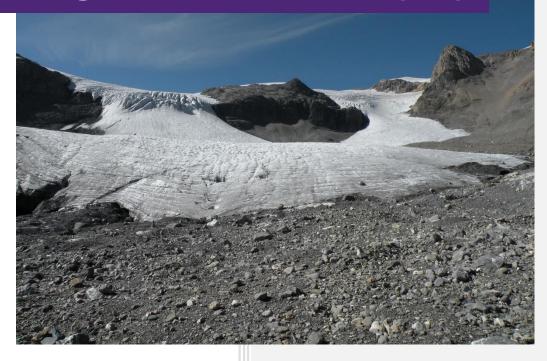
Fiches Géomorphologie de la Montagne

Dossier pédagogique

Cartographie géomorphologique de formes glaciaires et périglaciaires dans la région de la Gemmi (VS)





Tables des matières

Тав	LES DES MATIÈRES	1
AVA	NT-PROPOS	2
STR	UCTURE DU DOSSIER	2
Mıs	E À DISPOSITION DES DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES OFFICIELS DE L'OFFICE FÉDÉRAL DE TOPOGRAPHIE SWISSTOPO ET DES	
CAN	TONS SUISSES	2
PARTI	E POUR L'ENSEIGNANT·E	3
1.	GÉNÉRALITÉS	3
2.	Durée de l'exercice	3
3.	OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES	3
4.	PRODUCTION DES ÉLÈVES	3
5.	Prérequis	4
6.	FICHES CONCERNÉES	4
7.	Matériel	4
8.	RÉFÉRENCES	5
9.	Pour aller plus loin	5
POUR	LES ÉLÈVES	6
1.	CONTEXTE DE L'EXERCICE	6
2.	Consignes	7
3.	DÉROULEMENT DE L'EXERCICE	7
4.	MATÉRIEL À DISPOSITION.	8
ANNE	XE 1 – UTILISATION DU GÉOPORTAIL CARTOGRAPHIQUE	9
ANNE	XE 2 – LÉGENDE POUR LA CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE	.11
ANNE	XE 3 – PHOTOGRAPHIES	12

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Auteur du dossier	Morard Sébastien, Geoazimut Sàrl et Collège St-Michel Fribourg
Révision	Minder Patrick, Centre de formation des enseignants, Université de Fribourg (Suisse).
Version	Juin 2020
Des questions par rapport à cet exercice ? N'hésitez pas à contacter l'auteur.	sebastien.morard@edufr.ch

Image de couverture : Le glacier des Wildstrubel en automne 2009. Sauf mention contraire, les photos sont de S. Morard.

Avant-propos

Ce dossier pédagogique accompagne le contenu scientifique publié sur le site web des fiches Géomorphologie de la Montagne édité par la Société Suisse Géomorphologie (SSGm) en partenariat avec les Instituts de Géographie des Universités de Fribourg et de Lausanne, et les bureaux spécialisés Geoazimut Sàrl et Relief.

- Fiches Géomorphologie de la Montagne : <u>www.geomorphologie-montagne.ch</u>
- Société Suisse de Géomorphologie : https://sciencesnaturelles.ch/organisations/geomorphology

Le dossier pédagogique est téléchargeable en format PDF mais aussi en format texte modifiable. Ce choix permet à l'enseignant·e qui le souhaite d'intégrer facilement la totalité ou une partie du dossier pédagogique dans son script de cours. Si cette option est choisie par l'enseignant, la Société Suisse de Géomorphologie vous demande dans tous les cas d'indiquer en note de bas de page et en référence de votre script la source du dossier.

Le dossier pédagogique comprend également une présentation Powerpoint modifiable, ainsi que plusieurs fichiers spécifiques utiles à sa réalisation.

Les documents pédagogiques sont destinés uniquement à un usage dans le cadre scolaire et ne doivent pas être diffusés.

Structure du dossier

Le dossier pédagogique est découpé en deux parties :

- La première partie du document s'adresse à l'enseignant·e avec l'indications des objectifs, les différentes pistes de travail possible, ainsi que le matériel à disposition des élèves ou qui doit être photocopié par l'enseignant. Il indique également quels sont les éventuels prérequis théoriques qui doivent être maitrisés par les élèves.
- La deuxième partie s'adresse aux élèves avec l'indication du contexte de l'exercice, des tâches à effectuer, des listes de questions, des documents graphiques, etc.
- Comme le site *Géomorphologie de la Montagne* est ouvert à tout public, la correction des exercices ne figure pas dans ce dossier. Les enseignant-e-s peuvent les obtenir via leur adresse professionnelle auprès de l'auteur.

