



SUPPORT DE COURS

Environnement alpin
Cours d'introduction CAS

*Voyage géomorphologique dans la
région d'Orny*

*Chloé Barboux, géomorphologue
& accompagnatrice en montagne*

WE 9-10 juillet 2022

Introduction :

Tous les jours nous voyons, même inconsciemment, des éléments du paysage naturel. Mais comment ce dernier s'est-il mis en place ?

Du grec gê, terre, morphê, forme, logos, discours, la géomorphologie peut être définie comme la science qui décrit et explique les formes du relief terrestre. La géomorphologie comprend tous les processus susceptibles de modeler dynamiquement la surface de la terre, à travers l'action de l'eau (rivières, ruisseaux : domaine morphogénétique fluvatile, ou dissolution: domaine karstique), de la glace (glacier, permafrost: domaines glaciaire et périglaciaire), du vent (domaine éolien) ou encore sous l'influence de la gravité (p.ex. glissements, éboulements: domaine gravitaire).

L'objectif principal de l'analyse géomorphologique est de comprendre comment les formes du relief sont nées et comment elles ont évolué et évolueront au cours du temps. Nous verrons donc lors de ces deux journées comment décrypter les formes naturelles du paysage rencontrées dans la région Champex-Orny. Ce support de cours n'a pas pour but de résumer la théorie, mais bien de donner les différents points clés des formes découvertes sur le terrain. Toutes les références théoriques, ainsi que les images vues ensemble sur terrain, font principalement référence au site très complet www.geomorphologie-montagne.ch.

Note : les termes géologie et géomorphologie s'entremêlent parfois, nous ferons dans ce cours la distinction suivante : d'une façon très simplifiée, la géologie s'intéresse à la dynamique interne de la Terre, responsable de la formation du relief, alors que la géomorphologie se concentre principalement sur les processus de la dynamique externe agissant essentiellement sur la destruction du relief (érosion).

Situation

Le sentier que l'on emprunte pour se rendre à la cabane d'Orny depuis Champex fait partie du bassin hydrographique de la Dranse de Ferret qui s'étend de la frontière franco-italo-suisse jusqu'au village de Som-la-Proz, pour une superficie de 121,6 km². Ce bassin versant culmine à 3901 m à l'Aiguille d'Argentière. On y retrouve plusieurs glaciers, dont le glacier d'Orny. Il en résulte une différence au niveau de l'alimentation des cours d'eau, généralement des émissaires glaciaires et des torrents de régime nivo-pluvial. On trouve quelques plans d'eau naturels, comme les lacs paraglaciaires d'Orny, ainsi que le lac de Champex qui représente un cas quelque peu particulier. Arrivés à la cabane du Trient, un nouveau bassin versant s'ouvre à nous. Le plateau du glacier du Trient, entièrement suisse, se trouve dans la partie la plus septentrionale du massif du Mont-Blanc.

Cadre climatique

Les conditions climatiques influencent les processus géomorphologiques. Elles déterminent notamment la répartition des processus glaciaires ou périglaciaires sur les versants d'altitude : un climat humide est favorable à un abaissement de la ***ligne d'équilibre***¹ des glaciers et limite de ce fait l'extension du domaine périglaciaire vers le haut. Au contraire, un climat plus continental favorise les processus périglaciaires.

Précipitations

De manière générale, les reliefs jouent un rôle de barrage pour les perturbations et retiennent la majeure partie des précipitations ; ainsi, les hauts sommets qui bordent le périmètre (le massif du Mont-Blanc à l'Ouest et la crête principale des Alpes au Sud) arrêtent partiellement les perturbations venant de l'ouest et du sud, conférant à la région d'Entremont un climat continental de type alpin, avec une pluviosité assez faible et des amplitudes thermiques marquées.

Les perturbations se déplaçant le plus souvent d'Ouest en Est, la chaîne du Mont Blanc retient une bonne partie de l'humidité des masses d'air océaniques. Ainsi le versant Est est moins arrosé et la continentalité augmente dans cette direction. De plus, en raison de situations de barrage au sud des Alpes, la crête des Alpes est très

¹ <https://geomorphologie-montagne.ch/fiche-glacier-11/>

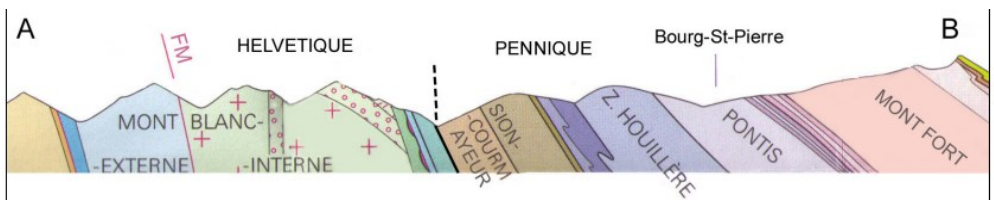
arrosée par d'importantes précipitations et le temps reste sec par effet de foehn sur le versant nord. Des situations de pénurie d'eau durant la saison estivale ont conduit à la construction d'un important réseau de bisses dans la vallée d'Entremont, désaffectés pour la plupart aujourd'hui.

