

Université de Fribourg

Faculté des Sciences – Département des Géosciences

Travail de Recherche Personnel 2

Sous la direction de Sébastien Morard



Cartographie géomorphologique de la vallée de la Bachalp

Pierre Joly

Poudrière 21

1700 Fribourg

pierre.joly@unifr.ch

Résumé

La cartographie géomorphologique a pour but de représenter des formes géomorphologiques tridimensionnelles sur une carte en deux dimensions. Cette représentation facilite la compréhension de la réalité aux lecteurs (IGUL 2009). Durant l'été 2009, ce travail a été réalisé sur une carte topographique au 1:25 000 pour la vallée de Bachalp, vallée située dans le canton du Valais entre la vallée de la Dala et le Lötschental.

L'utilisation de photographies ainsi que d'images satellites s'est avérée judicieuse. Une recherche bibliographique a également contribué à l'écriture du rapport. La légende de la carte réalisée est celle de l'IGUL (Institut de Géographie de l'Université de Lausanne). Avec cette légende, la priorité est donnée aux formes et à leur genèse, ensuite à leurs dynamiques (Schoeneich et Reynard 1992).

La vallée de la Bachalp se situe dans le Valais central, à la limite entre le socle de la nappe helvétique (le massif de l'Aar) et sa couverture parautochtone. Depuis la dernière glaciation, plusieurs avancés et reculs des glaciers ont entre autre façonné son paysage. Le climat très sec a certainement aussi une influence sur le modelé.

De nombreuses et différentes formes géomorphologiques sont présentes dans la vallée. Les crêtes et gradins rocheux sont les principales formes structurales. Les laves torrentielles ont laissé de nombreuses traces caractéristiques. L'omniprésence des talus d'éboulis, couverts ou non, prouve que les cycles de gel-dégel ont une grande importance à partir d'une certaine altitude. La reptation lente d'une couche superficielle affecte une majorité des pentes fortement inclinées recouvertes de sol.

Malgré l'absence de glaciers, certaines formes d'accumulation et d'érosion, telles que moraines ou roches moutonnées, démontrent qu'ils étaient bien présents par le passé. Des glaciers rocheux, fossiles, inactifs ou actifs, sont par contre présents.

La quasi absence de formes anthropiques fait de cette vallée un lieu où les différents processus ont agi à leur guise. Des phénomènes lents et continus y côtoient ainsi des événements ponctuels et très rapides. Cette diversité fait le charme de la vallée de la Bachalp.

Table des matières

1. Introduction	- 5 -
2. Méthodologie	- 6 -
2.1. Bibliographie	- 6 -
2.2. Images numériques	- 6 -
2.3. Légende cartographique	- 7 -
2.4. Travail de terrain	- 8 -
3. Cadre de la vallée de la Bachalp	- 9 -
3.1. Situation géographique	- 9 -
3.2. Géologie	- 10 -
3.2.1. Massif de l'Aar	- 11 -
3.2.2. Le Parautochtone	- 11 -
3.3. Histoire glaciaire	- 11 -
3.4. Climat	- 14 -
3.5. Hydrographie	- 15 -
4. Géomorphologie du vallon de la Bachalp	- 16 -
4.1. Formes structurales	- 16 -
4.1.1. Failles	- 16 -
4.1.2. Escarpements rocheux	- 16 -
4.1.3. Gradins rocheux	- 17 -
4.2. Formes fluviales	- 17 -
4.2.1. Laves torrentielles	- 17 -
4.2.2. Rebords d'érosion ou de terrasse	- 18 -
4.2.3. Cônes de déjection	- 18 -
4.3. Formes gravitaires	- 19 -
4.3.1. Éboulis	- 19 -
4.3.2. Solifluxion	- 20 -
4.3.3. Glissements	- 22 -
4.3.4. Pieds de vaches	- 22 -

