

les glaciers enterrés du vallon des Jovet



Figure 1 : Perplexité de l'auteur, perdu au milieu d'un inextricable chaos rocheux de blocs de gneiss (site de l'Enclave)

Au cours de l'été 2009, le travail de terrain et la ténacité d'un étudiant de l'Université de Lausanne ont permis une découverte étonnante sur le territoire de la réserve Naturelle des Contamines-Montjoie, dans le secteur minéral dominant les lacs Jovet, au sud du massif du Mont-Blanc.

Prospections

Le 20 Août 2009 et le 15 Juillet 2010, trois amis empruntent la sente qui s'élève au sud du grand lac Jovet. Très peu fréquenté, cet itinéraire à flanc de versant permet de rejoindre un des secteurs les plus sauvages de la Réserve Naturelle des Contamines Montjoie, le chaos rocheux et les rares pâturages des Rebanets Chassots (figure 4 ; le terme de Rebanets désigne de très hauts pâturages situés près des crêtes d'après Suter, 2009). Cet épaulement, où les pentes diminuent entre 2 250 et 2 550 m, surmonte la dépression de Plan Jovet d'un ressaut d'environ 300 m. À l'amont, l'arête des Fours-Enclave découpe l'horizon entre 2 651 et 2 892 m (en partie sur la figure 4).

Figure 2 : Perplexité d'un bouquetin devant cette équipe qui déplace des blocs



Le jeudi 20 août 2009, arrivé sur l'épaulement, le petit groupe prend la direction du cirque¹ de l'Enclave-Bellaval au nord-est et remonte difficilement sur l'accumulation sédimentaire² qui l'occupe. L'instabilité des blocs intégrés dans des éléments plus fins, la pente supérieure à 30° sur 70 m de haut en rendent l'accès délicat. Vers l'amont, la pente diminue sous la forme d'un champ de blocs de 250 m de long pour 200 m de large (figure 1). Le groupe gagne la partie centrale de ce secteur et commence à excaver manuellement les blocs sous la surveillance étonnée d'un troupeau de bouquetins (figure 2). Les blocs, de plus en plus petits en profondeur sont déplacés un à un, près de 60 cm sous terre, de la glace vive apparaît, massive et claire (figure 3).

Le jeudi 15 juillet 2010, dépassant le brouillard matinal accumulé dans la dépression des lacs Jovet, le groupe progresse en direction des accumulations sédimentaires situées à l'ouest du Col des Tufs. L'accès est relativement aisé à travers le chaos rocheux, et les pentes les plus raides, hautes d'une centaine de mètres, sont contournées par l'amont. De nouveau, un champ de blocs marque une rupture de pente avec un secteur plat de 300 m de long sur 150 m de large. Les nombreuses excavations manuelles (jusqu'à 80 cm) effectuées à différents endroits de ce secteur ne révèlent cette fois pas de glace.

Les deux amis qui m'accompagnaient lors de ces prospections sont les deux personnes avec lesquelles je partage la plupart de mes activités en montagne. Mes études en géographie alpine y ont ajouté une humble volonté de la comprendre. La glace souterraine que nous cherchions là-haut devait appuyer une hypothèse sur l'héritage glaciaire particulier du vallon des lacs Jovet. Cette hypothèse est née d'une première interprétation de la géomorphologie³ de la Réserve Naturelle des Contamines-Montjoie.



Figure 3 : Après avoir excavé les gros blocs en surface, les sédiments sont de plus en plus petits à mesure que l'on creuse. Ils deviennent bientôt frais et humides et révèlent enfin leur secret : ils cachent de la glace vive (au centre et à gauche)

Figure 4 : Carte de la haute vallée du Bon Nant. Remarquer en violet les formations sédimentaires originales, objet de cet article