Mise à disposition des documents cartographiques officiels de l'Office fédéral de topographie swisstopo et des cantons suisses

Suite à l'entrée en vigueur le 1er juillet 2018 de la Loi fédérale sur la géoinformation (LGéo), l'Office fédéral de topographie swisstopo met à disposition gratuitement (pour un téléchargement ou dans le cadre de géoservices) certaines géodonnées en vue de leur libre utilisation¹. Les données extraites du portail cartographique https://map.geo.admin.ch peuvent être communiquées sans autorisation par les enseignants comme matériel d'enseignement en classe. Dans tous les cas, la source des données doit être indiquée sous une forme appropriée lors de la publication (Source : Office fédéral de topographie swisstopo ou @swisstopo). Les dossiers pédagogiques s'accompagnent de nombreux documents cartographiques. L'enseignant dispose de deux solutions complémentaires :

- a) Si les élèves disposent d'un ordinateur, il faut utiliser directement le géoportail cartographique https://map.geo.admin.ch.
- b) Si les élèves ne disposent pas d'un ordinateur, ou si l'enseignant préfère faire travailler les élèves sur papier (ce qui est plus facile pour dessiner), des cartes ou des orthophotos des zones d'études ont été extraites en PDF (format A4). L'enseignant peut les imprimer en noir et blanc pour les élèves, et imprimer certains exemplaires en couleur puis les plastifier pour faciliter la lecture de ces documents.

-

¹ https://www.swisstopo.admin.ch/fr/swisstopo/bases-legales/autorisations.html

PARTIE POUR L'ENSEIGNANT-E

1. Généralités

Ce travail pratique place les élèves dans la peau de chercheurs qui sont mandatés pour réaliser une analyse géomorphologique de formes glaciaires et périglaciaires de la région de la Gemmi (Alpes calcaires) à la frontière des cantons du Valais et de Berne. L'analyse se base sur des documents photographiques, des images aériennes (orthophotos) et des cartes topographiques de différentes périodes (Voyage dans le temps).

2. Durée de l'exercice

L'exercice comportant de nombreuses tâches, il est prévu de consacrer environ 4 cours :

- Cours 1 : Introduction + organisation des éléments et du travail.
- Cours 2 et 3: Analyse et réalisation des différentes parties du poster avec des phases de mise en commun et de questions/discussions.
- Cours 4 : Présentation finale du poster et synthèse de l'enseignant e.

3. Objectifs pédagogiques

L'élève est capable de :

- Identifier des formes glaciaires et périglaciaires sur la base de photographies terrestres et d'images aériennes.
- Réaliser une carte géomorphologique simple sur un fond de carte topographique.
- Utiliser le guichet cartographique national https://map.geo.admin.ch et en particulier son application Voyage dans le Temps.
- Analyser les variations de longueur des glaciers de la Plaine Morte, du Wildstrubelgletscher et du Schwarzgletscher en utilisant les données de GLAMOS (https://www.glamos.ch/).
- Collaborer en classe pour réaliser un poster en différentes parties.
- Expliquer l'évolution du paysage dans la région alpine depuis la fin du Petit Âge Glaciaire.
- Mettre en évidence certains changements récents des environnements glaciaires et périglaciaires en lien avec le changement climatique.

Objectif supplémentaire

 Localiser la prise de vue d'une photo en analysant le relief et en le comparant à la carte topographique (l'enseignant peut aussi directement donner la carte qui indique l'emplacement des photographies aux élèves).

4. Production des élèves

Le produit final attendu est un **poster** en 6 parties avec des extraits de cartes géomorphologiques, des photographies interprétées, du texte explicatif et des données statistiques.

5. Prérequis

Cette activité possède un niveau de difficulté moyen ou élevé. Il est préférable de le considérer comme un exercice de synthèse reprenant de nombreuses notions théoriques. L'enseignant-e peut aussi demander aux élèves de consulter par eux-mêmes les fiches du site « Géomorphologie de la Montagne » avant de réaliser l'exercice.