Températures

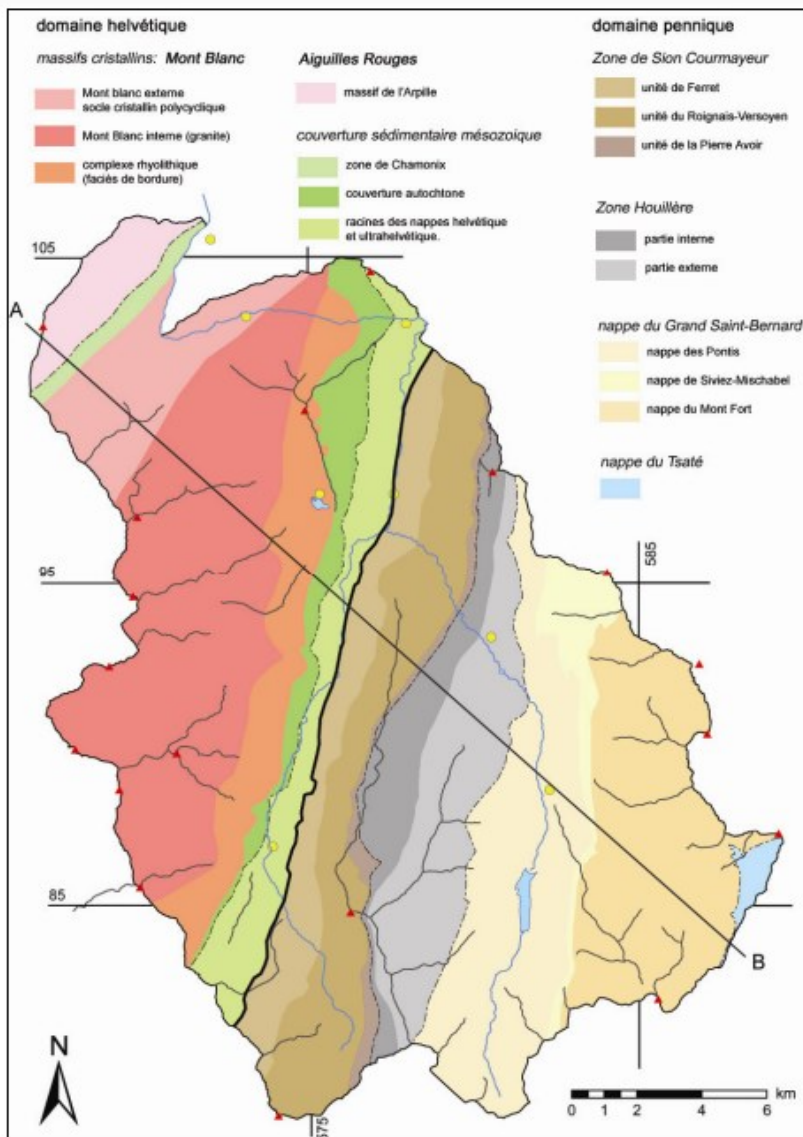
La température diminue avec l'altitude, selon un gradient moyen de $0,65\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Elle détermine la forme des précipitations : dans ce territoire montagneux, les chutes de neige constituent une part importante de l'alimentation. Ainsi, les parties supérieures du territoire, ne sont libres de neige que durant les mois estivaux (juin-octobre).

Cadre géologique : un paysage varié

Du sommet du télésiège de la Breya, à 2200 m, le panorama s'ouvre sur les vallées de Ferret et d'Entremont. Le Grand-Combin et le Mont-Vélan à sa droite, se dégagent immédiatement de ce paysage varié. Les formes des reliefs de la modeste chaîne du premier plan sont plus douces et moins marquées que celles du massif des Combins. En effet, les roches de ces deux chaînes proviennent de différentes unités tectoniques. Toutefois, ce sont les roches granitiques du massif du Mont-Blanc qui formeront le décor de notre randonnée. Nous observons une succession de différentes unités tectoniques (domaine helvétique à l'Ouest et le domaine pennique à l'Est). Il en résulte une géologie extrêmement diversifiée. Au niveau paysager, cela se traduit par de saisissants contrastes de structure entre les massifs du Mont Blanc, le chaînon séparant le val Ferret du val d'Entremont et le massif des Combins. L'axe des unités géologiques est globalement orienté NNE-SSW. Le val Ferret, qui suit cette même direction, a été creusé dans les roches tendres des racines helvétiques.



