake</i>	
------------------------------	---	--------------------	--



cours d'eau temporaire <i>intermittent stream</i>		lac temporaire <i>ephemeral lake</i>	
--	--	---	---

Formes
fluviales
(VERT)

gorge <i>gorge</i>		ancien chenal, méandre mort <i>paleochannel, oxbow</i>	
-----------------------	--	---	---



ravine, chenal de lave torrentielle <i>debris flow channel</i>		cône de déjection <i>alluvial fan</i>	
--	--	--	---

Formes
gravitaires
(BRUN)

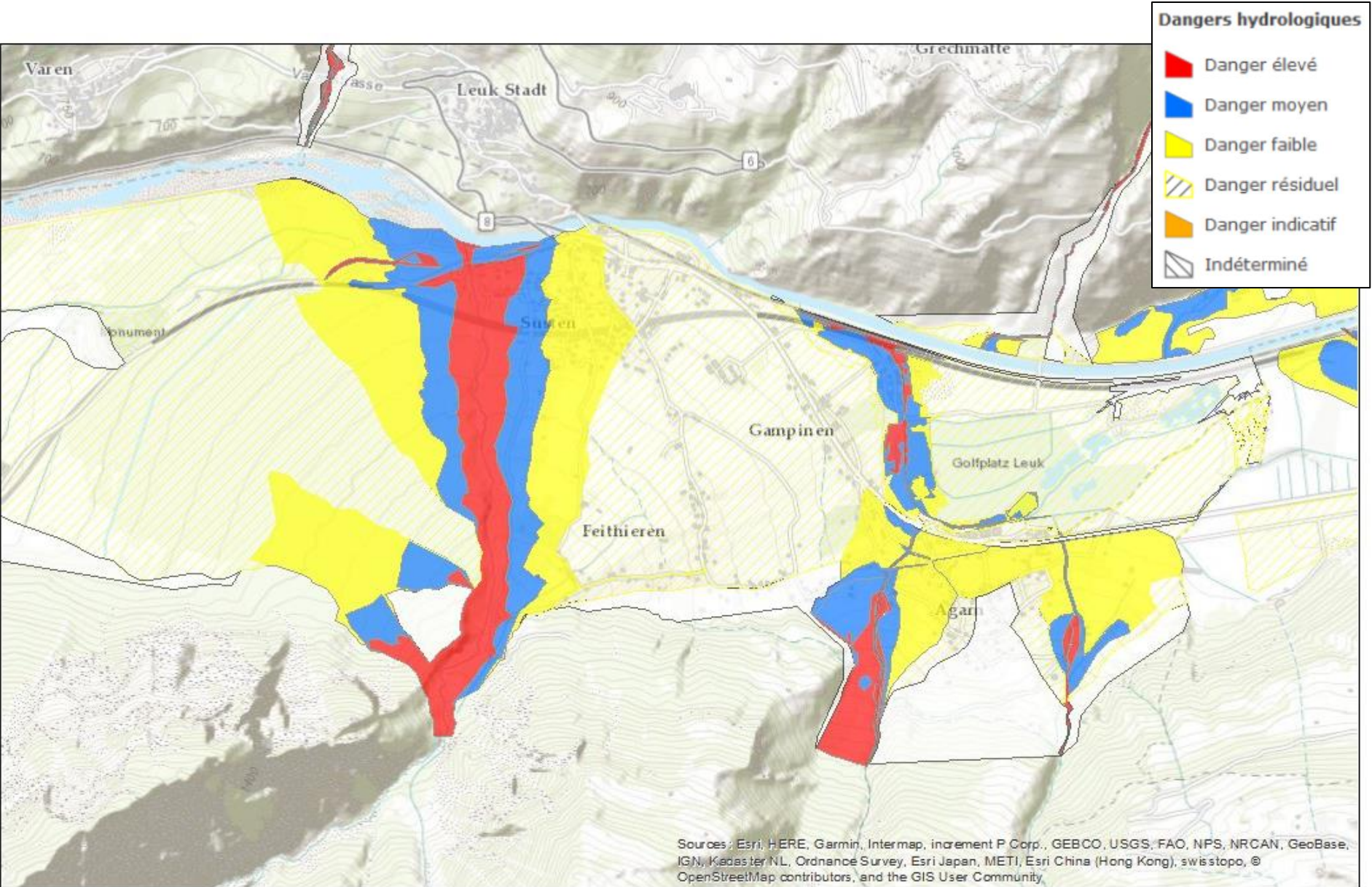
niche d'arrachement <i>scar</i>		éboulis <i>scree slope, talus slope</i>	
------------------------------------	--	--	---

dépôt d'éboulement <i>rockfall deposit</i>		couloir d'éboulis <i>debris channel</i>	
---	--	--	---

Formes
anthropiques
(GRIS)

endiguement de rivière <i>river levée</i>		carrière, gravière <i>stone, gravel quarry</i>	
--	--	---	---

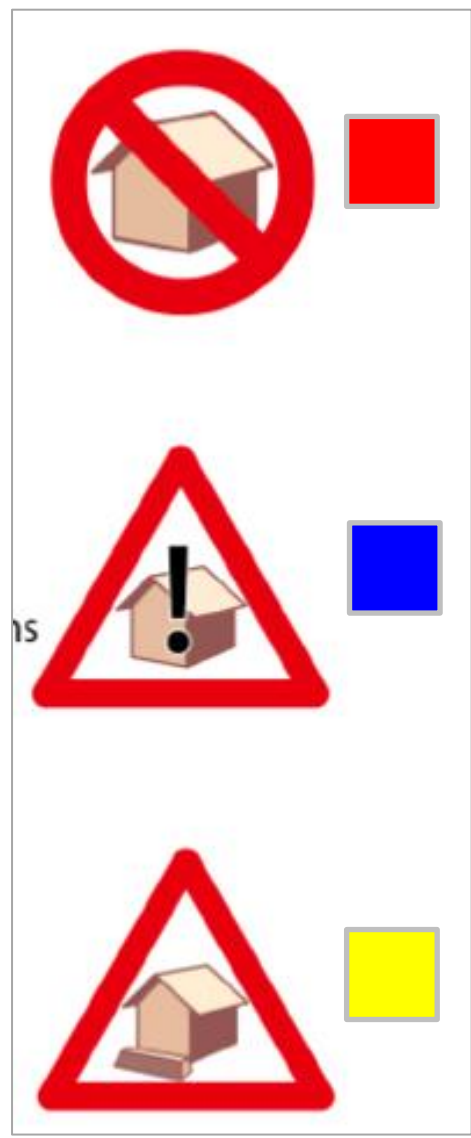
digue en béton <i>concrete dyke</i>		seuil sur cours d'eau <i>river sill</i>	
--	--	--	---