6. Fiches concernées

Les notions théoriques à maîtriser sont :

- Fiche G.1.3 La morphologie des glaciers
- Fiche G.1.4 La morphologie des déformations de surface des glaciers
- Fiche G.3.1 Les dépôts glaciaires
- Fiche G.3.2 Les dépôts fluvio-glaciaires
- Fiche G.4.6 Le Petit Âge Glaciaire et le réchauffement récent du climat
- Fiche G.4.7 Glaciers et réchauffement climatique : projections futures
- Fiche G.6.3 Vidange de poches d'eau en relation avec les glaciers
- Fiche G.4.1 Une forme particulière : le glacier rocheux

7. Matériel

- Présentation Powerpoint de l'exercice.
- Feuilles A3, scotch.
- Légende pour la cartographie géomorphologique.
- Rapport sur la cryosphère des Alpes suisses (Les Alpes) disponible sur le site de PERMOS dans la rubrique document / publications (http://www.permos.ch/publications.html).
- Photographies disponibles en annexe et dans le fichier Powerpoint. Pour des raisons de coût, il est conseillé de les donner en noir et blanc aux élèves pour qu'ils puissent dessiner (photo-interprétation). L'enseignant peut aussi tirer un exemplaire en couleur et le plastifier pour faciliter l'interprétation.
- Une sélection de cartes provenant de swisstopo sont disponibles en PDF format A4. Elles peuvent être facilement consultables sur le guichet cartographique https://map.geo.admin.ch. Une impression est possible (voir annexe 1).
 - Carte topographique de la Gemmi au 1:25'000 en couleur pour 2012 et 2001 (papier ou sur https://map.geo.admin.ch).
 - Cartes topographiques noir et blanc papier comme fond de carte pour la cartographie géomorphologique et l'extension des glaciers (carte au 1 :50'000) (à imprimer depuis https://map.geo.admin.ch)
 - Cartes topographiques au 1:25'000 de *l'application voyage dans le temps* de swisstopo sous https://map.geo.admin.ch.
 - o Images aériennes sous Google Earth ou sous http://map.geo.admin.ch.
 - Guide d'utilisation de map.geo.admin.ch (annexe 1).

8. Références

Quelques ouvrages pour découvrir la région de la Gemmi :

- Flüeler, E. (2011). Berge entstehen Berge vergehen. Wanderungen zu Bergstürzen entlang der Alpen. Hep Verlag AG, Bern, 205 p.
- Jeanneret, F. (2006). Exkursion Gemmipass. Saumpfad zwischen Nord- und Zentralalpen.
 Geographics Bernensia, B15.
- Krummenacher, B., Mihajlovic, D., Nussbaum, A., Staub, B. (Hrsg.) (2008). 20 Jahre Furggentälti, Permafrostuntersuchungen auf der Gemmi. Geographica Bernensia, Geographisches Institut der Universität Bern, G80, 113 p.
- Stuber, A. (1989). La région de la Gemmi : géomorphologie, histoire et dynamique glaciaire.
 Mémoire de licence, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 156 p.
- Swisstopo & ScNat (2012). Via GeoAlpina, Berner Oberland, étape 5 Kandersteg-Adelboden.
 [en ligne: https://www.swisstopo.admin.ch/fr/connaissances-faits/geologie/geologie-quotidien/geologie-pour-tous/via-geoalpina.html#ui-collapse-327].

9. Pour aller plus loin

La Gemmi est une région alpine facile d'accès depuis Loèche-les-Bains ou depuis Kandersteg. Le sentier de randonnée traversant cette région est large et ne présente aucune difficulté technique. Un site excellent pour une excursion. Un sentier didactique (« Gletscherpfad Lämmeren ») part du col de la Gemmi en direction du glacier des Wildstrubels. Une brochure est disponible à l'office du tourisme de Loèche-les-Bains ou aux remontées mécaniques Gemmibahn.

Outre les formes glaciaires et périglaciaires analysées dans cet exercice, la région de la Gemmi est aussi un bel exemple de karst alpin. Les eaux du Daubensee s'écoulent par exemple en souterrain jusqu'à la source du Russubrunnu à Salquenen 12 km à l'aval. Proche de la station de Sonnbühl (Kandersteg), il est aussi possible d'admirer la face nord de l'Altels et de parler du tragique évènement d'avalanche glaciaire du 11 septembre 1895 (voir fiche 2.6.2 - Les débâcles glaciaires).



Le versant nord-ouest de l'Altels d'où s'est produit le tragique évènement d'avalanche glaciaire du 11 septembre 1895.