Coupe tectonique entre l'Arpille et les Aiguilles de Valsorey



Carte tectonique simplifiée de la région d'Entremont

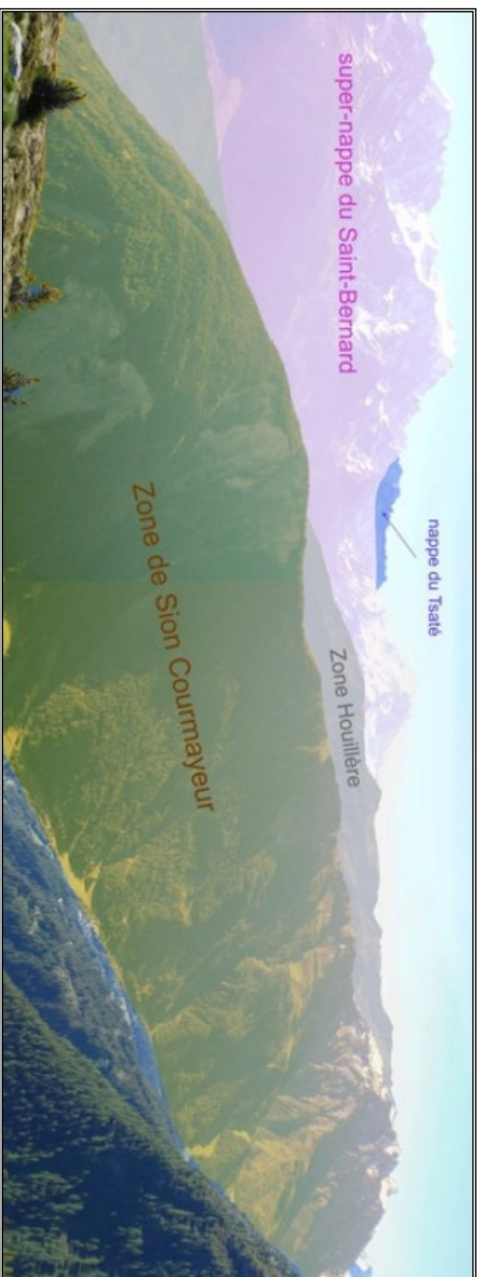


Figure 19 Panorama depuis la station supérieure du télésiège, en direction du sud-ouest. La chaîne de montagnes au premier plan est taillée dans les roches tendres de la zone de Sion-Courmayeur (des calcaires, des schistes et des calcschistes) et celles de la Zone Houillère, (schistes noirs et calcaires dolomitiques) ; les formes du paysage sont douces car l'érosion est prononcée dans cette lithologie. Les massifs du Grand Combin et du Mont-Vélan à l'arrière plan appartiennent à la super-nappe du Saint-Bernard, un ensemble de nappes formées principalement de gneiss et de quartzite, roches plus résistantes à l'érosion ; elles ont engendré des formes plus marquées. Tout au fond, les roches de la nappe du Tsaté sont les restes d'un océan aujourd'hui disparu. Le contraste paysager est saisissant !

Géomorphologie du côté d'Orny

L'érosion : sculpteur du paysage

L'érosion peut à la fois altérer, arracher, transporter et déposer.

La liste des agents responsables de l'érosion est relativement longue, les quatre principaux responsables des formes du paysage visible en milieu alpin sont les suivants :

- *La gravité* fait « tomber » les montagnes, et permet l'arrachement et le transport des sédiments vers l'aval.
- *L'eau* de pluie et des cours d'eau a un fort pouvoir érosif. Cette érosion se propage vers l'amont, on dit qu'elle est régressive.
- *La glace* des glaciers a un très fort pouvoir érosif, elle est rendue abrasive par l'inclusion de cailloux. On appelle l'érosion glaciaire une érosion progressive.
- *La gélifraction* est un processus d'érosion lié à l'alternance de gel et de dégel, qui entraîne un éclatement et une fragilisation des roches.

La résistance à l'érosion d'un relief va dépendre de la force de l'agent d'érosion, mais aussi de la structure géologique et de la résistance de la roche. Par exemple, les schistes sont très sensibles à l'érosion régressive par l'eau, contrairement aux grès, roches poreuses, qui favorisent l'infiltration de l'eau. Les calcaires sont quant à eux sensibles à la dissolution et, s'ils sont fracturés, à la gélifraction. Ces variations de la sensibilité à l'érosion sont regroupées sous le terme d'érosion différentielle.

Note : Pendant ces 2 jours, nous allons nous concentrer sur les processus glaciaires et périglaciaires typiques de cette région. L'action de l'eau - artiste paysagère qui a pourtant un rôle fondamental dans le façonnement des paysages - ne sera pas décrite ici en détail.

Lac de Champex

Champex est indissociable de son lac, dont le charme en a fait la réputation.