4.4.	Formes karstiques	- 22 -
4.4.1.	Dolines	- 22 -
4.4.2.	Perte	- 23 -
4.5.	Formes glaciaires	- 24 -
4.5.1.	Glaciers	- 24 -
4.5.2.	Cirques glaciaires	- 24 -
4.5.3.	Cordons morainiques	- 25 -
4.5.4.	Roches moutonnées	- 26 -
4.6.	Formes périglaciaires	- 26 -
4.6.1.	Sols structurés	- 26 -
4.6.2.	Buttes gazonnées	- 27 -
4.6.3.	Blocs laboureurs	- 27 -
4.6.4.	Glaciers rocheux	- 28 -
4.7.	Formes anthropiques	- 30 -
5.	Conclusion / Synthèse	- 31 -
6.	Bibliographie	- 33 -
6.1.	Articles et livres scientifiques	- 33 -
6.2.	Cartes géologiques	- 34 -
7.	Annexes	- 35 -
7.1.	Légende IGUL	- 35 -
7.2.	Carte de l'emplacement des photographies	- 36 -
7.3.	Carte géomorphologique de la vallée de la Bachalp	- 37 -

1. Introduction

La Parc Naturel de Finges en Valais vise à obtenir le label de Parc Naturel Régional. La vallée de la Bachalp est une des vallées de ce parc qui possède de nombreux et divers paysages géomorphologiques. Pour avoir une meilleure vue d'ensemble des phénomènes géomorphologiques du futur Parc Naturel Régional, des synthèses des études menées dans la région ainsi que des cartographies de la zone seraient souhaitables (Morard 2008).

C'est pourquoi, pour mon Travail de Recherche Personnel 2 (TRP 2), j'ai choisi de faire un levé géomorphologique de la vallée de la Bachalp. Cet exercice consiste à *"reporter des formes géomorphologiques observées dans un environnement tridimensionnel sur une carte topographique à deux dimensions afin de permettre aux lecteurs de la carte de distinguer les différents processus et formes qui modèlent le paysage"* (IGUL 2009).

Le but principal de ce travail est donc de dessiner une carte géomorphologique de la vallée de la Bachalp et ainsi "d'ajouter une petite pierre à l'édifice" des travaux déjà effectués dans le Haut Valais. Cette carte géomorphologique se trouve en annexe du présent travail.

Les autres objectifs fixés aux débuts de cette étude étaient de :

- Me familiariser au travail de terrain en géographie en mettant en pratique mes connaissances théoriques
- Lister et commenter les principaux phénomènes géomorphologiques de la vallée

2. Méthodologie

2.1. Bibliographie

Une recherche bibliographique d'études et de travaux menés en Valais et plus particulièrement aux alentours de Bachalp a précédé le travail de terrain à proprement parler. Ainsi, la documentation récoltée sur la région a préparé le travail pratique dans la vallée. C'est également principalement grâce à ces lectures que le chapitre 3 (Cadre du vallon de la Bachalp) a été rédigé.

Deux cartes géologiques de la Suisse à l'échelle 1:25'000 ont également grandement aidé la réalisation de ce travail ; ce sont les cartes de Gemmi (feuille 1267) et du Lötschental (feuille 1268).

Les différentes cartes thématiques disponibles sur la version électronique de l'Atlas de la Suisse sont, elles aussi, des appuis et aides intéressants pour la réalisation d'une cartographie géomorphologique.

2.2. Images numériques

Deux types d'images numériques ont grandement aidé la réalisation de la cartographie : des images satellites ou aériennes de la Terre et des photographies prises lors du travail de terrain.

Les images satellites ou aériennes utilisées sont celles disponibles en libre accès via le logiciel "Google Earth". Elle ont principalement été visionnées avant de se rendre sur le terrain et ont permis une première approche. Ainsi, avant même de se rendre sur place, certaines des zones les plus intéressantes, géomorphologiquement parlant, avaient déjà été repérées.

Les photographies faites pendant le travail de terrain étaient surtout un soutien visuel. Elles complétaient les notes personnelles et ont permis de peaufiner la carte.

2.3. Légende cartographique

Le fond de la carte géomorphologique de la vallée de la Bachalp est la carte topographique suisse à l'échelle 1:25'000. C'est la légende de l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne (IGUL) qui est utilisée. Les formes sont dessinées en couleurs et chaque domaine morphogénétique possède sa propre couleur (Tab. 1). La différenciation entre forme d'accumulation et d'érosion se fait par la distinction de couleur de fond : fond coloré pour l'accumulation, fond blanc pour l'érosion. Comme il n'y a partout qu'une couche d'information, la lisibilité de la carte est facilitée (Schoeneich et Reynard 1992).