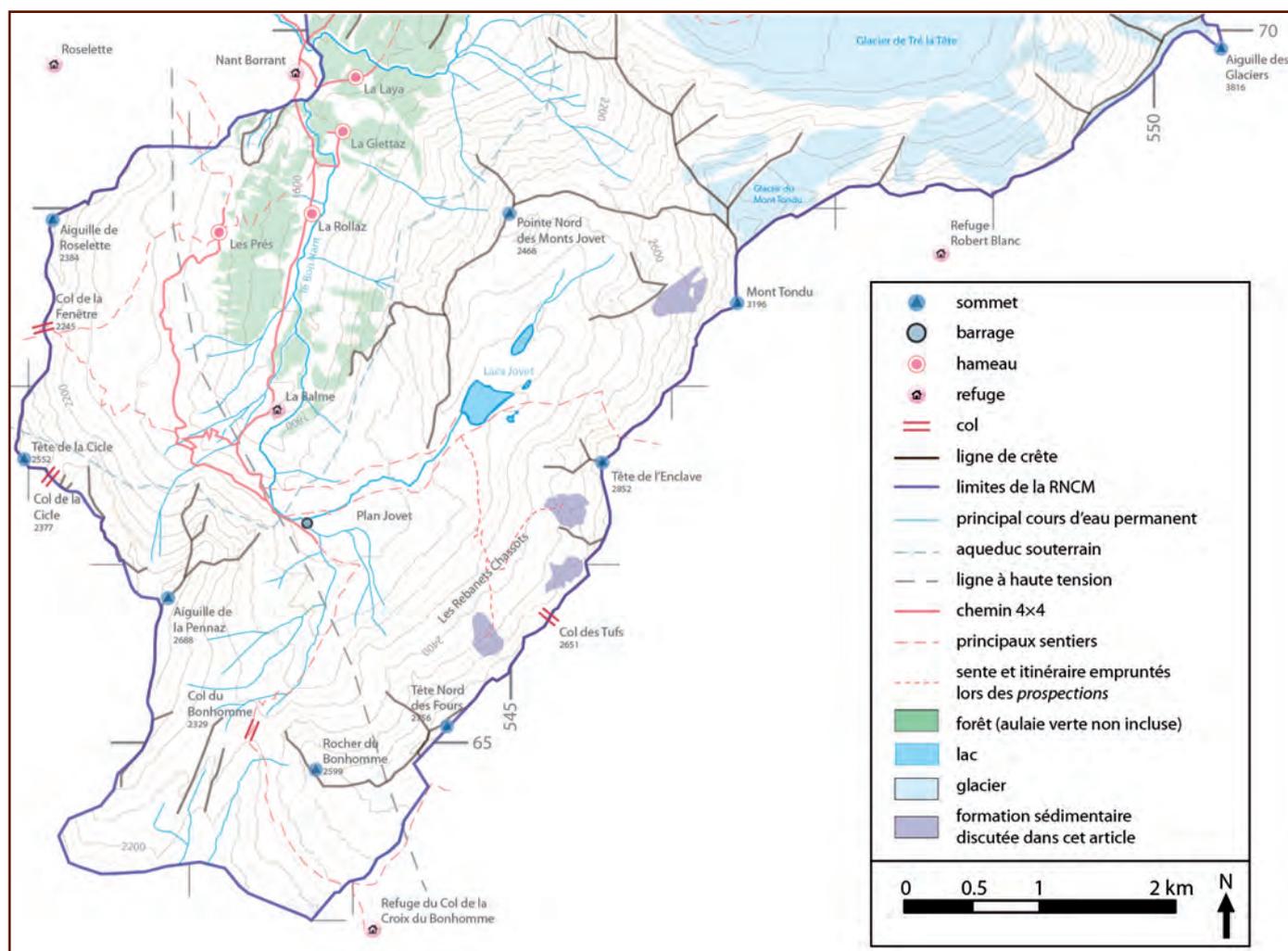




Figure 5 : Le secteur sud-ouest des Rebanets Chassots. Une langue de blocs occupe le centre de la photographie, dominée par la Tête Nord des Fours (2 756 m)

J'ai consacré à ce sujet mon mémoire de recherche (Bosson, 2010 et Bosson & Reynard, 2012) et quelques mois de ma vie entre l'automne 2008 et l'été 2010. Cet article s'intéresse à cet héritage glaciaire localement atypique et s'inspire de quelques-uns des résultats de mon mémoire.

Des langues de blocs

Ces deux levés de terrain avaient donc pour but d'étudier et de cartographier le secteur des Rebanets Chassots et plus précisément les deux formes que nous appellerons dans un premier temps la langue de l'Enclave et la langue des Rebanets Chassots (figure 5). Ces formes se distinguent en effet dans le paysage par leur aspect massif d'accumulations sédimentaires peu pentues, cernées à l'aval par une forte rupture de pente de plusieurs dizaines de mètres de hauteur (voir détail figure 6). Cette rupture de pente, dont la forme générale dessine une langue ou un lobe, est composée d'éléments fins et de quelques gros blocs en surface.

La langue de l'Enclave occupe le petit cirque de l'Enclave-Bellaval, orienté ouest - nord-ouest. Dominée par des parois abruptes de gneiss⁴, la partie centrale, d'environ 7 ha, est peu pentue mais admet quelques irrégularités entre 2 500 et 2 650 m. La surface est recouverte de blocs anguleux de taille importante (plusieurs décimètres à quelques mètres, figure 1) provenant de la désagrégation des parois dominantes. Enfin, cette langue domine d'autres accumulations sédimentaires au nord. On y retrouve

des petits lobes, des bombements et des alternances de rides et sillons.

La langue des Rebanets Chassots présente des caractéristiques relativement similaires. Elle prend toutefois racine dans un cirque moins défini et s'oriente au nord - nord-ouest. La surface centrale est comprise entre 2 400 et 2 550 m et revêt également la forme d'un champ de blocs sur environ 8 ha. En revanche, ce secteur marque une dépression d'environ 5 m par rapport aux contours de la langue. La partie centrale semble ainsi s'enfoncer à l'intérieur de ces limites aval, phénomène également visible sur la langue de l'Enclave (figure 6). Le terrain sédimentaire aval et latéral de la langue est lui aussi vallonné par de nombreuses autres petites langues, des rides et des sillons (figure 5).