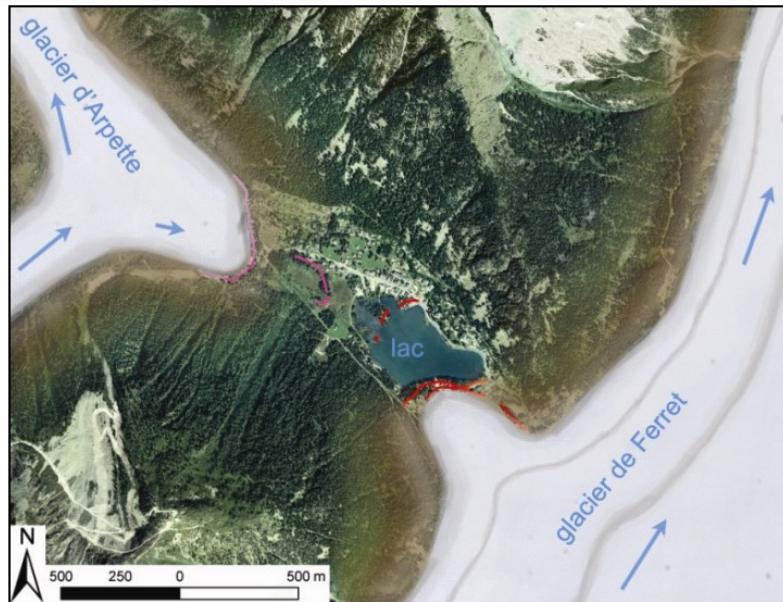
Il y a environ 27-22'000 ans a pris fin la dernière glaciation, qui avait vu les glaciers déborder des vallées alpines ; le glacier du Rhône s'étendait ainsi jusqu'à Soleure sur le plateau suisse. Le « col » et le vallon de Champex, entre Orsières et le Borgeaud, ont été creusés par le passage successif des glaciers. La dépression de Champex était ainsi recouverte, lors du **dernier maximum glaciaire**² (LGM), par plus de 700 mètres de glace, le glacier de Ferret diffuant entre le Catogne et la Brea.

Entre 20'000 et 10'000 ans (période **tardiglaciaire**²), les glaciers se sont retirés par étapes à l'intérieur des vallées alpines, durant laquelle les glaciers ont formé la cuvette du lac de Champex. Deux forages d'environ 3,5 mètres ont été effectués dans la tourbe du marais à proximité du lac, afin d'analyser les pollens qui y sont incorporés. Les résultats obtenus renseignent sur l'évolution des espèces végétales dans la région de Champex et délivrent des informations sur le climat des 10'000 dernières années (la période **Holocène**³). Le profil pollinique indique que le site a été définitivement libre de glace à partir du Dryas ancien ~14-13'000 BP. Au sud-est, le glacier de Ferret a déposé une **moraine**⁴ latérale gauche alors qu'il bordait cette dépression, à l'altitude de 1480 m environ. Au nord-ouest, c'est le glacier d'Arpette qui est venu limiter la dépression ; un lobe de ce dernier s'est avancé vers la dépression de Champex, alors que la masse principale s'écoulait en direction du Borgeaud. Cette moraine, en limitant la cuvette de ce côté, a en même temps empêché l'alimentation en eau depuis le val d'Arpette une fois le glacier retiré dans son vallon.

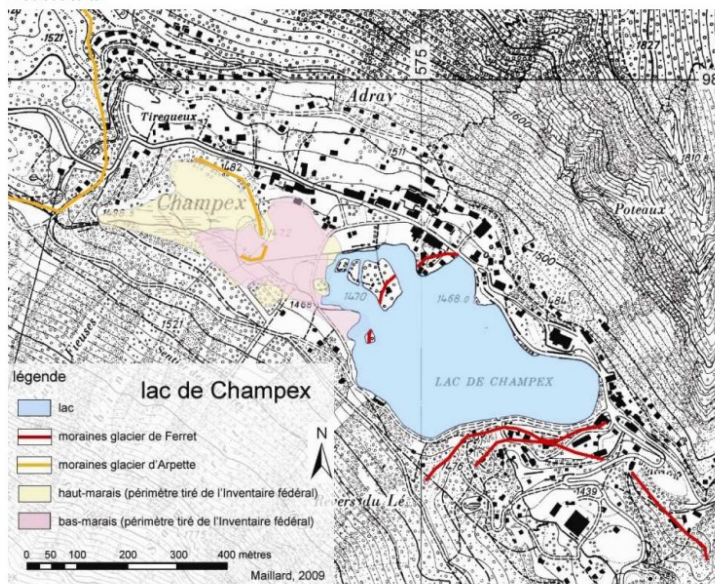
² <https://geomorphologie-montagne.ch/le-pleistocene-de-2-4-ma-a-10000-bp/>

³ <https://geomorphologie-montagne.ch/lholocene-de-10000-bp-a-aujourd'hui/>

⁴ <https://geomorphologie-montagne.ch/les-depots-glaciaires/>



Extrait de carte



http://mesoscaphie.unil.ch/geotopes/extraits_cartes/bmaillard/lac_champex.JPG

Depuis plus d'un siècle, le lac est alimenté artificiellement par une dérivation du Durnand d'Arpette, à l'altitude de 1580 m. Ce « bisse d'Arpette » alimente le lac par deux embouchures. A l'état naturel, le lac serait un « simple marécage » avec une alimentation limitée aux eaux météoriques et aux écoulements temporaires drainant le Catogne ou La Brea. En effet, la moraine du glacier d'Arpette, en venant barrer la dépression au nord-ouest, a en même temps empêché l'alimentation naturelle du lac par les eaux du Durnand d'Arpette.

Long d'environ 600 mètres pour une largeur maximale de 300 mètres, sa profondeur n'excède pas 4 à 5 mètres. Le trop-plein s'écoule du côté est, où le cordon morainique est moins élevé, en direction de Som-la-Proz. Aujourd'hui, c'est au travers d'une conduite que l'eau quitte le lac, avant de reparaître au jour à l'aval.