Le Daubensee à sec en automne 2019 : un lac endoréique dont l'écoulement s'effectue par le karst sous-jacent.

POUR LES ÉLÈVES

1. Contexte de l'exercice

Vous êtes mandaté·e·s pour faire un inventaire de l'état de la cryosphère dans la région de la Gemmi (massif des Wildstrubel entre les cantons du Valais et de Berne)² (fig. 1).

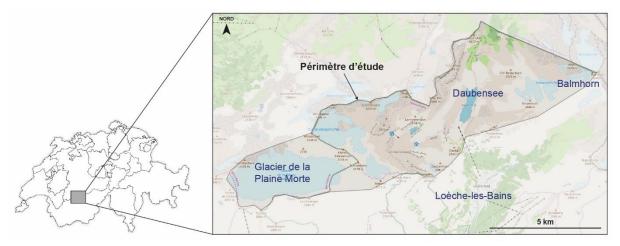


Fig. 1 – Localisation de la région de la Gemmi et du périmètre d'étude (carte : https://www.openstreetmap.org).

Le mandant vous demande de **produire un poster** résumant différents thèmes dans le but de pouvoir préparer un panneau d'information didactique pour les écoles et les touristes. Le panneau doit traiter des thématiques suivantes :

- a) Identifier les différents types de glaciers présents dans le secteur, ainsi que les principales formes glaciaires, fluvio-glaciaires et périglaciaires. Pour ce faire, il vous faudra faire réaliser une carte géomorphologique. Dans ce thème, présentez aussi certaines caractéristiques du lieu (localisation, altitude...)
- b) Présenter l'évolution des glaciers depuis 1850 dans ce secteur en dessinant l'extension des glaciers sur la base des indices géomorphologiques (moraines) et des anciennes cartes topographiques.
- c) Expliquer les effets du réchauffement climatique sur les glaciers et le permafrost en utilisant les données du réseau GLAMOS et du réseau PERMOS.
- d) **Traiter de la problématique des lacs glaciaires** en lien avec le réchauffement climatique et la gestion des dangers naturels.

² Cliquez ici pour accéder directement à la zone d'étude sur map.geo.admin.ch : <a href="https://map.geo.admin.ch/?lang=fr&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.swisstopo.zeitreihen.ch.bfs.gebaeude_wohnungs_register.ch.bav.haltestellen-oev.ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege&layers_opacity=1,1,1,0.8&layers_visibility=false,false,false,false&layers_timestamp=18641231,,,&E=2613550&N=1139760&zoom=6&crosshair=marker

2. Consignes

- Temps à disposition: environ 4 cours (1 cours pour organisation des éléments et du travail, 2 cours pour l'analyse et la réalisation d'un poster-test (brouillon), 1 cours pour la version finale).
- Le travail est effectué par groupe de 4. Il nécessite une proche collaboration entre les étudiant·e·s.
- Le poster sera de dimension A1+ (6 pages A3 mises ensemble), selon l'ordre suivant (ceci est une proposition, vous pouvez organiser différemment les éléments):

Présentation de la zone d'étude + texte explicatif	Les effets du réchauffement climatique sur la cryosphère	Variation de l'extension de glaciers depuis 1850
Présentation de la zone d'étude et cartographie géomorphologique	Photos et croquis	Lacs glaciaires

3. Déroulement de l'exercice

Dans un premier temps, tout le monde prend connaissance des documents et participe à l'analyse (choix des méthodes de travail, compréhension des documents...). Dans cette phase, localisez l'emplacement des photos sur la carte.

Dans un deuxième temps, répartition des tâches en 6 groupes de 4 élèves pour réaliser le poster :

- Version brouillon, puis discussion entre les participant·e·s. Chaque groupe présente rapidement aux autres élèves leur analyse. L'enseignant·e se charge de gérer cette phase de discussion de la classe.
- Version définitive. Le poster est réalisé à la main. Les images, graphiques, croquis, cartes sont dessinés et collés sur les feuilles A3. Soyez soigneux!

4. Matériel à disposition

Documents photographiques

 Différentes photos en couleur de la région (certaines peuvent être collées sur le poster) fournies par le mandant (annexe 3). Vous pouvez dessiner sur les images en noir et blanc pour effectuer une photo-interprétation.