La morphologie massive, bien définie et la taille importante des langues de l'Enclave et des Rebanets Chassots ressort donc dans le paysage de la haute vallée du Bon Nant. Ces formes régulières, qui prennent naissance dans des cirques, contrastent avec la complexité de la surface des Rebanets Chassots. En effet, quelques affleurements rocheux de gneiss et de multiples petits sillons, rides et bourrelets rendent la surface tourmentée (figures 5 et 7, voir par exemple sous le col des Tufs). Ces petites irrégularités sédimentaires occupent des secteurs à pente variable et sont bien souvent dépourvues de parois dominantes. La disparité des formes locales est donc frappante, tant sur le terrain que sur les photographies aériennes, et il paraît légitime de s'interroger sur leurs origines respectives. Quel processus géomorphologique est-il à l'origine des langues de l'Enclave et des Rebanets Chassots ? Le même processus a-t-il généré les autres petites formes irrégulières ?

Glaciers, glaciers noirs et glaciers rocheux

Avant d'apporter quelques éléments de réponse, il est nécessaire de faire une distinction entre les deux principaux types de processus qui régissent la géomorphologie dans les climats froids : les processus glaciaires et périglaciaires. Ces processus sont actifs sur de grands espaces, principalement dans les secteurs de haute altitude (montagnes) et de hautes latitudes (régions arctiques et antarctiques).

Leur répartition respective dépend principalement de l'humidité et du climat. Dans les Alpes par exemple,



Figure 6 : La petite crête qui forme le contour de la langue de l'Enclave. La pente est forte et régulière vers la droite (ressaut cernant la langue) tandis que la partie gauche (partie plane centrale de la langue) est abaissée de quelques mètres par rapport à la crête

³ science dont l'objet d'étude est le relief terrestre.

⁴ roche métamorphique cristalline qui compose la terminaison sud du Massif du Mont-Blanc.

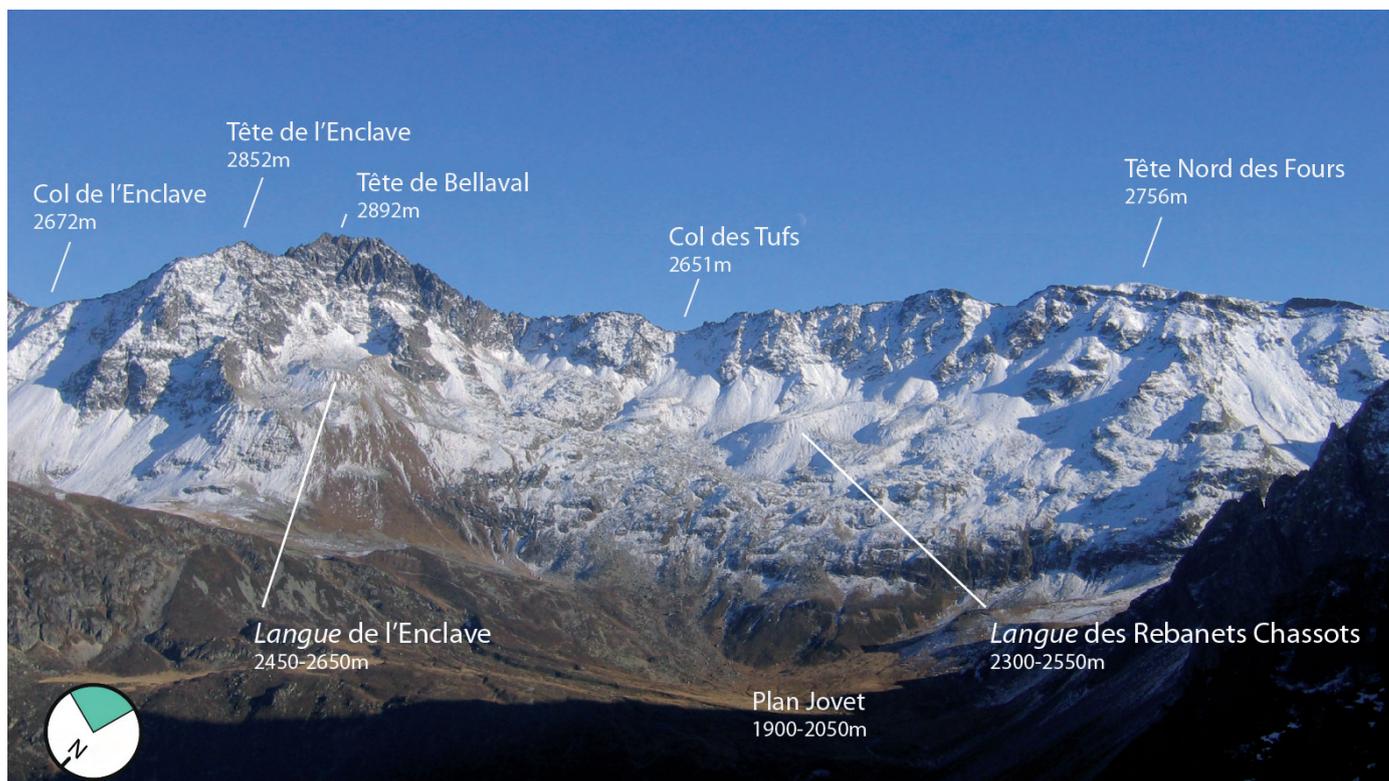


Figure 7 : Le secteur des Rebanets-Chassots depuis le Plan de la Fenêtre

les formes glaciaires dominent les secteurs humides (le Massif du Mont-Blanc) tandis que les climats d'abri des vallées centrales (Maurienne, Valais) favorisent le développement des formes périglaciaires. Toutefois, il est fréquent que des formes périglaciaires et glaciaires soient voisines (voir par exemple la figure 8).