Le Catogne

Le Catogne qui se dresse en face de nous forme un petit massif à lui tout seul. Il s'agit d'un formidable point de vue qui offre des panoramas dégagés de toutes parts. Géologiquement, le Catogne fait partie du massif du Mont Blanc interne. Ce sommet granitique a été isolé du reste du massif par le passage des glaciers durant le Quaternaire. La *trimline*⁵, qui se reconnaît par la présence de blocs erratiques sur des épaulements, aux environs de 2300 m, atteste du passage du glacier de Ferret entre le Catogne et la Brea. Le Catogne formait donc un nunatak lors du LGM, émergeant des glaces de 300 m environ. Au-dessous de cette limite, ce sont les processus glaciaires qui ont modelé le versant, alors qu'au-dessus les processus périglaciaires dominent, notamment avec le gel-dégel, qui a *gélifracté*⁶ le rocher. Sa forme pyramidale lui confère la réputation de volcan. Ce qui pourrait ressembler de loin à un cratère sommital est en fait une arête sommitale orientée NNW-SSE avec plusieurs pointes dépassant les 2500 m ; le point culminant est la « pointe Gerbo » (non nommée sur la carte nationale) à 2598 m. Sommet atypique, le Catogne frappe également par la raideur de ses versants. Plusieurs petits reliefs s'individualisent sur le flanc est, au-dessus d'Orsières (la « Lex Blanche », 2190 m) et de Sembrancher (« la Dent », 1640 m et « la Rape », 1212 m) ; et se distinguent par leur couleur claire et leur structure différentes du reste du massif. Ceux-ci font

⁵ La trimline, altitude maximale atteinte par les glaces lors du LGM <https://geomorphologie-montagne.ch/glaciers/processus-et-formes-derosion-glaciaires/>

⁶ <https://geomorphologie-montagne.ch/2-3-la-gelifraction/>

partie de la mince couverture autochtone du massif du Mont Blanc. Cette couverture représente les sédiments déposés sur le socle helvétique suite à l'ouverture du bassin thétysien. Ces roches claires sont des calcaires compacts déposés il y a 150Ma. Leur résistance à l'érosion a permis la formation de ces reliefs acérés. Ces sédiments déposés dans l'eau à l'horizontale se retrouvent aujourd'hui inclinés sur le flanc d'une montagne.

Plaine alluviale du Plan de l'Arche

En rejoignant la combe d'Orny, nous pénétrons dans la jolie ***plaine alluviale***⁷ du Plan de l'Arche, limitée en aval par un verrou glaciaire. Des sédiments déposés anciennement par le glacier d'Orny y sont remaniés principalement par les eaux de fonte de la neige.



⁷ <https://geomorphologie-montagne.ch/les-depots-fluvio-glaciaires/>

Cordons morainiques du Petit Age Glaciaire

Vers 2600m, nous pouvons observer les **cordons morainiques**⁸ déposés par le glacier d'Orny durant le **Petit Age Glaciaire**⁹ (PAG), période de crue glaciaire qui s'est étalée entre 1350 et 1850 environ, à la faveur de conditions climatiques plus rudes. Les quatre crêtes parallèles représentent autant de positions dans lesquelles le glacier d'Orny est resté stable et a constitué ces amas morainiques. Nous dominons le glacier d'environ 60 m, ce qui dénote bien la perte de surface et surtout de volume de glace depuis la fin du PAG.



Sandur du glacier d'Orny

Depuis le cordon morainique interne (le plus récent donc), on domine directement le **sandur**¹⁰ du glacier d'Orny : cette zone plane devant le front du glacier, appelée sandur, est sans cesse remodelée par les eaux de fonte du glacier, ce qui lui confère un aspect caractéristique ; les débits du torrent glaciaire varient fortement chaque jour et selon la saison, modifiant constamment les chenaux d'écoulement.

⁸ <https://geomorphologie-montagne.ch/les-depots-glaciaires/>

⁹ <https://geomorphologie-montagne.ch/le-petit-age-glaciaire-et-le-rechauffement-recent-du-climat/>

¹⁰ <https://geomorphologie-montagne.ch/les-depots-fluvio-glaciaires/>



Lacs paraglaciaires d'Orny

Deux petits *lacs paraglaciaires*¹¹ se sont formés en rive gauche du glacier d'Orny. La moraine latérale vient s'appuyer en deux points contre des rognons rocheux et les écoulements des petits cirques du versant s'accumulent derrière ces retenues.