"Cette légende donne donc une priorité aux formes et à leur genèse, ensuite à leur dynamique. Il en résulte des cartes morphogénétiques et morphodynamiques." (Schoeneich et Reynard 1992 p. 19)

Processus	Couleur	Processus	Couleur
Structural	rouge	Karstique	turquoise
Hydrographie	bleu clair	Glaciaire	violet
Fluviale	vert	Périglacière	mauve
Gravitaire	ocre	Anthropique	gris

Tableau 1 : Sur la carte géomorphologique, une seule couleur est associée à chaque processus morphologique.

2.4. Travail de terrain

Plusieurs semaines des mois de juillet et d'août 2009 ont été consacrées au travail de terrain. L'objectif était de passer un maximum de temps dans la vallée afin d'y récolter les informations les plus complètes possibles. Toutes les zones de la vallée ont été observées à l'œil nu et/ou au moyen de jumelles et sous un maximum d'angles de vues différents. Une bonne partie de ces journées était également consacrée à la réalisation de brouillons de la carte géomorphologique annexée.

3. Cadre de la vallée de la Bachalp

3.1. Situation géographique

La vallée de la Bachalp se situe dans le Haut Valais sur la rive droite du Rhône, entre le Lötschental et la vallée de la Dala. Elle fait environ 15 km² et est d'orientation générale nord-sud. Seuls deux petits hameaux se situent dans la région cartographiée. Bachalp (1937 m.) occupe l'entrée de la vallée alors que Galm (2231 m.) se trouve sur une terrasse juste au-dessus.