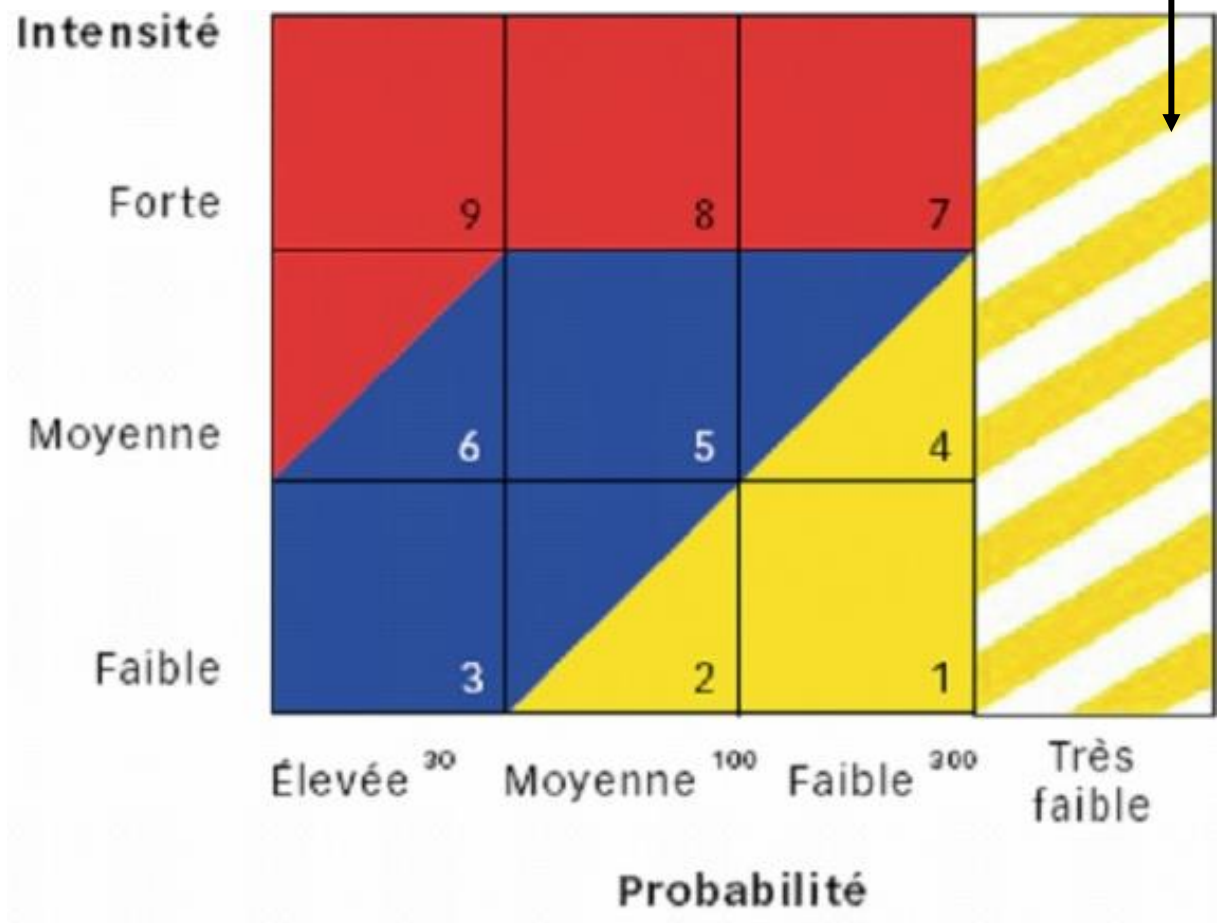
Date: 28.02.2018

Dépourvu de foi publique / Source: Canton du Valais

(guichet cartographique du Canton du Valais (<https://www.vs.ch/web/egeo/cartes> > Dangers > Dangers hydrologiques)



Risque résiduel (événements très rares, mais dommages considérables possibles)



Source : Office Fédéral de l'Environnement (OFEV), <http://www.bafu.admin.ch>

Partie A - Questions

A1 – Sur la carte topographique en annexe 2, délimitez les contours du bassin-versant topographique du cours d'eau en prenant comme exutoire son passage sous le pont bhoutanais (Bhutanbrücke, coordonnées : 2'614'844, 1'126'808). Procédez de la façon suivante :