La moraine latérale gauche du glacier d'Orny barre l'écoulement des eaux qui drainent le versant sud des Aiguilles d'Arpette. Ce versant est formé de deux petits cirques tapissés d'éboulis, où des névés subsistent jusque dans l'été, en raison de

¹¹ <https://geomorphologie-montagne.ch/les-depots-glacio-lacustres/>

l'altitude élevée. Comme le cordon morainique s'appuie contre les affleurements rocheux qui délimitent ces deux cirques en aval, les eaux s'accumulent derrière ces barrages morainiques. Il en résulte deux petits lacs paraglaciers, l'un à 2684 m et l'autre à 2811 m, à proximité de la cabane d'Orny. Au niveau du lac supérieur, on n'observe qu'une seule crête morainique qui représente certainement le maximum du Petit Age Glaciaire. Elle domine aujourd'hui le glacier d'environ 60 m. Le glacier a donc subi une perte de volume importante, alors que sa surface n'a que peu diminué. On reconnaît clairement un autre niveau morainique accrété à mi-hauteur de ce cordon. La cabane d'Orny, de la section Diablerets du Club Alpin Suisse, a été bâtie sur l'affleurement rocheux qui barre les eaux en aval. Au niveau du lac inférieur, on distingue quatre crêtes parallèles, qui résultent d'autant de positions stables du glacier depuis la fin du Petit Age Glaciaire. Le lac est barré par la crête la plus externe, qui délimite l'extension maximale du glacier à cette période. L'ancienne cabane d'Orny avait été construite à proximité du lac inférieur. Ces deux lacs ont certainement joué un rôle important pour déterminer le site de ces refuges de montagne.

Les écoulements de ces deux petits cirques, où l'on ne trouve aujourd'hui plus de névé, viennent remplir les cuvettes délimitées par les cordons morainiques du glacier d'Orny. Un pergélisol est également possible dans ces sédiments meubles, où l'on peut observer de petites formes de *gélifluxion*¹². L'alimentation se fait par l'eau de fonte des taches de neige (non pérennes) et par les eaux de pluie météoriques. Le niveau des lacs varie ainsi au cours de l'année selon les apports. Ainsi, en automne (photographie ci-dessus), le niveau du lac supérieur peut être abaissé de plus de quatre mètres par rapport à son niveau estival. Le lac inférieur semble connaître des variations moindres. Ces deux lacs n'ont d'exutoire que lorsque les apports en eau sont suffisants pour qu'ils atteignent le niveau des barrages morainiques.

Petit clocher du Portalet

Le petit Clocher du Portalet (2823m), situé en rive gauche du val Ferret, est un sommet taillé dans la protogine du massif du Mont Blanc. Trois de ses faces présentent des escarpements verticaux, voire surplombants, sur plus de deux cents

¹² <https://geomorphologie-montagne.ch/2-5-solifluxion-et-gelifluxion/>

mètres de dénivellation. Ces caractéristiques remarquables compensent parfaitement l'altitude inférieure par rapport aux sommets environnants. Cette aiguille est le produit de l'érosion, qui débite des pans entiers de ces roches granitiques le long de fissures. Les granites de ce socle helvétique ont été soulevés par l'orogénèse alpine. Le développement de la roche se fait donc de manière verticale. Les roches cristallines sont assez homogènes et résistent bien à l'érosion. Dans les régions de montagne comme le massif du Mont Blanc, celle-ci fait toutefois son œuvre dans cette lithologie en débitant la roche le long de nombreuses fractures créées par les contraintes tectoniques et le refroidissement du magma. L'agent morphogénétique principal est la **gélifraction**⁵, qui exerce par l'alternance entre le gel et dégel de l'eau dans les fissures une pression considérable. Comme le granite est ici d'excellente qualité, qu'il n'est pas excessivement fracturé, l'érosion a permis d'individualiser des parois verticales de plusieurs centaines de mètres de hauteur. Cette morphologie en aiguille est typique d'un massif montagneux granitique. L'érosion se poursuit actuellement dans ces parois. La limite du **permafrost continu**¹³ dans les parois rocheuses se situe certainement plus haut que le petit Clocher du Portalet, mais il est possible que l'on y trouve du **permafrost discontinu**. Celui-ci limite les alternances de gel-dégel dans les fissures et contribue à les cimenter. Sa **dégradation**¹⁴ pourrait être un facteur accélérant l'érosion d'une telle paroi, comme cela a notamment été le cas aux Aiguilles des Drus (même massif, même lithologie) durant l'été 2003 avec l'effondrement du pilier Bonatti.



¹³ <https://geomorphologie-montagne.ch/repartition-spatiale-du-pergelisol-alpin/>

¹⁴ <https://geomorphologie-montagne.ch/caracteristiques-des-parois-rocheuses-de-haute-montagne/> <https://geomorphologie-montagne.ch/3-2-geomorphologie-des-mouvements-gravitaires-lies-aux-parois-rocheuses/>

Face nord du Portalet

La face nord du Portalet semble avoir perdu sa *paroi glacière*¹⁵ dans la dernière partie du XX^e siècle. Aujourd'hui, la paroi rocheuse n'est plus protégée par de la glace. Les conditions à la surface et sous la surface de la roche changent drastiquement : le régime thermique est directement lié à l'ensoleillement et la température de l'air extérieur. Du *permafrost*¹⁶ y est certainement présent et une *couche active*¹⁷ peut alors se développer. La roche fracturée, n'étant plus protégée des actions de l'érosion mécanique et thermique par la glace, dégele provoquant d'incessantes chutes de pierres qui viennent s'amonceler sur la rive droite du glacier d'Orny.