■ les processus glaciaires

Ces processus (érosion, transfert et dépôt de sédiments) caractérisent les secteurs froids et humides. La neige, abondante, est transformée en glace par densification progressive (glace sédimentaire) dans des zones d'accumulation. Les glaciers y prennent origine et s'écoulent ensuite vers l'aval par gravité. Lors de ce déplacement, le glacier va transférer une charge sédimentaire d'origine glaciaire (matériel érodé par le glacier) ou non (par exemple des blocs tombés sur le glacier). La partie terminale d'un glacier est appelée zone d'ablation. La fonte de la glace y est prépondérante et les moraines y sont déposées. La ligne d'équilibre glaciaire ou limite des neiges persistantes, qui correspond globalement à l'isotherme 0°C, sépare la zone d'accumulation de la zone d'ablation. Parfois, un glacier peut avoir une couverture morainique très importante, en particulier s'il n'a pas une dynamique assez importante pour évacuer sa charge sédimentaire vers l'aval. On parle alors de glacier noir (voir la figure 8). Le mouvement de la glace sédimentaire est le principal

agent morphogénétique⁵ de ces processus.

■ les processus périglaciaires

Ces processus (érosion, transfert et dépôt de sédiments) caractérisent les secteurs froids et relativement secs. L'absence de précipitations neigeuses abondantes ou l'absence de zones d'accumulation, par exemple sur une paroi rocheuse, empêche la formation de glace sédimentaire. Les secteurs concernés sont donc soumis directement aux conditions atmosphériques. Dans les Alpes, on trouve globalement les conditions froides du domaine périglaciaire au dessus de la limite supérieure de la forêt. En aval, ce domaine est caractérisé par l'importance du cycle gel/dégel (augmentation de la pression interstitielle puis décompression entraînant la gélifraction), ce qui se traduit par l'érosion progressive de la roche. Dans les secteurs plus froids, le sol et/ou la roche est gelé toute l'année : on parle alors de pergélisol ou de permafrost. La présence de glace n'est donc pas nécessaire à l'existence d'un pergélisol car c'est un état thermique. Quand la glace est présente dans les interstices (fissures dans la roche, vides entre les blocs d'une accumulation sédimentaire) son origine est liée à la congélation de l'eau (glace de congélation). Lorsque les interstices d'une accumulation sédimentaire sont saturés en glace, le

⁵ qui génère le relief

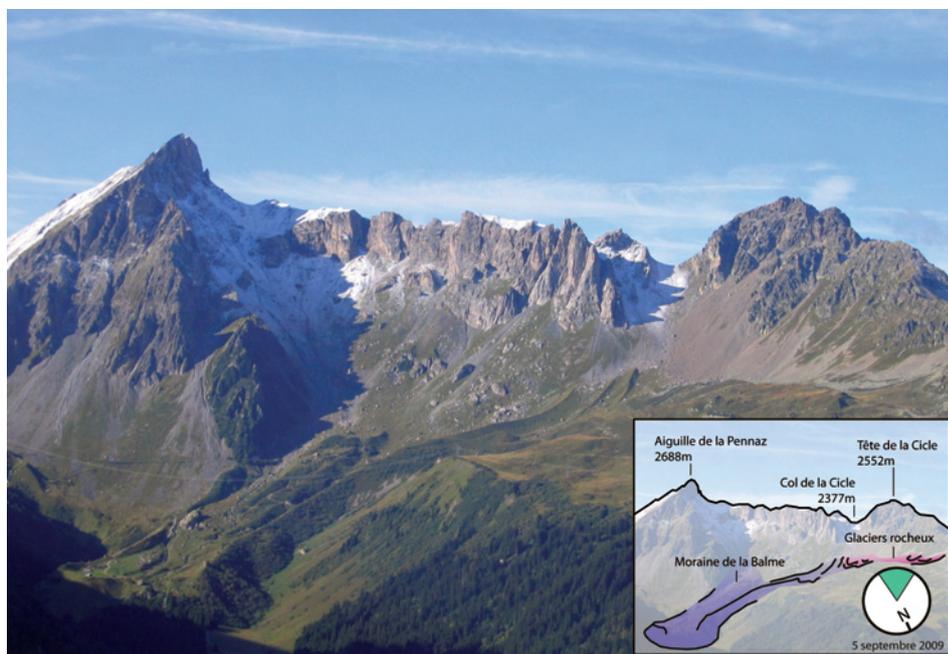
	<i>Origine de la glace</i>	<i>Présence de blocs</i>
Glacier	<i>sédimentaire (compaction de la neige)</i>	<i>faible ou nul (moraines)</i>
Glacier noir	<i>sédimentaire (compaction de la neige)</i>	<i>importante moraine recouvrant une partie ou tout le glacier</i>
Glacier rocheux	<i>magmatique (congélation de l'eau dans les interstices)</i>	<i>très importante</i>