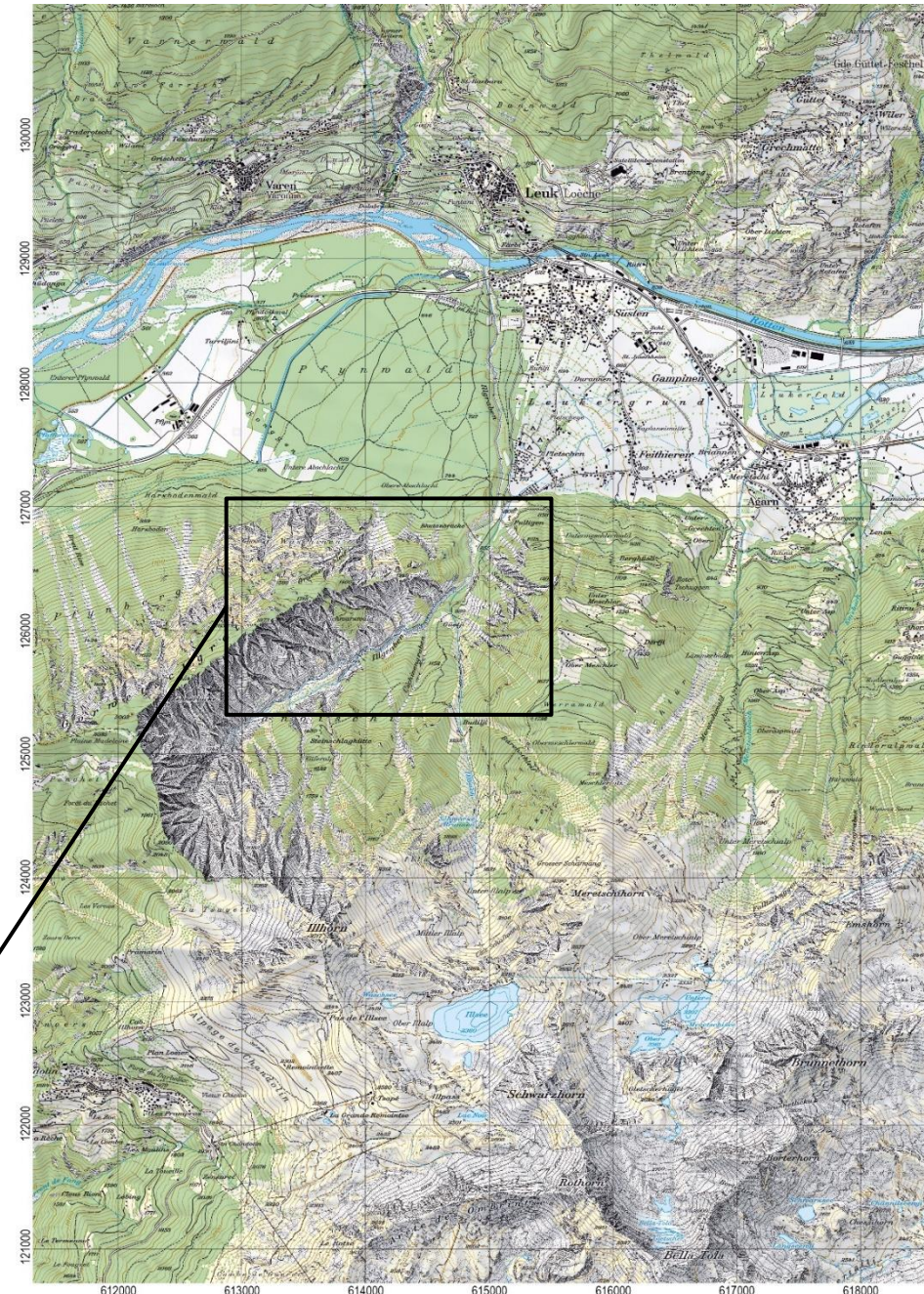
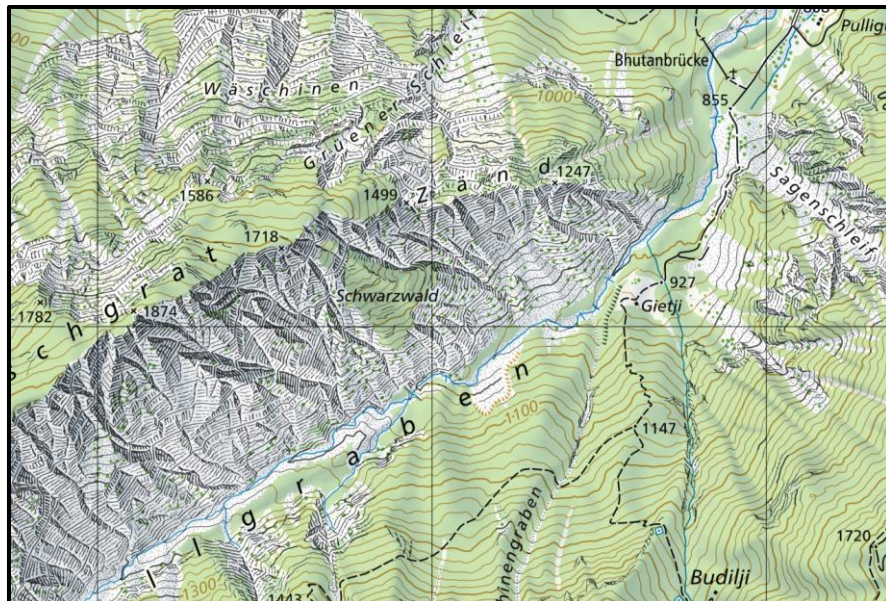
- Tracez d'abord en bleu le réseau hydrographique à l'amont et à l'aval du pont bhoutanais.
- Indiquez en noir le tracé du bassin versant topographique dont vous êtes certains, et avec un trait-tillé noir les secteurs où il est éventuellement difficile de tracer sa limite.

A2 – Sur une carte topographique, comment arrivez-vous à identifier une ligne de crête pour délimiter un bassin-versant. Complétez le tableau ci-dessous (en réalisant éventuellement un croquis).

Formes de courbes de niveaux	Altitude des courbes de niveaux	Ombrage pour mettre en évidence le relief

Partie A - Questions

A3 – Combien de cours d'eau importants se trouvent à l'amont du pont bhoutanais ? Séparez le cas échéant le bassin-versant défini en A1 en plusieurs parties. Existe-t-il des différences entre ces différentes parties du bassin-versant qui pourraient modifier la dynamique des torrents ? Justifiez votre réponse à l'aide de 3 éléments.



