

2.1 Les processus d'érosion glaciaire

 geomorphologie-montagne.ch/abrasion-arrachement-et-erosion/

La glace agit comme un agent érosif : elle modifie de façon mécanique et chimique le substrat rocheux sur lequel elle repose.

On distingue trois groupes de **processus d'érosion** : l'abrasion, l'arrachement et l'érosion fluvio-glaciaire (fig. 1).

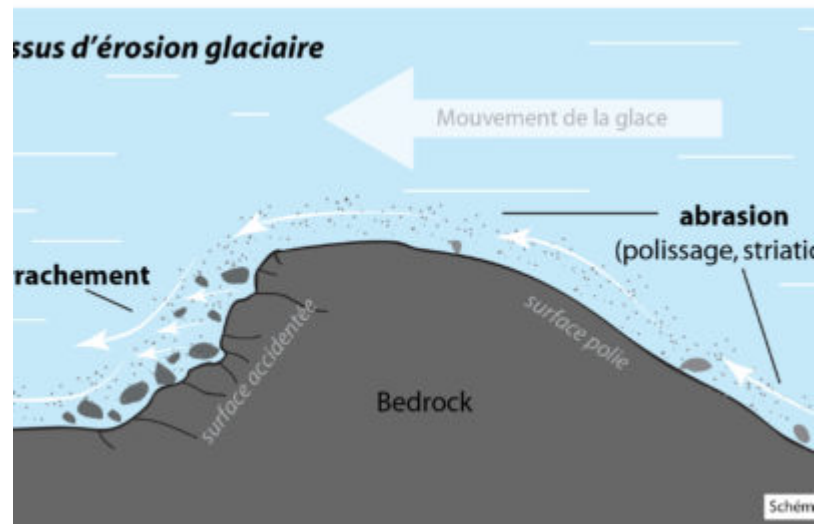
L'**abrasion** mécanique est le résultat du frottement de la glace chargée de matériaux sur le bedrock ; elle s'opère selon deux modes, la **striation**, qui est le creusement de petits sillons (profondeur de l'ordre du millimètre) – appelés **stries glaciaires** – parallèles à la direction d'écoulement de la glace, et le **polissage**, qui est une abrasion relativement uniforme de la roche par le frottement du glacier. Le polissage prédomine là où la différence de dureté entre les matériaux contenus dans la glace basale et le bedrock est faible.

L'**arrachement** de matériaux (érosion mécanique) est le deuxième type de processus d'érosion glaciaire. Le glacier arrache des morceaux du bedrock qui seront incorporés dans la moraine de fond. Les **roches moutonnées** sont une forme d'érosion glaciaire répandue résultant de la combinaison de ces deux processus (cf. fiche Géomorphologie glaciaire 2.2).

Dans les glaciers tempérés, l'érosion **fluvio-glaciaire** par les eaux sous-glaciaires, parfois sous pression, constitue un troisième facteur d'érosion.

Un cas particulier est constitué par l'érosion **glacio-karstique** : sur substratum **calcaire**, l'ablation est partiellement due à des processus de dissolution chimique .

L'ablation par les processus d'érosion glaciaire varie fortement d'un glacier à l'autre, en fonction des conditions glaciologiques (par exemple les vitesses) et géomorphologiques. Les valeurs typiques sont de l'ordre de 0.01 mm/a pour les glaciers polaires ; de 1 mm/an pour les petits glaciers tempérés (mais des mesures sous le glacier d'Argentières, vallée de l'Arve, ont donné des taux de 36 mm/a sur des marbres) et de 10-100 mm/a pour des glaciers tempérés très rapides en Alaska.



2.2.1_processus_erosion_glaciaire

Fig. 1 – Processus d'érosion glaciaire.

2.2 Les micro-formes d'érosion glaciaire

 geomorphologie-montagne.ch/les-formes-derosion/

L'érosion glaciaire (cf. [fiche glaciers 2.1](#)) agit à différentes échelles. Sur les roches ayant été en contact avec la glace, on trouve des micro-formes qui témoignent de la direction et du sens de mouvement des glaciers.

A l'échelle moyenne (versant), les **roches moutonnées**, terme créé par Horace-Bénédict de Saussure dans la vallée de Chamonix, constituent la principale forme d'érosion ([fig. 1 à 3](#)). Elles résultent des processus d'abrasion et d'arrachement. Les roches moutonnées sont lisses et de forme dissymétrique : elles sont polies à l'amont, là où le glacier est compressé sur la roche, et anguleuses à l'aval des obstacles, là où le glacier se décolle de la roche et où par regel des eaux sous-glaciaires, des morceaux de roche sont arrachés.