Documents cartographiques

Une sélection de cartes provenant de swisstopo sont disponibles en PDF format A4. Elles peuvent être facilement consultables sur le guichet cartographique https://map.geo.admin.ch. Une impression est possible (voir annexe 1).

- Carte topographique de la Gemmi au 1 :25'000 en couleur pour 2012 et 2001 (papier ou sur https://map.geo.admin.ch).
- Cartes topographiques noir et blanc papier comme fond de carte pour la cartographie géomorphologique et l'extension des glaciers (carte au 1:50'000) (à imprimer depuis https://map.geo.admin.ch)
- Cartes topographiques au 1 :25'000 de l'application voyage dans le temps de swisstopo sous https://map.geo.admin.ch.
- Images aériennes sous Google Earth ou sous http://map.geo.admin.ch.
- ⇒ Un Guide d'utilisation de map.geo.admin.ch est disponible en annexe 1.

Croquis

 Pour illustrer et expliquer les formes ou des processus glaciaires, vous devez faire des croquis qui seront intégrés au poster, ou utiliser ceux du site Géomorphologie de la Montagne.

Références

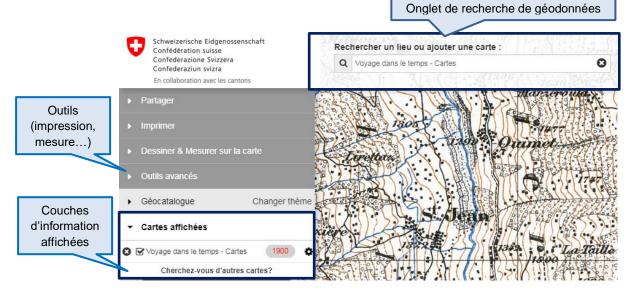
- Fiches du site Géomorphologie de la Montagne (http://www.unifr.ch/geoscience/geographie/ssgmfiches/accueil/).
- Légende pour la cartographie géomorphologique de l'Université de Lausanne (https://www.unil.ch/igd/legende_UNIL). Une sélection de formes est indiquée en annexe 2.
- Rapport sur la cryosphère des Alpes suisses (Les Alpes) disponible sur le site de PERMOS dans la rubrique document / publications (http://www.permos.ch/publications.html).
- GLAMOS Réseau suisse des observations glaciaires (https://www.glamos.ch/).
- Rapport PERMOS avec les données du glacier rocheux de la Gemmi/Furggentälti (www.permos.ch)
- Article du journal le Temps « Le lac des Faverges, miroir du réchauffement climatique » du 30 juillet 2018 [en ligne : https://www.letemps.ch/suisse/lac-faverges-miroir-rechauffement-climatique].

ANNEXE 1 – Utilisation du géoportail cartographique

Images aériennes (orthophotos) et cartes topographiques > changer le fond de plan avec l'onglet situé en bas à droite :



• Anciennes cartes topographiques depuis 1864 (carte Dufour, carte Siegfried, et cartes actuelles) via l'application Voyage dans le temps :

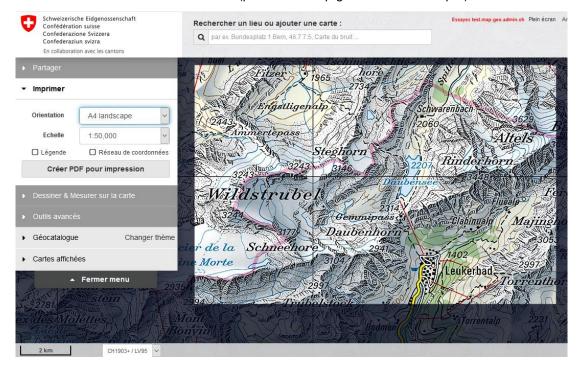


- Cartes utiles pour la géologie et géomorphologie :
 - swissALTI3D estompage du relief: modèle numérique de terrain très précis (0.5 m).
 - **SWISSIMAGE Voyage dans le temps** : anciennes orthophotos (images aériennes) de 1979 à aujourd'hui.
 - **GeoCover données vectorielles** : cartes géologiques vectorielles de toute la Suisse avec une symbologie uniformisée pour l'entier du territoire.
 - Atlas géologique AG25: cartes géologiques au 1:25'000 publiées sous forme papier.
 - Réservoirs aquifères 500 : Carte hydrogéologique de la Suisse au 1:500'000.
 - **Dernier max. glaciaire (carte) 500**: La carte représente la plus grande extension des glaciers en Suisse il y a environ 24'000 ans.
 - Carte indicative du Pergélisol : extension potentielle du pergélisol.
 - Géomorphologie, vue d'ensemble : principaux processus façonnant le paysage.