Partie B - Questions

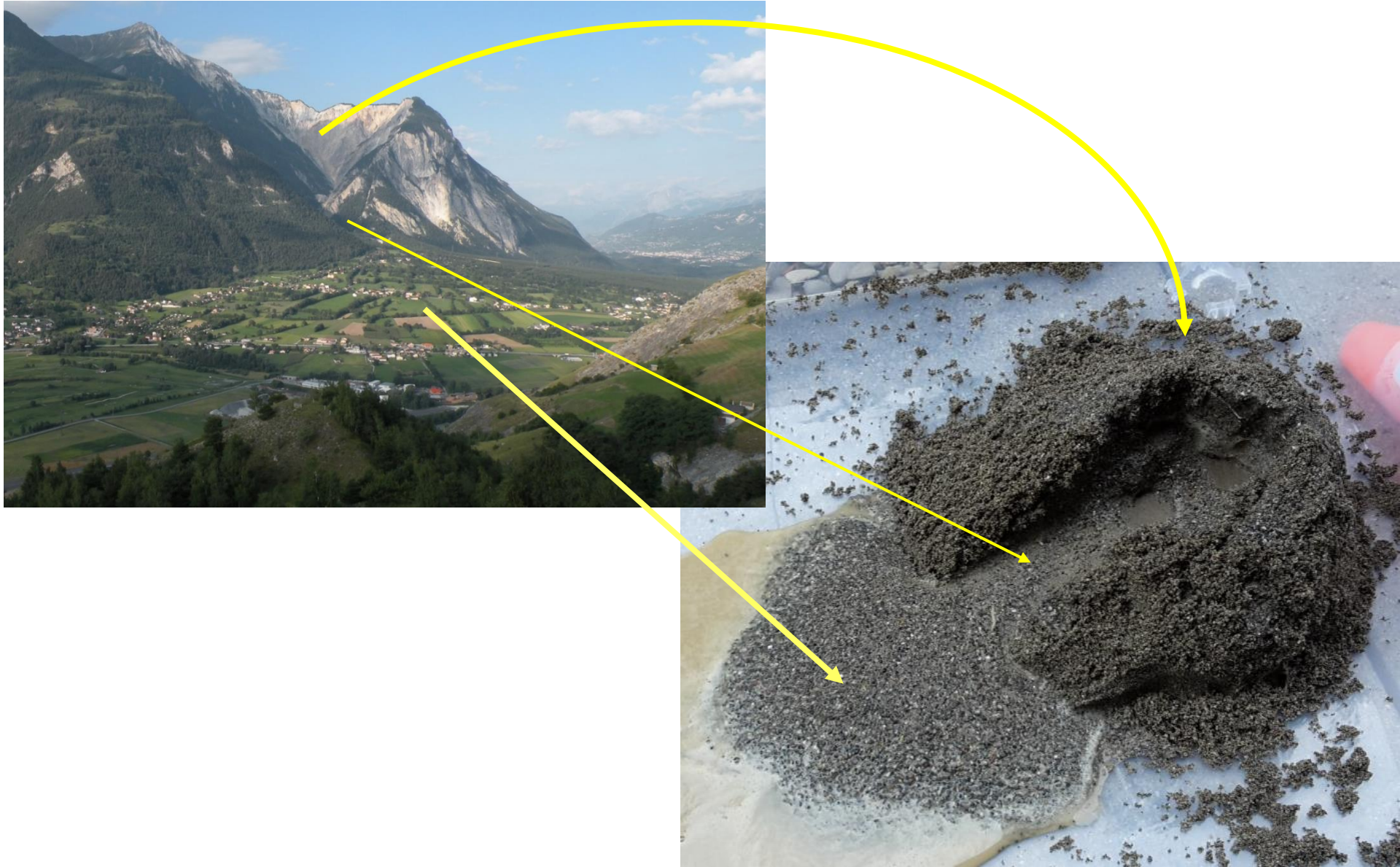
Le système torrentiel est un exemple « simple » d'un système géomorphologique. Les différentes étapes du processus d'érosion – altération/arrachement > transport > dépôt – peuvent assez facilement être identifiées dans le paysage.

B1 – A l'aide de la fiche 5.1.4 « *le système torrentiel* », notez les définitions des 4 termes suivants : *bassin de réception*, *thalweg*, *chenal d'écoulement*, *cône de déjection*.

B2 – Identifiez puis délimitez sur la carte topographique (annexe 2) et sur les photos de l'annexe 3, les quatre formes définies au point B1. Utilisez la légende géomorphologique de l'Université de Lausanne (annexe 4).

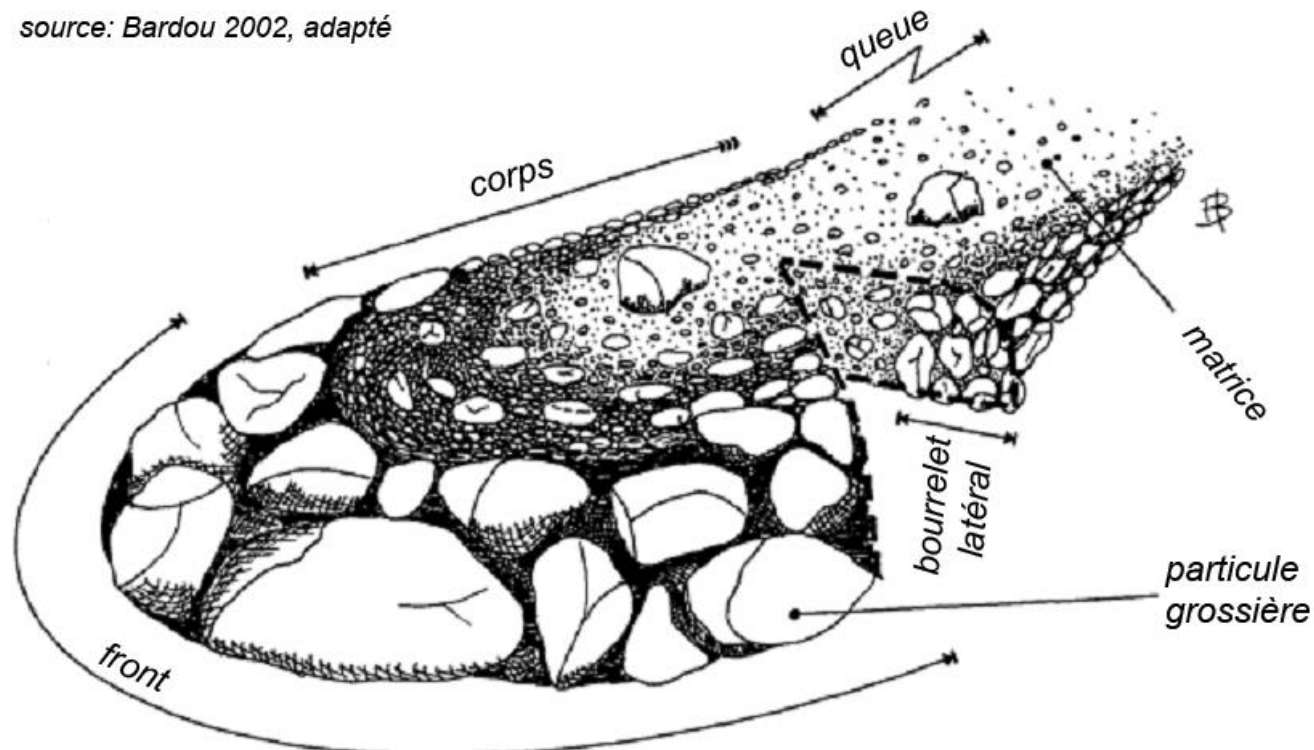
B3 – Comment identifiez-vous un cône de déjection sur une carte topographique ? Faites un croquis pour l'expliquer.

Reproduire un système torrentiel avec un tas de sable et de l'eau...