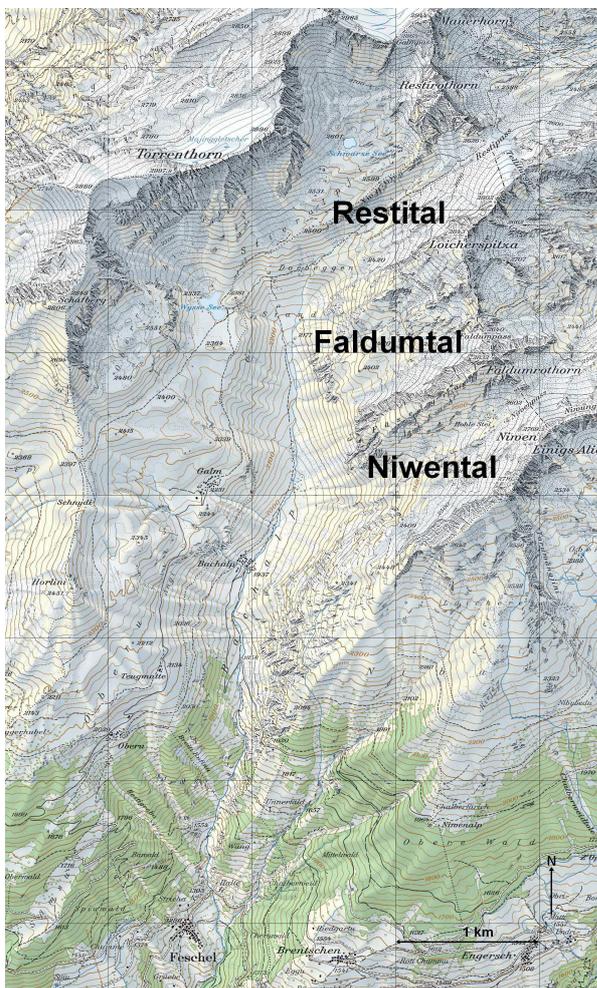


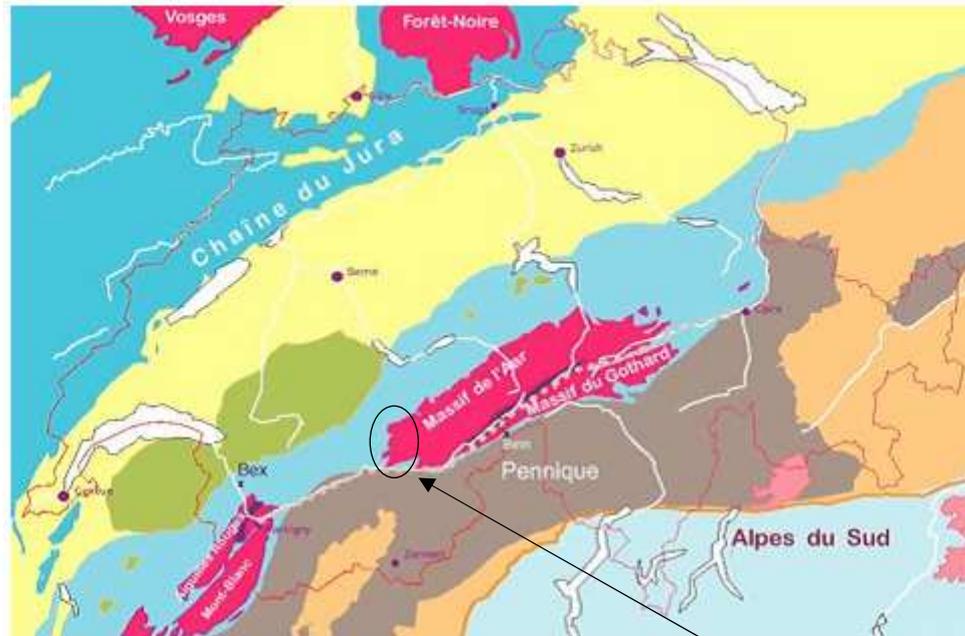
Figure 1 : Carte topographique au 1:25'000 de la vallée de Bachalp. Sa partie est est composée de trois petits vallons : le Restital, le Faldumtal et le Niwental (carte topographique suisse au 1:25'000 modifiée, office fédéral de la topographie, Swisstopo).

La vallée est délimitée à l'est par la succession de sommets et de cols qui relie le Niwen (2769 m.) au Mauerhorn (2944 m.). Au nord, la crête du Torrenthorn (2998 m.) et, à l'ouest, le col du Schnydi qui relie le Schafberg (2848 m.) au Horlini (2452 m.) forment la frontière avec la vallée de la Dala.

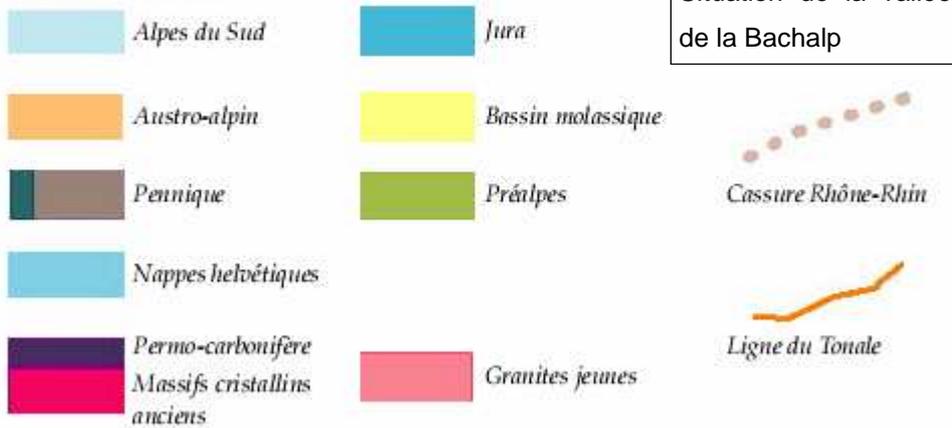
Mis à part la vallée principale, trois vallons latéraux d'orientation générale nord-est sud-ouest sont clairement distinguables dans la moitié est. Ils débouchent les trois sur le Lötschental via leurs cols, respectivement du nord au sud le Restipass, le Faldumpass et le Niwenpass. Par la suite, ces trois petites vallées seront nommées le "Restital", le "Faldumtal" et le "Niwental" (fig. 1). Le Faldumtal et le Niwentale sont des vallées suspendues alors que le Restital est la continuité de la vallée principale après que celle-ci ait formé un coude.