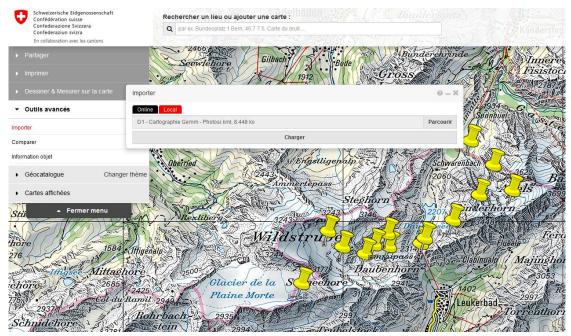
Extraction d'une carte PDF pouvant être imprimée puis distribuée aux élèves :

- Ouvrir le Menu à gauche, puis cliquez sur l'onglet Imprimer.
- Choisir l'orientation (paysage ou portrait), le format (A4 ou A3), ainsi que l'échelle cartographique (dans l'exemple ci-dessous 1 :50'000).
- Un rectangle apparaît sur la carte et vous indique le périmètre qui va être exporté.
- Cliquez sur Créer PDF pour impression.
- Renommer le fichier PDF (par défaut map.geo.admin.ch.###.pdf).



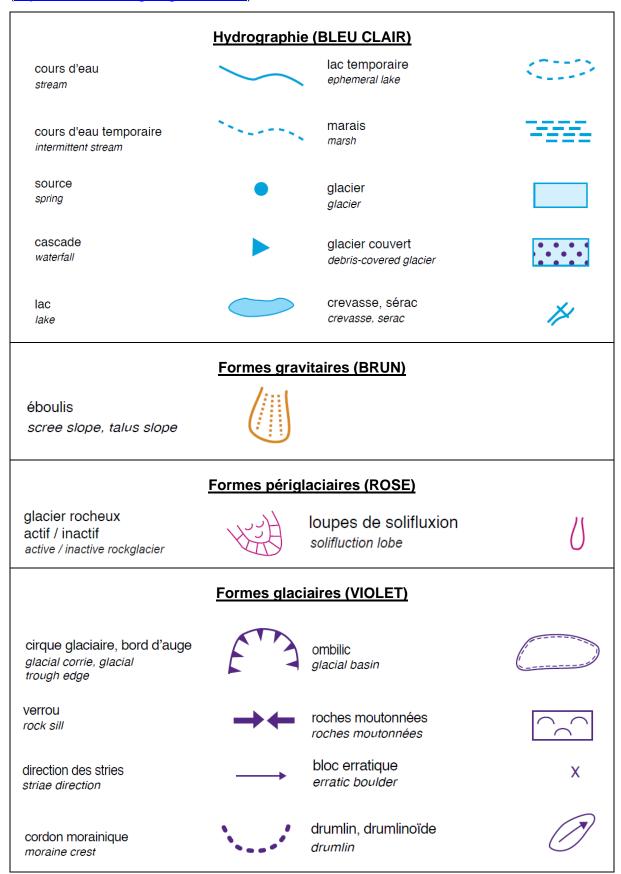
Afficher un fichier KML de Google Earth

- Sous Outils avancés / importer, puis choisir le fichier KML. Chargez le fichier pour faire apparaître les points cartographiés sous Google Earth.