- **B4** – Lors de fortes pluies, les torrents de l'Illgraben peuvent emporter le matériel accumulé au fond des thalwegs et former des laves torrentielles. L'Illbach crache chaque année en moyenne 250'000 m³ de boue, de cailloux et de blocs de taille parfois impressionnante, soit le contenu de 6'000 camions ! A l'aide du texte ci-dessus et du contenu de la fiche 4.2.6 « *Mouvements fluides* », donnez la définition d'une lave torrentielle, en précisant quelles sont les trois conditions nécessaires pour qu'une lave se déclenche. Faites un croquis pour l'expliquer.

source: Bardou 2002, adapté



- **B5** – Plusieurs laves torrentielles se déclenchent chaque année dans l'Illgraben. Pour mieux saisir la force extraordinaire ce phénomène géomorphologique, effectuez une recherche de vidéos sur le web en utilisant les mots-clés suivants : Illgraben, lave torrentielle, Murgang (en allemand), debris flow (en anglais). Complétez ensuite le tableau ci-dessous en indiquant la date de la lave torrentielle ainsi que ses caractéristiques (vitesse, quantité de blocs transportés, lave très fluide ou peu fluide, etc.).

Date	Caractéristiques

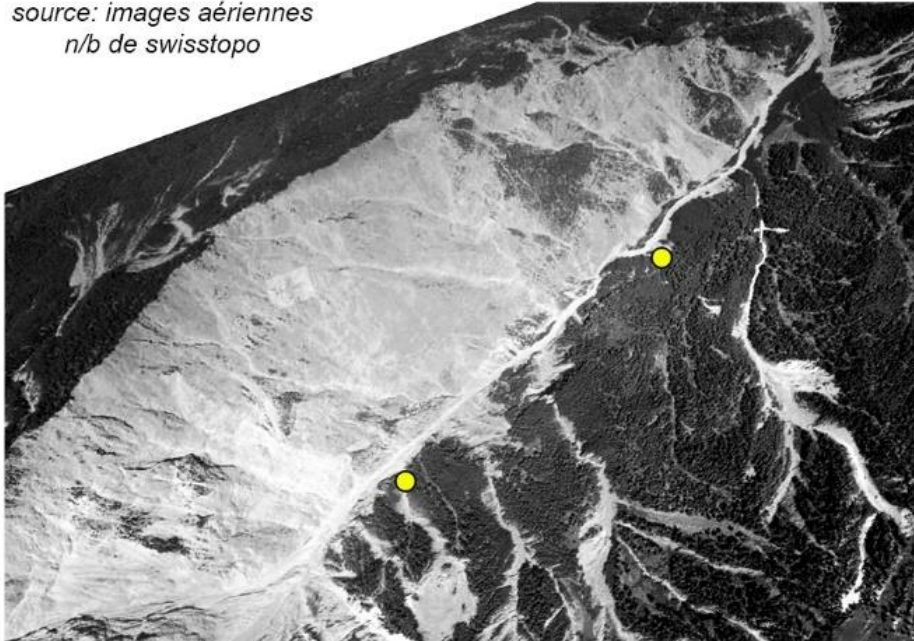
⇒ Video du WSL sur la recherche dans l'Illgraben :

<https://www.youtube.com/watch?v=--9op-seVHQ>

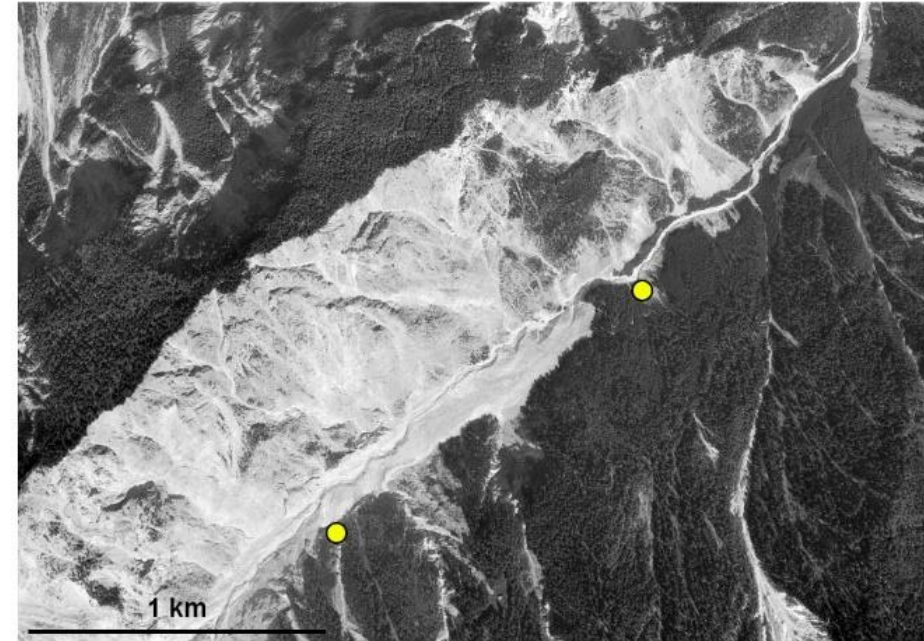
- **B6** – Le 6 juin 1961 s'est produit la plus grande de lave torrentielle connue dans l'Illgraben. D'un volume estimé de 500'000 m³ (soit le contenu de 12'000 camions en une seule fois !), elle causa des dommages considérables, en particulier la destruction du pont de la route cantonale de la Souste. La route du Simplon fut fermée pendant plusieurs semaines. Le fait surprenant, c'est que cette lave torrentielle se déclencha suite à une période prolongée de temps sec. En comparant les images aériennes de 1956 et de 1963 (fig. 2 ou <https://map.geo.admin.ch, cf. annexe 1>), identifiez ce qui a changé dans l'Illgraben et proposez différentes hypothèses pour expliquer la catastrophe du 6 juin 1961.