La surface d'une roche abrasée par le glacier présente divers types de micro-formes, comme les **stries**, résultant du déplacement du glacier sur le bedrock ([fig. 4](#)), les **queues-de-rat**, résultant d'une abrasion différentielle du bedrock, et les **coups de gouge**, **lunules** et **fractures conchoïdales**, résultant de l'arrachement de morceaux du bedrock par le passage du glacier ([fig. 5](#)).

A ces formes d'abrasion, il faut rajouter les formes liées à l'écoulement sous-glaciaire, les **chenaux de Nye** sont des chenaux creusés dans le bedrock par les écoulements sous-glaciaires. Ils peuvent être associés à des **marmites** glaciaires, dues à l'abrasion du bedrock par les eaux de fonte chargées de sédiments ([fig. 6 à 8](#)).

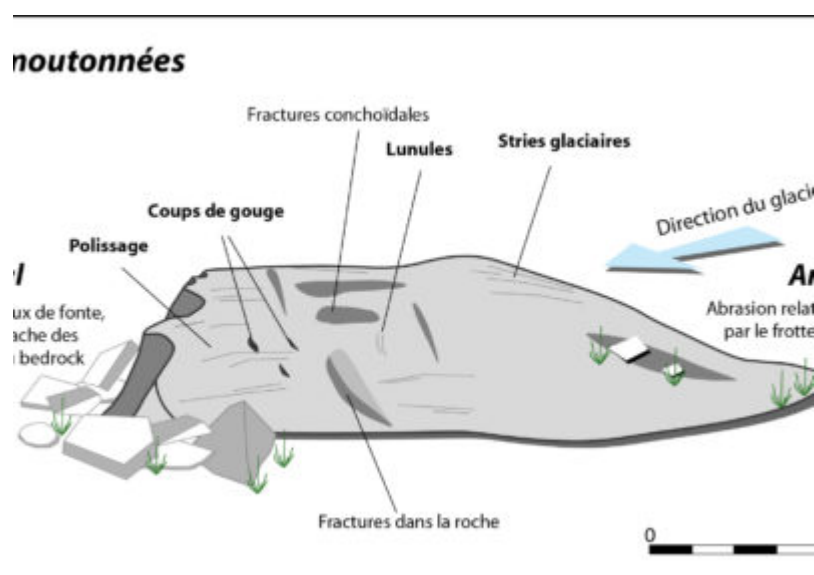


Fig. 1 – Dissymétrie des roches moutonnées liées à l'arrachement à l'aval de l'obstacle (adapté de Maisch et al., 1993).

Fig. 1 – Dissymétrie des roches moutonnées liées à l'arrachement à l'aval de l'obstacle (adapté de Maisch et al., 1993).



Fig. 2 – Morphologie dissymétrique des roches moutonnées du Vadrecc dal Valdtaus(Val Camadra, TI) due au polissage et à l'arrachement. Ecoulement du glacier de la droite vers la gauche.

Fig. 2 – Morphologie dissymétrique des roches moutonnées du Vadrecc dal Valdtaus(Val Camadra, TI) due au polissage et à l'arrachement. Ecoulement du glacier de la droite vers la gauche.



Fig. 3 – Roches moutonnées en aval du glacier de Moiry. (Val de Moiry, VS).

Fig. 3 – Roches moutonnées en aval du glacier de Moiry. (Val de Moiry, VS).



Fig. 4 – Stries glaciaires sur substratum de calcaire laissées par le glacier de Tsanfleuron (Col du Sanetsch, VS). La flèche jaune indique les stries, la flèche orange des veines de calcite dans le substratum.

Fig. 4 – Stries glaciaires sur substratum de calcaire laissées par le glacier de Tsanfleuron (Col du Sanetsch, VS). La flèche jaune indique les stries, la flèche orange des veines de calcite dans le substratum.



Fig. 5 – Coups de gouge sur substratum gneissique en aval du Vadrecc dal Valdtaus (Val Camadra, TI). Le crayon indique la direction du glacier.

Fig. 5 – Coups de gouge sur substratum gneissique en aval du Vadrecc dal Valdtaus (Val Camadra, TI). Le crayon indique la direction du glacier.