**Glaciers de paroi:
la face nord du Portalet, 1920**



¹⁵ <https://geomorphologie-montagne.ch/fiche-glacier-15/>

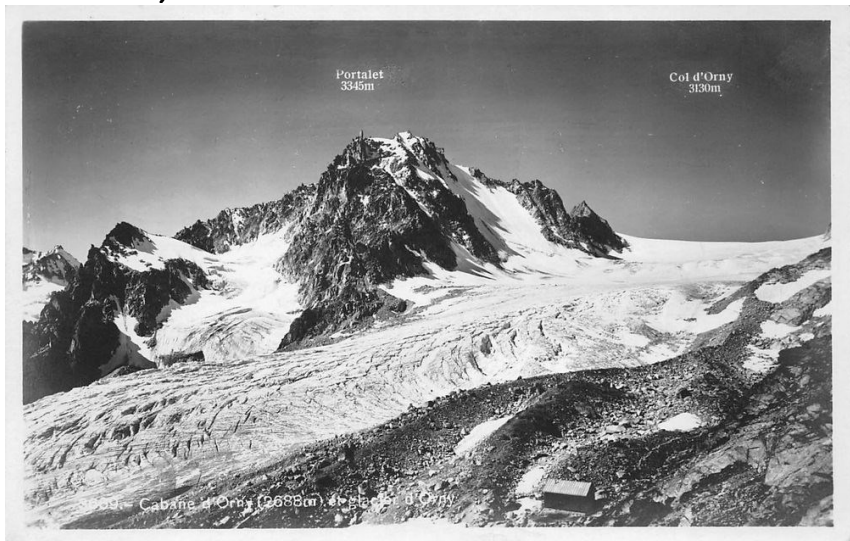
¹⁶ Généralités permafrost: <https://geomorphologie-montagne.ch/pergelisol/generalites-sur-le-pergelisol/> en paroi rocheuse <https://geomorphologie-montagne.ch/pergelisol/pergelisol-des-parois-rocheuses/> et évolution <https://geomorphologie-montagne.ch/3-7-evolution-des-parois-glaciaires-et-des-glaciers-de-parois/>

¹⁷ <https://geomorphologie-montagne.ch/1-1-le-domaine-periglaciaire-et-le-pergelisol/>

Face nord du Portalet, août 2005



Glaciers d'Orny et du Trient



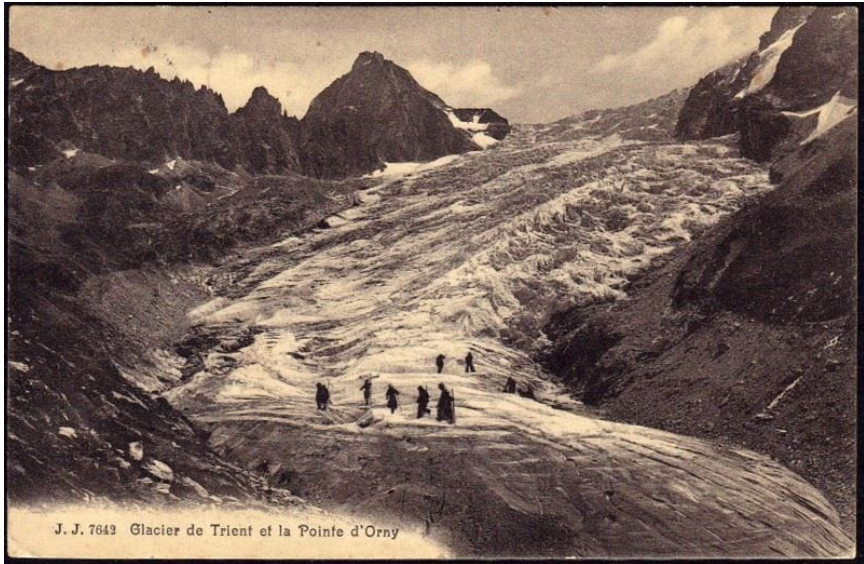
Glacier d'Orny 1931



Glacier du Trient 1891



Glacier du Trient 2010



Glacier du Trient 1908

Le **glacier**¹⁸ du Trient est un vaste plateau d'altitude entouré de pointes et d'aiguilles granitiques. Il s'agit du plus septentrional des glaciers du massif du Mont-Blanc. Une surface englacée de 5km² culminant à plus de 3200m d'altitude, qui descend en légère pente en direction du nord et déborde vers l'aval à deux endroits. À l'Est, le glacier prend le nom d'Orny et s'écoule tranquillement au pied des parois du Portalet. Au nord la glace du Trient est projetée dans une pente rocheuse abrupte et perd rapidement de l'altitude. À cause de cette rupture de pente, la glace est fracturée et découpée en gros blocs – les **séracs**¹⁹ – qui rendent la surface du glacier très irrégulière et dangereuse pour les alpinistes.