3 juillet 1959

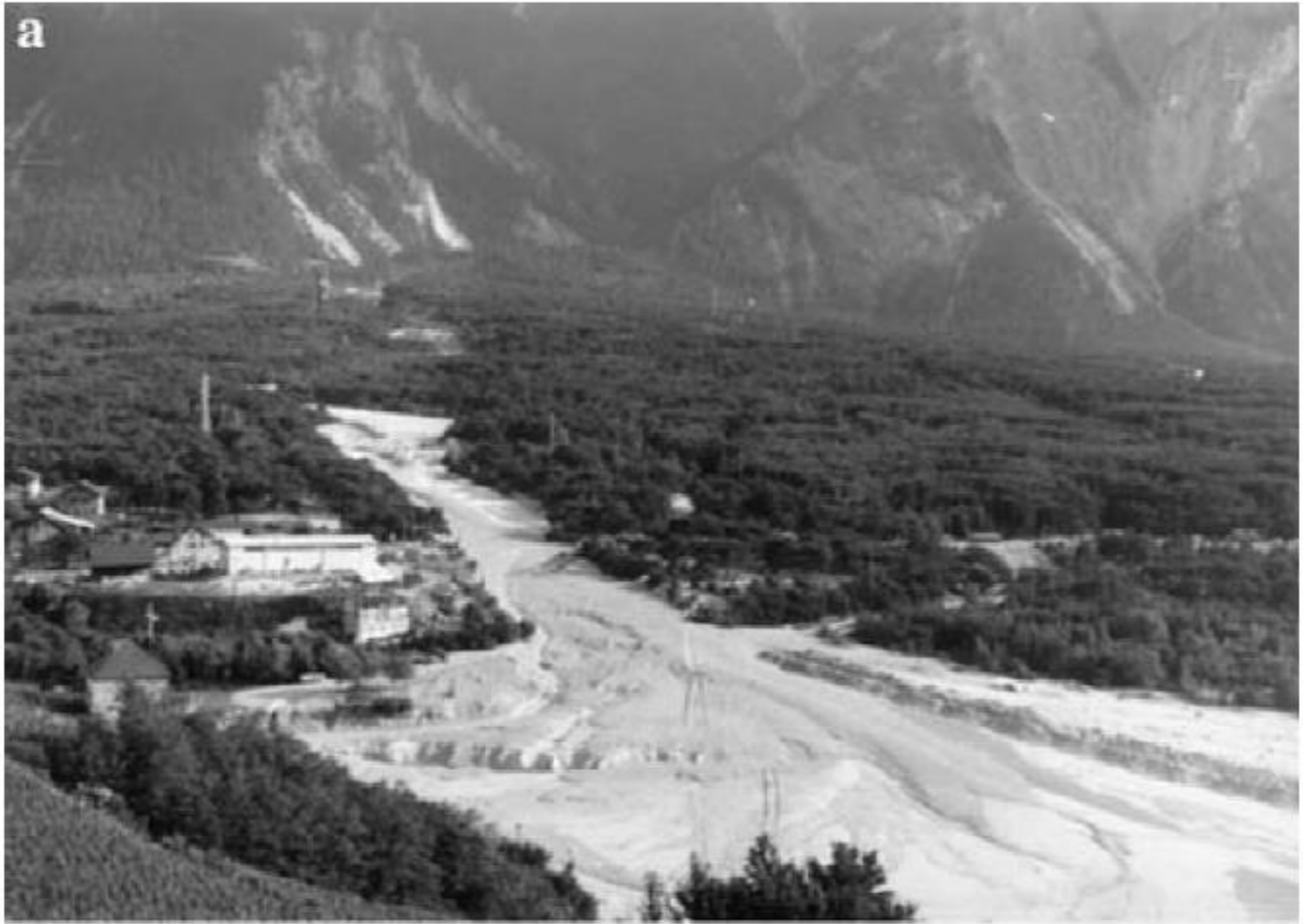
source: images aériennes
n/b de swisstopo



30 juillet 1963



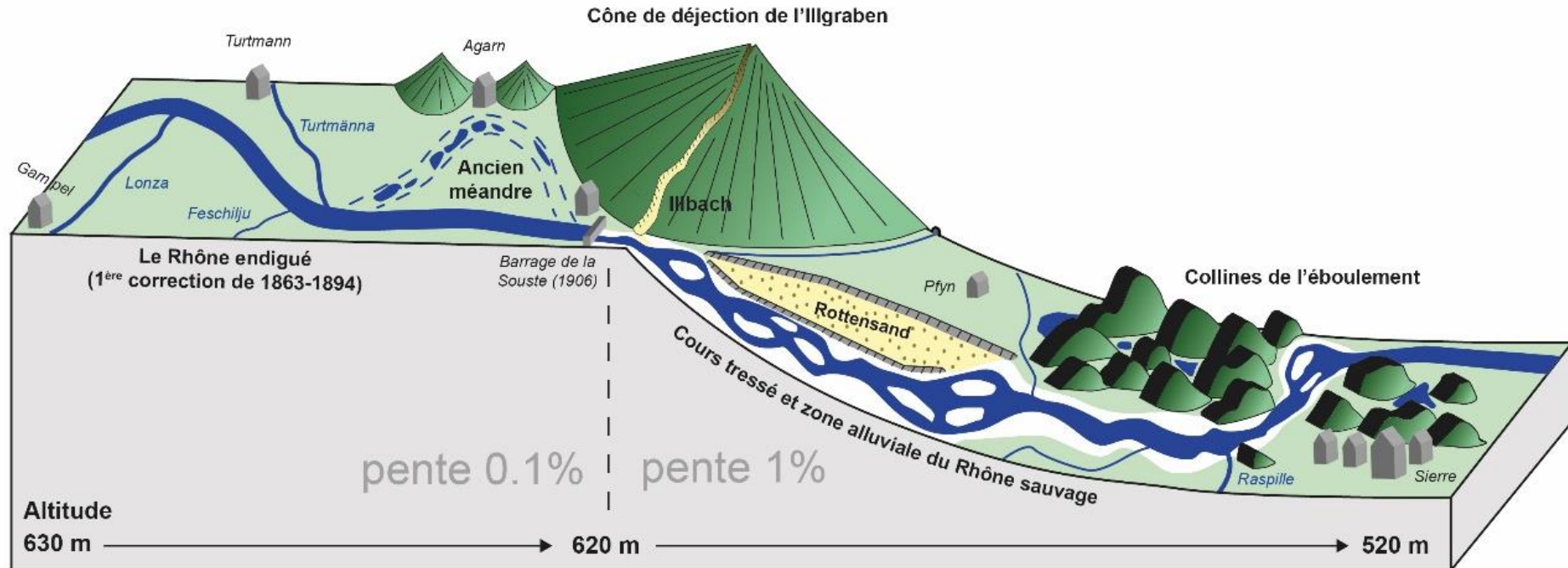
Dépôt de la lave torrentielle du 3 juin 1961 (500'000 m³) à son arrivée dans le Rhône



Source: Badoux et al. (2009)

Partie B

- **B7** – La répétition des laves torrentielles de l'Illgraben a formé depuis la fin de la dernière grande glaciation un énorme cône de déjection de forme classique d'un rayon de 2 à 2,5 km. Ce dernier a repoussé le Rhône contre le coteau de Loèche et formé un barrage naturel dans la vallée. Le cours du fleuve fut ralenti à l'amont, alors qu'à l'aval une zone de rapides se mit en place. Ce secteur est aujourd'hui reconnu comme une zone alluviale d'importance nationale. En vous aidant de la fiche 5.1.2 « *écoulements de surface* » et du bloc-diagramme ci-dessous (fig. 3), expliquez pourquoi la morphologie du cours du Rhône varie entre l'amont et l'aval du cône de déjection.