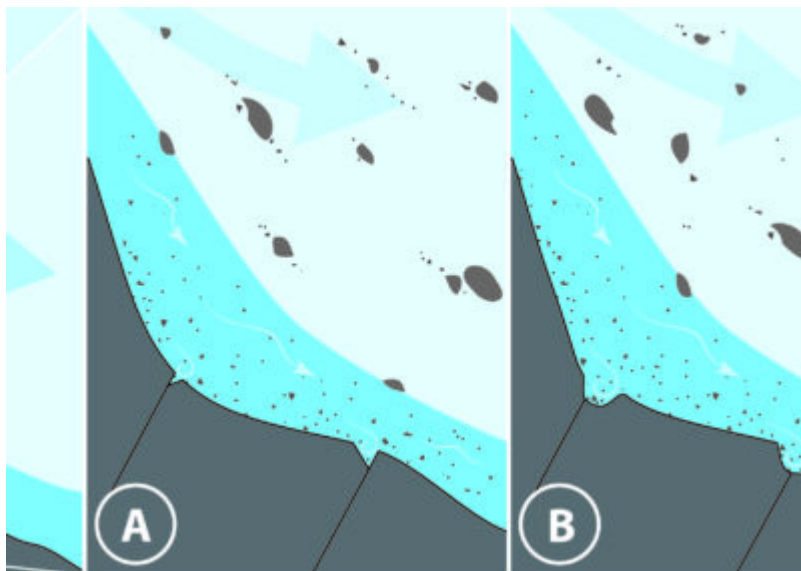


Fig. 6 – Étapes de la formation d'une marmite par l'eau s'écoulant sous un glacier.

Fig. 6 – Étapes de la formation d'une marmite par l'eau s'écoulant sous un glacier.

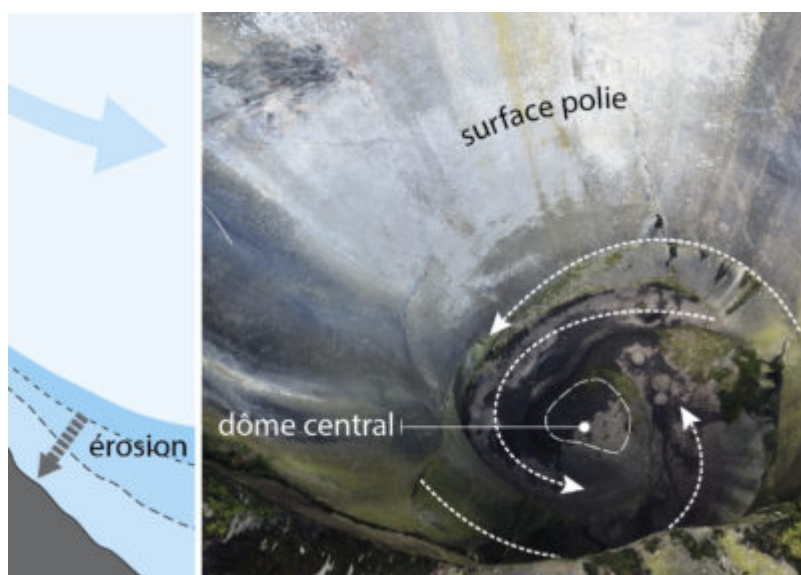


Fig. 7 – Les parois et le fond de la marmite gardent la trace de l'écoulement turbulent de l'eau descendant en spirale. Exemple : Marmite glacière des Caillettes, Bex (VD).

Fig. 7 – Les parois et le fond de la marmite gardent la trace de l'écoulement turbulent de l'eau descendant en spirale. Exemple : Marmite glacière des Caillettes, Bex (VD).



Fig. 8 – Marmite glaciale (Ferpècle, Val d'Hérens, VS).

Fig. 8 – Marmite glaciale (Ferpècle, Val d'Hérens, VS).

2.3 Les macro-formes d'érosion glaciaire

 geomorphologie-montagne.ch/2-3-les-macro-formes-derosion-glaciaire/

Les macro-formes glaciaires s'observent à l'échelle régionale : elles caractérisent les vallées alpines et sont à l'origine de certains lacs de montagne.