Grace à son orientation favorable plein nord, la langue du glacier du Trient, protégée du soleil par l'ombre des sommets, descend jusqu'à l'altitude relativement basse de 2200m (en 2021). Toutefois, personne n'ignore le sort des glaciers alpins²⁰, qui perdent du terrain chaque été. En 1876 (à la fin du PAG), lorsqu'Eugène-

¹⁸ Généralités sur les glaciers : <https://geomorphologie-montagne.ch/glaciers/generalites-sur-les-glaciers/>

¹⁹ <https://geomorphologie-montagne.ch/fiche-glacier-14/>

²⁰ Projections futures: <https://geomorphologie-montagne.ch/glaciers-et-rechauffement-climatique-projections-futures/>

Viollet-le-Duc rédigeait ses observations sur le glacier, la langue du glacier descendait jusque 1580m et s'arrêtait seulement à quelques mètres de la buvette en contrebas. On craignait alors qu'il ne détruise les chalets d'alpage situés à l'aval. Le front du glacier avait une forme de patte d'ours imposante ; rien à voir avec les maigres lambeaux de glace qui forment son front aujourd'hui. Les matériaux transportés par le glacier à l'époque, un mélange de gros blocs, de cailloux et de sable, ont été déposés sur ses flancs. Leur accumulation a formé une crête allongée, la moraine latérale, en partie recouverte de forêt.

Depuis lors, le glacier a reculé²¹, mais pas régulièrement. Très sensible aux légères variations de température et aux quantités de pluie et de neige qu'il reçoit, il a oscillé entre des phases de recul et de petites avancées. La période de 1960 à 1985 marque d'ailleurs une pause importante dans l'inéluctable retrait : 25 années consécutives où le glacier a progressé ! Mais à partir des années 1990, il a fondu très rapidement, a perdu une centaine de mètres de longueur et se trouve aujourd'hui retranché sur le raide versant, suspendu dans les rochers libres de glace.

²¹ Voyage dans le temps <https://s.geo.admin.ch/98acaef470> , Glamos : <https://www.glamos.ch/fr/factsheet#/B90-02>

Conclusion

Nous avons vu lors de ces deux journées comment décrypter les formes du relief, ainsi que leur évolution passée et présente. Et qu'en sera-t'il demain ? Les pronostics sont assez clairs²²...

Sous l'effet du réchauffement climatique l'environnement alpin change. Les rapports qu'entretiennent les sociétés²³ avec les glaciers vont eux aussi changer en fonction de la rapidité et de l'intensité des changements des environnements glaciaires. La tendance générale du recul des glaciers alpins n'est pas sans conséquences sur le paysage et la pratique du tourisme²⁴. Tout comme la dégradation du pergélisol et l'instabilité croissante des parois rocheuses de haute montagne²⁵ ; le recul des glaciers pourrait engendrer un nombre croissant de risques majeurs associés²⁶. Ainsi, ces changements augmentent les risques environnementaux, mais entraînent aussi quelques effets positifs²⁷ 😊

²² Scénarios climatiques pour la Suisse : <https://www.nccs.admin.ch/nccs/fr/home/changement-climatique-et-impacts/scenarios-climatiques-suisse.html>

²³ <https://geomorphologie-montagne.ch/glaciers-et-societes-alpines/>

²⁴ <https://geomorphologie-montagne.ch/glaciers-et-tourisme-les-protagonistes-des-paysages-alpins/>

²⁵ <https://geomorphologie-montagne.ch/3-5-degradation-du-pergelisol-en-parois-rocheuses/>

²⁶ <https://geomorphologie-montagne.ch/glaciers/risques-glaciologiques-majeurs/>

²⁷ <https://geomorphologie-montagne.ch/4-8-consequences-du-rechauffement-climatique-sur-lenvironnement-alpin/>

Références

- Livres :
 - o Les glaciers, la nature dans les Alpes, A. Zryd (2002)
 - o Glacier, mémoire de la planète. S Coutterand (2009)
 - o Glaciers, passé présent du Rhône au Mont Blanc. A Zryd, H. Dumoulin, N. Crispini (2010)
 - o Géologie et paysages, initiation à la géomorphologie, François Michel, Delachaux (2022)
 - o Patrimoine naturelle de la Suisse, les paysages sites et monuments naturels de la Suisse. R Beutler et A Gerth (2015)
 - o Lignes de crêtes – Promenade littéraires en montagne. Les Editions Noir sur Blanc (2021)
- Publication :
 - o Inventaire des géomorphosites des vallées d'Entremont et de Ferret – Proposition de valorisation. Benoît Maillard, 2009, maîtrise universitaire ès sciences en géographie, Université de Lausanne..
- Siteweb :
 - o Géomorphologie de la montagne froide. Site web : geomorphologie-montagne.ch
 - o Glaciers monitoring Switzerland (Glamos) : <https://www.glamos.ch/fr>
 - o Swiss Permafrost Monitoring Network (PERMOS) : www.permos.ch
 - o Plateforme cartographique : map.geo.admin.ch
 - Dernier maximum glaciaire : Dernier max. glaciaire (carte) 500
 - Archives images aériennes : SWISSIMAGE Voyage dans le temps
 - o Académie des sciences naturelles (SCNAT) – focus neige, glaciers et pergélisol : <https://sciencesnaturelles.ch/snow-glaciers-permafrost-explained/>
- Modélisations glaciaires :
 - o Retrait du glacier d'Aletsch : <https://www.youtube.com/watch?v=W2o7glLGPzg>
 - o Avancée et retrait des glaciers alpins durante la dernière période glaciaire (J. Seguinot, ETHZ) : <https://vimeo.com/296817182>