La distinction entre un glacier, un glacier noir et un glacier rocheux s'établit selon l'origine de la glace et la présence de blocs

pergélisol peut être mis en mouvement en raison de la gravité. On parle alors de forme de fluage périglaciaire, dont le glacier rocheux est l'exemple le plus emblématique : une accumulation de blocs (éboulis, moraines, etc.) flue de manière plus ou moins homogène vers l'aval, la présence de glace dans les vides liant les blocs entre eux et limitant ainsi les mouvements individuels et hétérogènes. Le fluage et les mouvements compressifs générés peuvent former des rides et des sillons, et les glaciers rocheux, parfois longs de plusieurs kilomètres, adoptent une forme de langue de blocs.

La présence et/ou le mouvement de la glace de congélation et l'alternance gel/dégel sont les principaux agents morphogénétiques de ces processus. Selon l'origine de la glace et la présence de blocs, nous pouvons donc faire la distinction entre un glacier, un glacier noir et un glacier rocheux (voir tableau ci-dessus).

Figure 8 : Extrémité sud de la vallée du Bon Nant depuis Tête Noire. Le Plan Jovet (figure 3) domine la moraine de la Balme à gauche de la photo. La moraine de la Balme a été déposée par un ancien glacier de cirque. Sa forme massive actuelle montre que le glacier qui l'a érigée était probablement un glacier noir. De petits glaciers rocheux occupent le pied de la pente sous la Tête de la Cicle. Tout comme la moraine de la Balme, ce sont des formes fossiles, héritées d'une période climatique plus froide. La distribution de ces formes s'explique par la topographie: un glacier a pu se développer grâce à la neige accumulée dans le cirque de la Balme orienté au nord ; en revanche, si les pentes de la Cicle orientées à l'ouest n'ont pas permis cette accumulation, l'altitude s'est révélée suffisamment élevée pour permettre le développement de permafrost et de glaciers rocheux au pied des éboulis



Retour au Petit Âge Glaciaire

Le Petit Âge Glaciaire (PAG) correspond à une période froide et humide qui a permis une ré-avancée glaciaire comprise entre environ 1350 et 1850. La date du début de cette période ne fait pas l'unanimité entre chercheurs. Si elle est due à un léger refroidissement des températures (entre -0.9 et -1.5°C dans les Alpes par rapport à aujourd'hui, voir Schoeneich et De Jong, 2008), la progression des glaciers résulte également d'une augmentation des précipitations (voir Amelot et al., 2008). Partout dans les Alpes les glaciers avançaient au PAG, et d'importantes moraines sont érigées. De même, dans les environnements périglaciaires, froids mais non englacés, l'extension du pergélisol croît en raison de la baisse des températures. Certaines formes de fluage périglaciaire se développent dans ce contexte. La proximité du PAG avec la période actuelle facilite son étude : les formes héritées de cette période sont encore relativement bien conservées (par exemple les moraines) et de nombreux documents (cartes, gravures, peintures, premières photographies) sont disponibles.

Le PAG prend fin au milieu du XIX^e siècle et un réchauffement climatique lui succède. Nous le ressentons actuellement. Si, depuis 150 ans, les glaciers ont fortement fondu et le pergélisol s'est dégradé, la réponse du milieu naturel est complexe et hétérogène. Tout d'abord, ce réchauffement est très variable dans le temps et l'espace, et de nombreuses disparités existent, par exemple, entre les différentes situations régionales alpines. De plus, certaines

conséquences du réchauffement peuvent être favorables au maintien des formes glaciaires et périglaciaires (voir ci-contre). Enfin, d'une manière générale, les domaines (péri) glaciaires ont du retard par rapport au réchauffement climatique : on parle d'ailleurs d'inertie thermique ou dynamique. En raison de la complexité de ces réponses et de ces inerties, les formes de haute montagne sont donc encore largement héritées du PAG.

Le Petit Âge Glaciaire dans le vallon des Jovet

Revenons maintenant au Pays du Mont-Blanc. On y retrouve un important héritage du PAG dans les secteurs d'altitude. En étudiant les pentes du Mont Tondu, au Sud du massif du Mont-Blanc, on retrouve des moraines déposées au PAG dans le cirque sud-est (les Lanchettes) et sud-ouest (l'Enclave) jusqu'à environ 2 350 et 2 570 m. Les parois dominant ces cirques culminent entre 2 800 et 3 200 m. Dans le massif des Aiguilles Rouges, de nombreux petits glaciers se sont développés au PAG dans des cirques d'orientations diverses, dominés par des parois comprises entre 2 650 et 2 965 m. Si ces glaciers ont aujourd'hui fortement fondu, leurs anciennes moraines sont décelables jusqu'à 2 150 m pour les plus basses. Ces quelques exemples nous montrent donc, que localement, même à des orientations peu favorables comme sur le versant sud, des glaciers ont pu se développer au PAG dans des petits cirques dominés par des parois d'altitudes relativement basses (entre 2 650 et 3 200 m). Les sites de l'Enclave et des Rebanets Chassots

étaient donc propices à la formation de glacier au PAG, avec de petits cirques orientés au nord-ouest culminant entre 2 700 et 2 900 m.