Parmi les macro-formes (échelle régionale), le **cirque glaciaire** constitue la forme la plus simple du surcreusement glaciaire ([fig. 1](#)). Il s'agit d'un « *large enfoncement, à fond plat et peu incliné, à parois au contraire escarpées, qui s'entaille dans le flanc d'une montagne généralement peu au-dessous des crêtes* » (P. Lory, cité par Llibouty, 1965). Lorsqu'un sommet est bordé à sa base par une série de cirques d'orientations différentes, il se forme un **horn**, sommet pyramidal sculpté par des glaciers s'écoulant dans plusieurs directions. Le Cervin en est un exemple ([fig. 2](#)).

Les vallées alpines sont un autre exemple de macro-formes glaciaires. Le **profil transversal** d'une vallée glaciaire prend généralement la forme d'une **auge** (par exemple la vallée de Lauterbrunnen, BE) ([fig. 3](#)), mais il existe également des vallées glaciaires en V (par exemple la Mer de Glace), notamment en raison du surcreusement torrentiel sous-glaciaire. L'érosion en forme d'auge est favorisée par les contraintes exercées latéralement par le glacier contre les versants ([fig. 4](#)). La forme en U est parfois due au **comblement** fluvio-glaciaire postérieur au retrait, qui peut recouvrir complètement un profil du bedrock se rapprochant d'une forme en V. C'est le cas de certains secteurs de la vallée du Rhône dans le Valais central. La puissance relative différente des glaciers d'une vallée principale et des vallées latérales induit un surcreusement différencié des vallées : après le retrait des glaciers, la vallée principale sera plus basse que les vallées latérales, moins érodées. Ces dernières formeront des **vallées suspendues**. Par érosion régressive des cours d'eau latéraux, elles seront d'abord reliées à la vallée principale par une cascade (par exemple la Pissevache, dans la vallée du Rhône, VS), puis, si l'érosion est suffisante, par une **gorge de raccordement** (comme par exemple la vallée du Trient ou la vallée de la Lizerne à leur confluence avec la vallée du Rhône, VS).

Le **profil en long** d'une vallée glaciaire est caractérisé par une succession de paliers et dépressions, appelés respectivement **verrous** et **ombilics** ([fig. 5](#)). Le palier peut présenter une contrepente à l'amont ; il y a alors surcreusement glaciaire, comme cela est par exemple le cas à l'amont du verrou de St-Maurice, où le profil du bedrock remonte de plusieurs centaines de mètres au niveau du verrou. Ces surcreusements peuvent être parfois occupés par un lac ([fig. 6](#)), comme cela est le cas du Lac Léman en amont du verrou de Genève. Ce type de profil est dû à la différence de résistance du substratum (érosion différentielle), liée elle-même à des facteurs lithologiques ou tectoniques. Les **dos de baleines**, formes de plus petite taille (quelques dizaines de mètres de hauteur au maximum), sont formées par le même processus d'érosion différentielle ([fig. 7](#)).

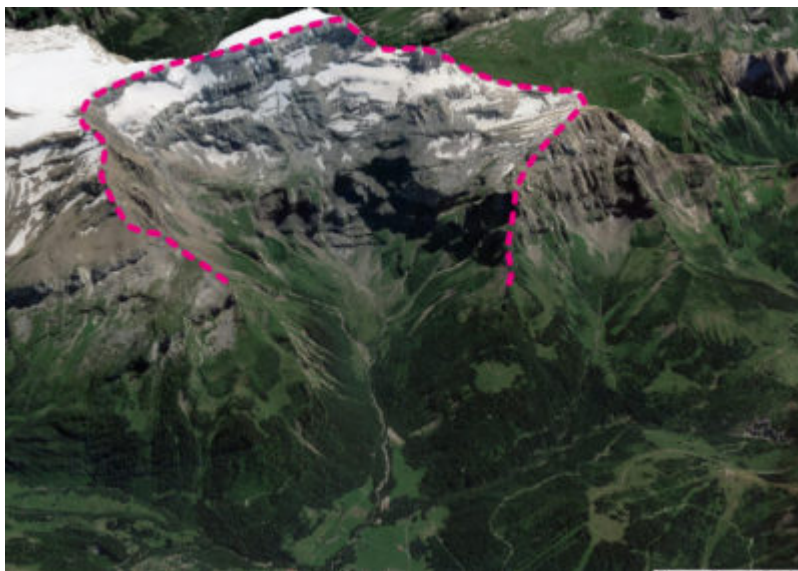


Fig. 1 – Cirque glaciaire de Creux de Champs (VD). Le glacier qui occupait le cirque est aujourd’hui complètement disparu.