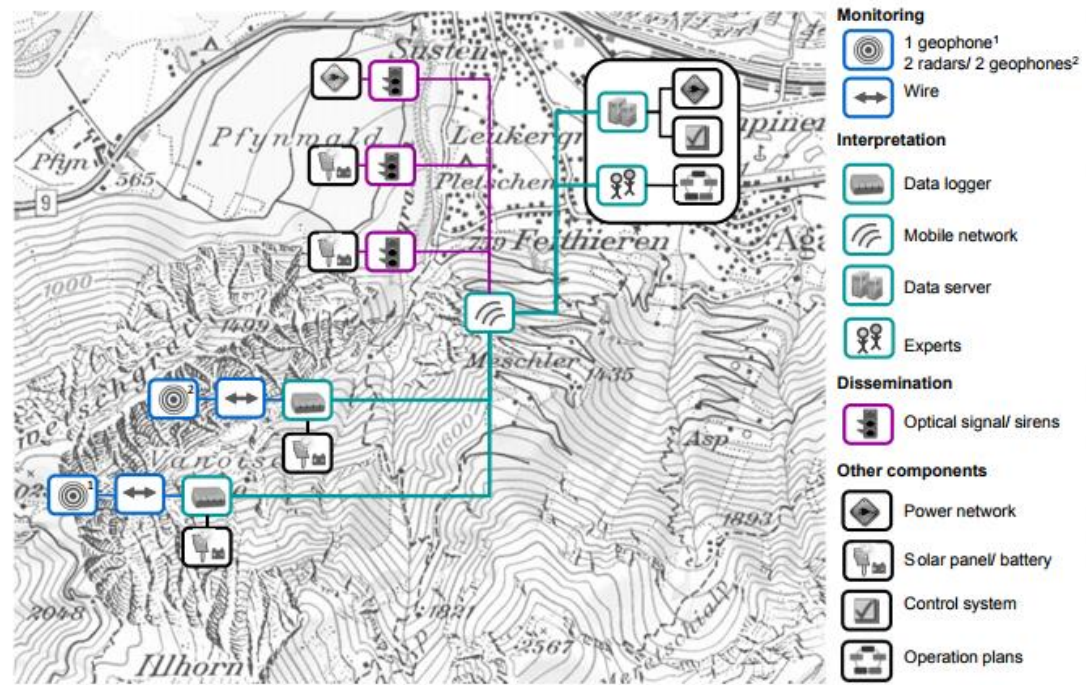
- **C1** – Prenez connaissance de la carte des dangers hydrologiques du Canton du Valais pour le cône de déjection de l'Illgraben (annexe 5 ou guichet cartographique du Canton du Valais <https://www.vs.ch/web/egeo/cartes>). Comment est construite une carte des dangers et à quoi sert cet instrument d'aménagement du territoire ?
- **C2** – En comparant la carte des dangers hydrologiques et la carte topographique, identifiez des endroits problématiques pour la sécurité des infrastructures (routes, sentier de randonnée, pont...) et des habitations ? Indiquez-les sur la carte de l'annexe 2.
- **C3** – Y a-t-il des endroits particulièrement exposés en raison de la possible présence de nombreuses personnes ? Identifiez-les sur la carte et justifiez votre choix.
- **C4** – Les terrains situés de part et d'autre du torrent de l'Illgraben sont considérés de façon identique sur la carte des dangers : ils sont en zone rouge de danger élevé. Le risque est-il cependant le même ? Justifiez votre réponse à l'aide d'un argument.
- **C5** – Pourquoi de nombreuses maisons se trouvent en zone rouge dans le village de la Souste, alors que cette zone se caractérise par une interdiction de construire ?

- **C6** – Comme gestionnaire du risque, la commune vous demande de déterminer les endroits où doivent être placés différents instruments de mesures et de prévention. Déterminez une légende et placez-les sur la carte. Justifiez vos choix ! Vous disposez d'un budget vous permettant d'installer :
 - 10 panneaux d'information et d'avertissement (fig. 4).
 - 3 stations d'alarme (sonore et visuelle) alimentées par panneau solaire, pour avertir les gens qui se trouveraient dans le secteur.
 - 2 géophones, qui en vibrant en raison du passage d'une lave torrentielle, vont enclencher les alarmes.
 - 1 radar qui permet de mesurer la hauteur par rapport au sol (fig. 5). Lors du passage d'une lave, la distance entre la surface et le capteur devient plus petit et cela va activer les alarmes et les caméras.