Les illustrations anciennes du Vallon des Jovet sont assez rares et aucune n'apporte d'éléments de réponse définitifs sur l'origine des langues de l'Enclave et des Rebanets Chassots. Quelques dessins de Viollet-le-Duc (rassemblés par Frey, 1988 et Frey et Grenier, 1993) montrent l'existence de névé (glace ?) aux Rebanets Chassots aux alentours de 1870. Ces névés semblent toujours exister en 1938, comme le montrent des photographies de Chardonnet en 1938. Les cartes topographiques sont à considérer avec prudence : des relevés pionniers dans le massif du Mont-Blanc (Adams-Reilly en 1865, Viollet-le-Duc en 1876, etc.) aux documents contemporains de l'IGN, les cartes montrent des difficultés, voire des incohérences dans la représentation des glaciers, des névés et des glaciers noirs. Aussi, dans le vallon des Jovet, des névés permanents (glaciers ?) sont représentés en altitude de manière hétérogène et non systématique sur différentes cartes (voir par exemple la figure 10). Ils n'y figurent cependant plus depuis quelques décennies. En raison de ces divergences et des confusions, il est difficile d'interpréter ces relevés : s'agit-il de neige, de névé permanent, ou de glace sédimentaire ? Leur présence sur les illustrations anciennes témoigne néanmoins des fortes précipitations neigeuses locales et d'importantes accumulations de neige en altitude. En outre, leur absence sur d'autres documents montre que les blocs rocheux abondent déjà dans ces secteurs au XIX^e siècle.

Comment le réchauffement climatique peut-il être favorable au maintien des formes glaciaires et périglaciaires ?



Remerciements

Nos remerciements vont à ASTERS, Conservatoire départemental des Espaces Naturels, à l'Association d'Amis de la Réserve Naturelle des Contamines-Montjoie ainsi qu'au Centre de la Nature Montagnarde.



Figure 9 : La partie Sud des Rebanets Chassots depuis le Col de la Fenêtre. Ce paysage complexe est à notre sens, composé d'un glacier noir (la langue des Rebanets Chassots) et de nombreuses formes de fluage périglaciaire de taille plus modeste. La répartition de ces formes est due à l'existence d'un petit cirque qui permettait l'accumulation de neige et donc la formation d'un glacier. À l'inverse, les formes périglaciaires se développent directement sur les pentes.

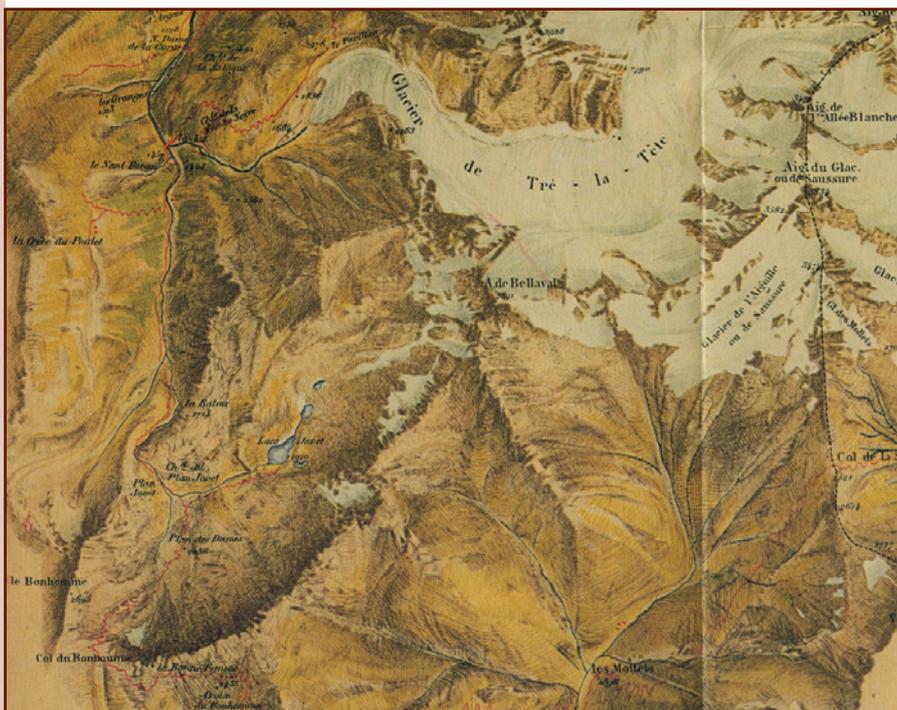


Figure 10 : Terminaison sud-ouest du Massif du Mont-Blanc d'après la carte au 1:40 000 réalisée par Viollet-le-Duc en 1876 (tirée de Frey, 1988). On y retrouve de petits secteurs englacés (névés?) dans le vallon des Jovet, comme à l'ouest de l'Aiguille de Bellaval (aujourd'hui le Mont-Tondu) ou dans le secteur occupé actuellement par la langue de l'Enclave. La carte d'Adams-Reilly de 1865 mentionne aussi des glaciers... mais sur le versant sud de l'Arête Tondu-Enclave.