Fig. 1 – Cirque glaciaire de Creux de Champs (VD). Le glacier qui occupait le cirque est aujourd’hui complètement disparu.



Fig. 2 – Le Cervin : un horn mondialement connu.

Fig. 2 – Le Cervin : un horn mondialement connu.



Fig. 3 – Vallée glaciaire en auge : la vallée de Lauterbrunnen (BE).

Fig. 3 – Vallée glaciaire en auge : la vallée de Lauterbrunnen (BE).

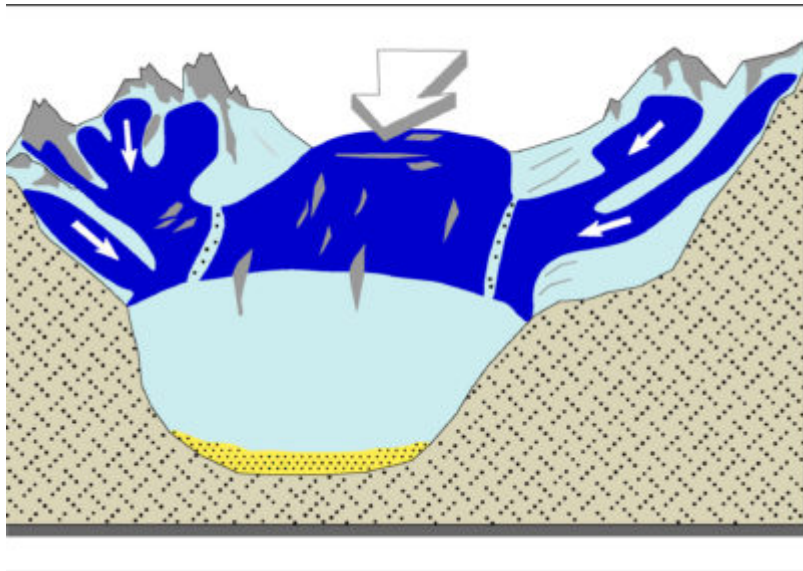


Fig. 4 – Profil transversal d'une vallée alpine durant une période glaciaire (adapté de Maisch et al., 2000).

Fig. 4 – Profil transversal d'une vallée alpine durant une période glaciaire (adapté de Maisch et al., 2000).

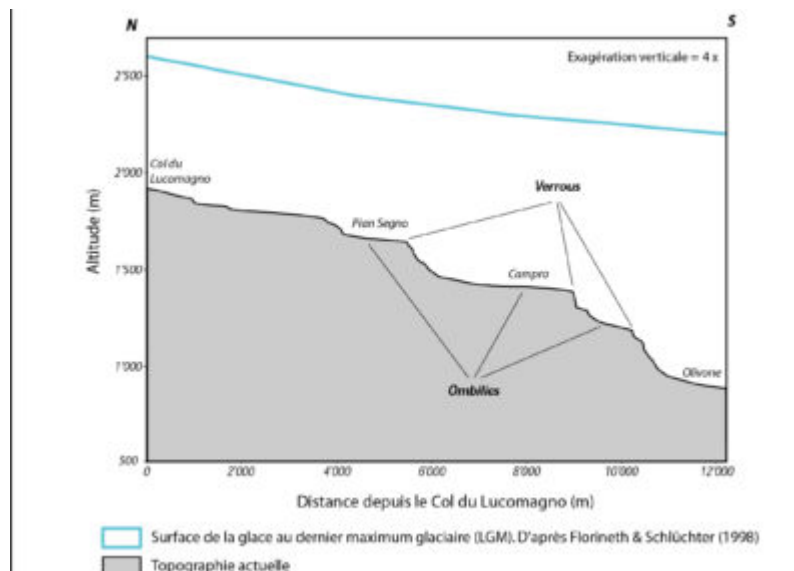


Fig. 5 – Profil longitudinal de la Valle Santa Maria (TI).

Fig. 5 – Profil longitudinal de la Valle Santa Maria (TI).



Fig. 6 – Exemple de lac d'ombilic, le lac de Ténéhet (Vallée de la Liène, VS).

Fig. 6 – Exemple de lac d'ombilic, le lac de Téné (Vallée de la Liène, VS).



Fig. 7 – Dos de baleine dans les environs de Finhaut (Vallée du Trient, VS).

Fig. 7 – Dos de baleine dans les environs de Finhaut (Vallée du Trient, VS).