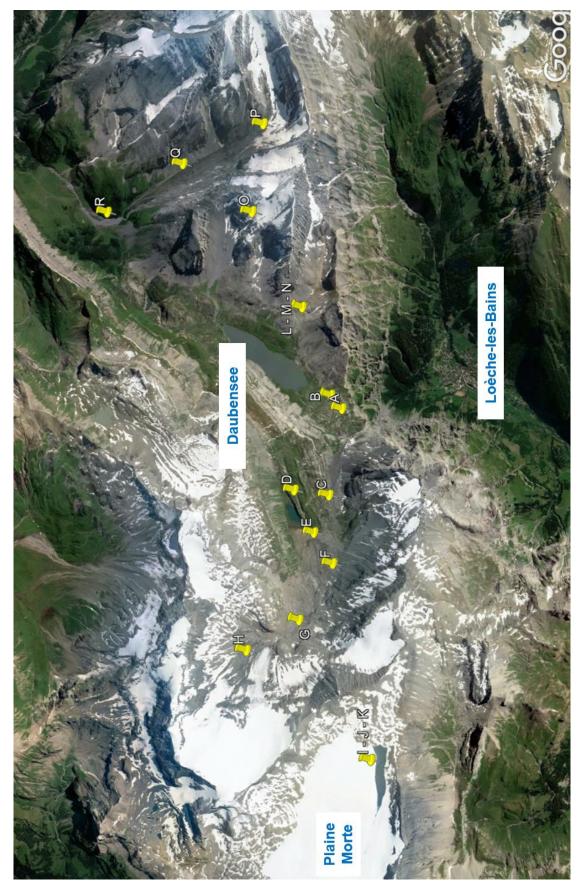
ANNEXE 2 – Légende pour la carte géomorphologique

Une sélection de symboles géomorphologique est proposée ci-dessous. Pour une liste plus complète, consultez le site pour la cartographie géomorphologique de l'Université de Lausanne (https://www.unil.ch/igd/legende_UNIL).



ANNEXE 3 – Photographies

Pour plus de précision, ouvrez le fichier de localisation des photos dans Google Earth ou dans le géoportail de Swisstopo.



Sauf mention contraire, les photos sont de S. Morard.

Photo A – Wildstrubelgletscher en 1825

Aquarelle de G. Studer datant de 1825 et montrant la confluence des glaciers du Lämmeren et du Wildstrubel dans la plaine alluviale (Burgerbibliothek, Bern, illustration tirée de Stuber 1989).



Photo B - Wildstrubelgletscher en octobre 2019



Photo C - Lämmerenboden vue du Schwarzhorn en 2012



Photo D – Sur le replat au nord du Lämmerenboden



Photo E – Au milieu du Lämmerenboden



Photo F - Au milieu du Lämmerenboden



Photo G - Glacier du Lämmeren en octobre 2009



Photo H - Glacier des Wildstrubel le 27 juillet 2012



Photo I – Plaine Morte et lac des Faverges en juillet 2013



Photo J - Plaine Morte et lac des Faverges en août 2013



Photo K – Plaine Morte et lac des Faverges en août 2013



Photo L - Furggentälti (2012)



Photo M - Furggentälti (2018)



Photo N – Furggentälti (2018)



Photo O - Glacier du Rinderhorn en 2010

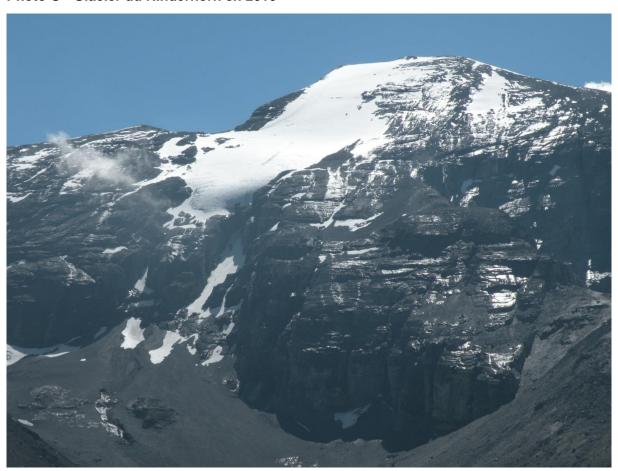


Photo P - Glaciers au nord-est du Rinderhorn en 2010

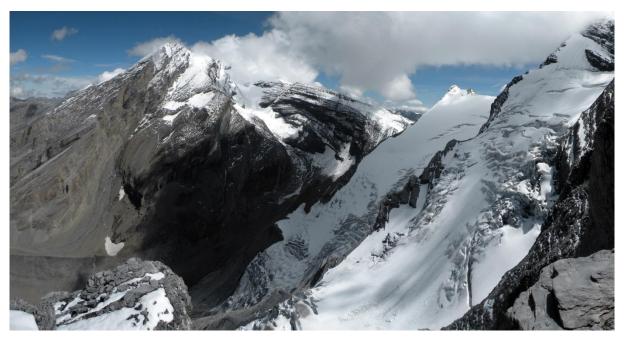


Photo Q - Partie aval du Schwarzgletscher (2010)



Photo R – Débouché du Schwartzgletscher (2018)