Bibliographie

ACKERT, R.P. (1998). A rock glacier/debris-covered glacier system at Galena Creek, Absaroka Mountains, Wyoming. *Geografiska Annaler*, 80 A (3-4), 267-276.

AMELOT, F., BOLOGNINI, D., DE LEO, S. et COUTTERAND, S. (2008). Les plus beaux paysages du Pays du Mont-Blanc. Programme INTERREG III A ALCOTRA. Centre de la Nature Montagnarde de Sallanches et Musée Régional des Sciences Naturelles de Saint-Pierre.

BODIN, X., SCHOENEICH, P., LHOTELLIER, R., MONNIER, S., GRUBER, S., RAVANEL, L. et DELINE, P. (2008). Map of the potential permafrost distribution in the French Alps. Poster présenté à l'Alpine Glaciological Meeting, 6-7 mars 2008, Chamonix.

BOSSON, J.-B. (2010). Contribution à l'étude du patrimoine géomorphologique de la Réserve Naturelle des Contamines-Montjoie et démarche de géovalorisation. Mémoire de master. Institut de Géographie, Université de Lausanne. Disponible sur <http://mesoscaphe.unil.ch/igul/memoires/bd/>

L'hypothèse de glaciers recouverts

Les quelques géomorphologues qui se sont intéressés récemment au vallon des Jovet ont considéré les langues de l'Enclave et des Rebanets Chassots comme des glaciers rocheux. Tout comme eux, nous pensons que le secteur en comporte de nombreux autres de taille plus modeste (voir par exemple la figure 9). Cependant, à la vue des arguments développés ci-dessous, il nous semble que les langues de l'Enclave et des Rebanets Chassots soient plutôt des glaciers noirs. Ces formes ont en effet des caractéristiques particulières :

- morphologie atypique, massive et régulière ;
- naissance de ces formes dans des cirques ;
- témoins de nombreux autres glaciers locaux formés au PAG dans des secteurs aux caractéristiques analogues ;
- présence sur certains documents anciens de névé (glace ?) dans ce secteur d'altitude.

Nous pensons donc que ces langues de blocs sont des formes d'origine glaciaire, héritées du PAG. Ces petits glaciers de cirque, formés dans un contexte climatique favorable, se sont progressivement enterrés

sous leurs moraines (figure 9). En effet, leur dynamique affaiblie par le réchauffement climatique (pas de formation de glace, mouvement faible à nul) ne permet plus d'évacuer cette charge sédimentaire. Cette carapace de bloc isole partiellement la glace des conditions atmosphériques et en limite donc la fonte. L'absence de source permanente en aval de ces glaciers semble d'ailleurs montrer l'efficacité de cette isolation. Toutefois, l'affaissement de la partie centrale de ces langues (figures 5 et 6) paraît témoigner de la fonte progressive et de la perte d'épaisseur des glaciers.

Il paraît important de rappeler que ces différents arguments historiques et géomorphologiques étayent une hypothèse : l'existence de glaciers enterrés dans le vallon des Jovet. Cette hypothèse a été discutée et partagée par d'autres chercheurs, notamment à Lausanne. Des mesures géophysiques (par exemple avec l'injection d'un courant électrique dans le sol pour en connaître la composition et la structure) seraient maintenant nécessaires pour l'infirmier ou la confirmer. Ces mesures permettraient ainsi de savoir si la glace retrouvée lors des prospections (figure 3) est sédimentaire ou de congélation et si ces langues sont des glaciers noirs ou des glaciers rocheux. Ces mesures vont être effectuées au cours de l'été 2013 en collaboration avec ASTERS.

Un héritage digne d'intérêt

Lors de nos excavations estivales, mes deux amis, ingénieurs depuis peu, me demandent avec une touche d'ironie bienveillante, quel est l'intérêt de ce type de recherche dans des secteurs de haute montagne aussi éloignés de tout. Cette question ne m'étonne pas et je réponds que les géomorphologues s'intéressent aux formes et aux dynamiques du relief. L'objectif scientifique premier est donc de comprendre le relief, son origine et son évolution. Cette démarche s'apparente donc premièrement à de la recherche fondamentale (sans finalité économique). Cette réponse ne me satisfait maintenant qu'à moitié et, en y repensant, ces formes sont dignes d'intérêt pour de nombreuses raisons :

- tout d'abord, l'hypothèse formulée dans cet article montre que les recherches sur les domaines glaciaires et périglaciaires ont encore de nombreuses réponses à apporter, y compris dans un des massifs les plus étudiés dans le monde. Site d'exception (une démarche vise actuellement à

l'inscrire au Patrimoine Mondial de l'UNESCO), le massif du Mont-Blanc est également le lieu de naissance de quelques-unes des théories géologiques, géomorphologiques et glaciologiques. Cette étude montre que, plus largement, la présence de glace enterrée, sédimentaire ou de congélation, est souvent mal connue et sous-estimée. On la retrouve dans de très nombreux secteurs d'altitude dans les Alpes. Par exemple, si les deux langues des Rebanets Chassots sont exceptionnelles par leur taille et leur morphologie, de nombreux autres petits glaciers enterrés existent dans le massif du Mont-Blanc (Bellaval, Mont-Tondu, Tré la Grande, les Rognes, etc.) ou des Aiguilles-Rouges (autour de l'Aiguille de la Glière, etc.).