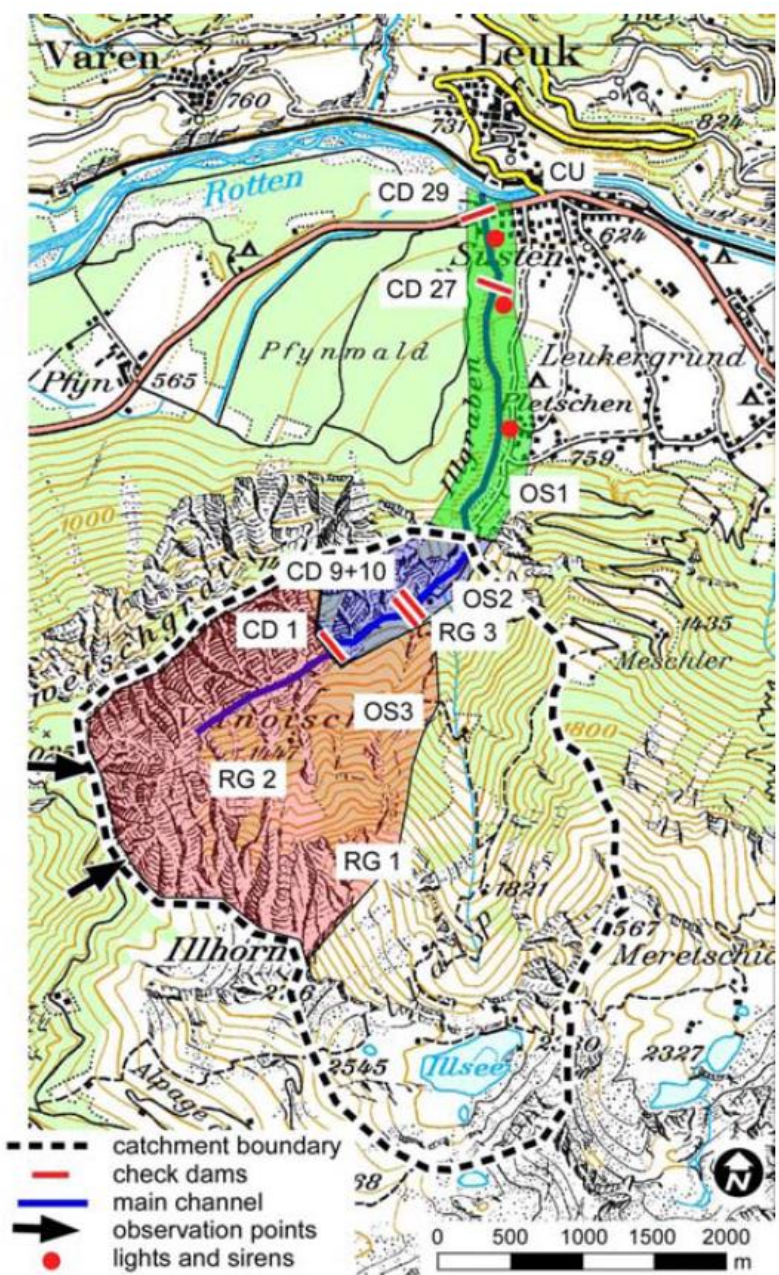


Systemes d'alerte de l'Illgraben

Badoux et al. 2009



Sättele et al. 2016



Systèmes d'alerte de l'Ilgraben



Radar placé au-dessus du chenal au niveau du check dam 10 dans l'Ilgraben.

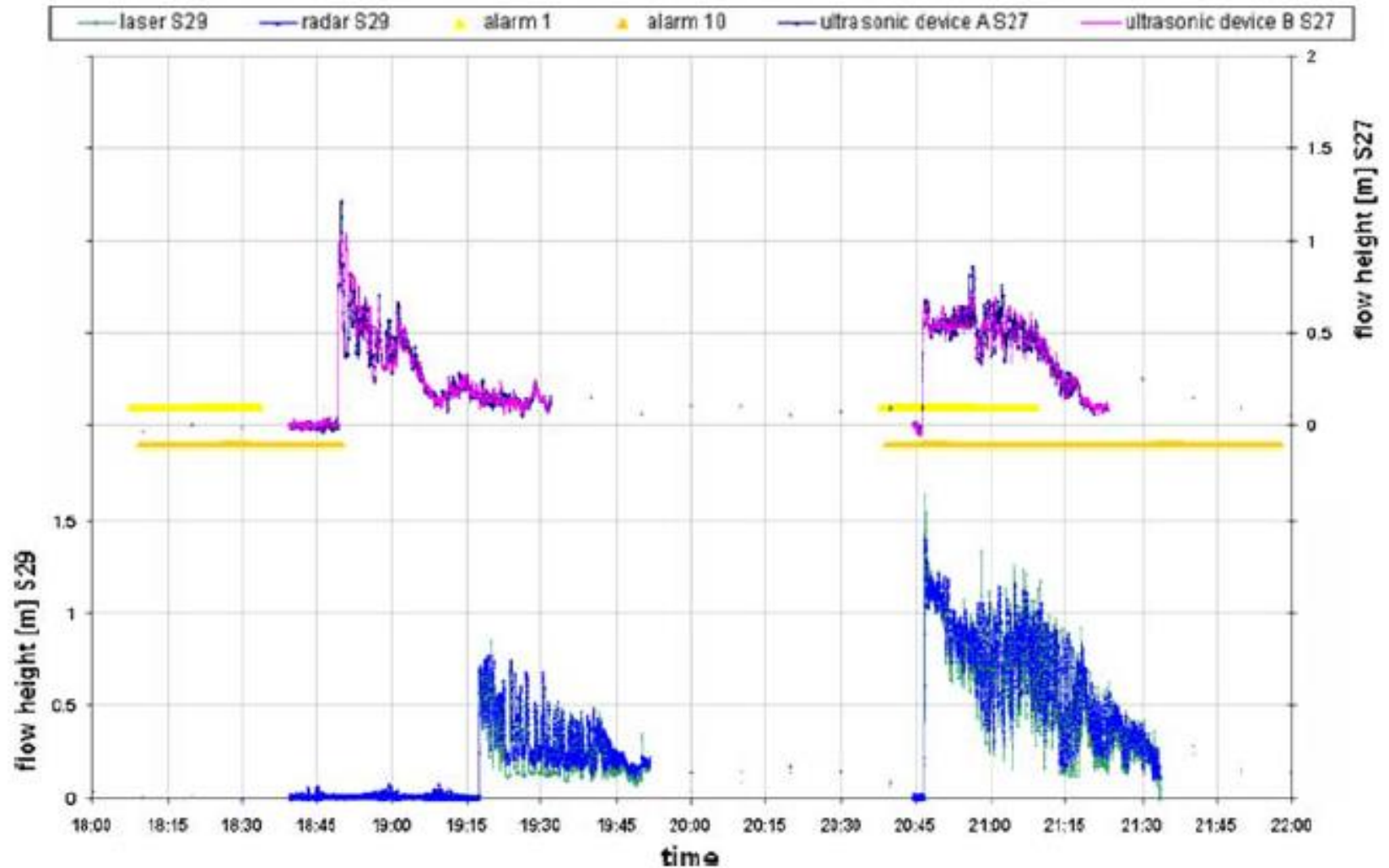


Fig. 6 Comparison of detection system alarm and separate debris flow observation station data illustrating successful and inadequate alarms from July 21, 2007. The data from check dam 27 (upper curve) and check dam 29 (lower curve) illustrate a debris flow event followed by a large flash flood event. The yellow and orange lines (alarms from check dams 1 and 10, respectively) indicate when the alarm signals were operating