- les domaines (péri)glaciaires sont des indicateurs des variations climatiques. On y retrouve des formes complexes, dont l'origine et le maintien dépendent de conditions climatiques précises. L'évolution de ces conditions induit une déstabilisation de ces formes, des processus de fossilisation, voire des disparitions. Dans le contexte de réchauffement climatique contemporain, l'étude de ces formes permet d'aborder la complexité des réponses du milieu naturel. Les glaciers alpins subissent actuellement une fonte exacerbée. Cependant, cette fonte est différentielle et chaque comportement (péri)glaciaire est particulier. L'étude de ces formes semble montrer que certains petits glaciers se sont enterrés depuis la fin du PAG, ce qui limite leur fonte. Il est donc intéressant de comprendre la dynamique actuelle de ces formes : la glace va-t-elle fondre ? à quel terme ? les glaciers noirs vont-ils se transformer en glaciers rocheux (voir par exemple Monnier, 2007) car le secteur est potentiellement gelé toute l'année (Bodin et al., 2008) ? De plus, ces accumulations de glace sont des stocks d'eau. Dans le contexte de réchauffement climatique et de difficulté de gestion de cette ressource, il est important de connaître la nature et l'évolution de ces stocks. Enfin, d'un point de vue sécuritaire, la fonte de la glace en haute montagne peut générer des déstabilisations dans les secteurs rocheux comme sédimentaires (libération d'eau, perte de cohésion, etc.), et il paraît nécessaire de comprendre ces dynamiques.

- enfin, les sciences de la Terre offrent un horizon de recherche et d'émerveillement immense. L'humilité de l'Homme est évidente face à l'histoire de la Terre et face à sa dynamique permanente. Toutefois, la composante minérale de notre environnement évolue à des vitesses



Figure 11 : Le lac Jovet inférieur et la Tête de l'Enclave-Bellaval depuis la Pointe Sud des Monts Jovet. La langue de l'Enclave se situe dans le petit cirque sous le sommet à droite. Dans ce paysage, on retrouve des richesses patrimoniales diverses: géologiques (roche, lac, glacier noir, moraines, etc.), biologiques (écosystèmes alpins, lacustres) et anthropiques (la Tête de l'Enclave est par exemple le lieu des exploits militaires du Lieutenant Bulle en juin 1940)

très variables, des événements catastrophiques rapides (éboulements, avalanches, séismes etc.) aux millions d'années qui sont parfois nécessaires à la formation des roches et des chaînes de montagnes. Face à cette variabilité et, surtout, à l'immensité de l'échelle du temps géologique, l'Homme peine souvent à prendre conscience de cette dynamique. Cette difficulté explique en partie la méconnaissance et le faible intérêt porté au géopatrimoine par rapport au patrimoine humain ou biologique. À titre d'exemple, le géopatrimoine est rarement pris en compte et valorisé dans les aires de protection de la nature (réserves, parcs, etc.), alors qu'il en constitue une composante essentielle. Les patrimoines humains, biologiques et géologiques sont aujourd'hui largement interdépendants. Ces patrimoines se côtoient bien souvent dans le même espace (voir par exemple la figure 11). Tous admettent trois caractéristiques fondamentales qu'il est important de connaître et de partager au delà du milieu de la recherche : leur diversité, leur richesse et leur dynamique.

■ **Jean-Baptiste Bosson**
Institut de Géographie et Durabilité
de l'Université de Lausanne

Bibliographie (suite)

- BOSSON, J.-B. et REYNARD, E. (2012). Geomorphological heritage, conservation and promotion in high-alpine protected areas. *Eco.Mont*, 4 (1), 13-22.
- CHARDONNET, J. (1938). La vallée de Montjoie et la bordure Sud-Ouest du Mont-Blanc, étude morphologique. *Annales de Géographie*, 47 (268), 345-360.
- FREY, P.A. (1988). E. Viollet-le-Duc et le massif du Mont-Blanc, 1868-1879. Lausanne: Payot.
- FREY, P.A. et GRENIER, L. (1993). Viollet-le-Duc et la montagne. Grenoble: Glénat
- MONNIER, S. (2007). Du glacier au glacier rocheux, depuis la fin du Petit Âge Glaciaire, au pied du Mont Thabor (Alpes du Nord, France). *Quaternaire*, 18 (3), 283-294.
- SCHOENEICH, P. et DE JONG, C. (2008). Evolution de l'environnement alpin. Quel environnement alpin demain? Pour quelles activités? *La revue de géographie alpine*, 96 (4), 53-64.
- SUTER, H. (2009). Noms de lieux de Suisse Romande, Savoie et environs. [en ligne] <http://henrysuter.ch/glossaires/toponymes.html>. Consulté en décembre 2010.