3.2. Géologie

La vallée étudiée se trouve dans la partie centrale des Alpes (fig. 2). Un des principaux groupes géologiques des Alpes peut y être observé : la nappe Helvétique. Cette nappe est divisible en deux parties : le socle et la couverture (Burri 1987).



La carte tectonique



Situation de la vallée de la Bachalp

Figure 2 : La carte (adaptée de Deferne et Angel 2009) représente la géologie de la Suisse. L'ellipse situe environ la vallée de la Bachalp, à la frontière du massif de l'Aar et des nappes helvétiques.

3.2.1. Massif de l'Aar

Une petite partie du socle est visible dans la vallée de la Bachalp. L'affleurement apparent fait partie du massif de l'Aar qui est un massif cristallin ancien (Deferne et Angel 2009). Dans le vallon, il compose principalement les crêtes du Niwen et du Loicherspitzza, ainsi que le Mauerhorn et le Galmpass.

Composés actuellement majoritairement de gneiss et de granite, ces roches formaient la croûte continentale européenne avant la formation des Alpes (Burri 1987). Et c'est grâce au travail de l'érosion et de la tectonique qu'elles apparaissent aujourd'hui parfois en surface (Deferne et Angel 2009).

3.2.2. Le Parautochtone

La couverture de la nappe Helvétique présente dans le vallon est appelée Parautochtone (presque autochtone). Elle n'est que peu désolidarisée de son socle et est composée de roches sédimentaires marines, plus précisément de roches calcaires (Burri 1987). Ces dernières se sont formées durant l'ère secondaire (entre 200 et 100 millions d'année BP) dans une mer chaude et peu profonde (Morard 2008) sur la marge continentale nord de la mer alpine (Deferne et Angel 2009). Les superpositions de couches principalement visibles datent plus précisément du Liassic (200 millions à 175 millions BP). C'est le cas par exemple de la paroi du Torrenthorn (Morard 2008).

3.3. Histoire glaciaire

À la fin de la dernière grande glaciation dite würmienne (environ 10'000 ans BP¹), les grands glaciers valaisans, dont celui du Rhône, se retirent de la vallée du Rhône et laissent des traces encore bien visibles sur les versants des vallées (Burri 1955). Les blocs erratiques dans le village d'Erschmatt (Morard 2008), le vallum morainique

¹ BP est l'abréviation de "Before Present".

occupé par l'église de Bratsch (Aubert 1979) ou la moraine rhodanienne au-dessus de Loèche (Burri 1997) en sont des exemples.

Aubert (1979) observe dans le Haut Valais trois stades principaux de moraines postérieurs au maximum würmien qu'il appelle "stade des moraines basses", "stade des moraines intermédiaires" et "stade des moraines élevées".

La reconstitution du stade des moraines basses (fig. 3) est relativement aléatoire. Malgré tout, quelques limites sont probables. Le glacier du Rhône occupait toute la vallée de Conches; le glacier d'Aletsch s'engageait dans la vallée du Rhône ; le Langgletscher emplissait tout le Lötschental et débouchait loin dans la vallée du Rhône. De leurs côtés, les glaciers des petites vallées latérales occupaient leurs débouchés dans la vallée principale.

Durant le stade des moraines intermédiaires (fig. 4), la limite des neiges pérennes se situe environ 500 mètres en dessous du niveau actuel. Seuls quatre glaciers atteignent le fond de la vallée du Rhône : les glaciers du Rhône, de Griess, de Fiesch et d'Aletsch. Les traces des glaciers qui occupaient les petites vallées latérales, comme Bachalp, sont plus rares.

Le stade des moraines élevées (fig. 5) regroupe les traces visibles se trouvant à proximité des glaciers actuels ; il correspond à la dernière avancée significative plus ou moins généralisée des glaciers alpins, probablement au petit âge glaciaire. Cette phase est caractérisée par le nombre élevé de fluctuations. *"En moyenne, la surface englacée était supérieure de 4% aux valeurs actuelles"* (Aubert 1979 p. 88). Les fronts des glaciers se trouvaient environ 200 mètres plus bas qu'aujourd'hui (Aubert 1979).

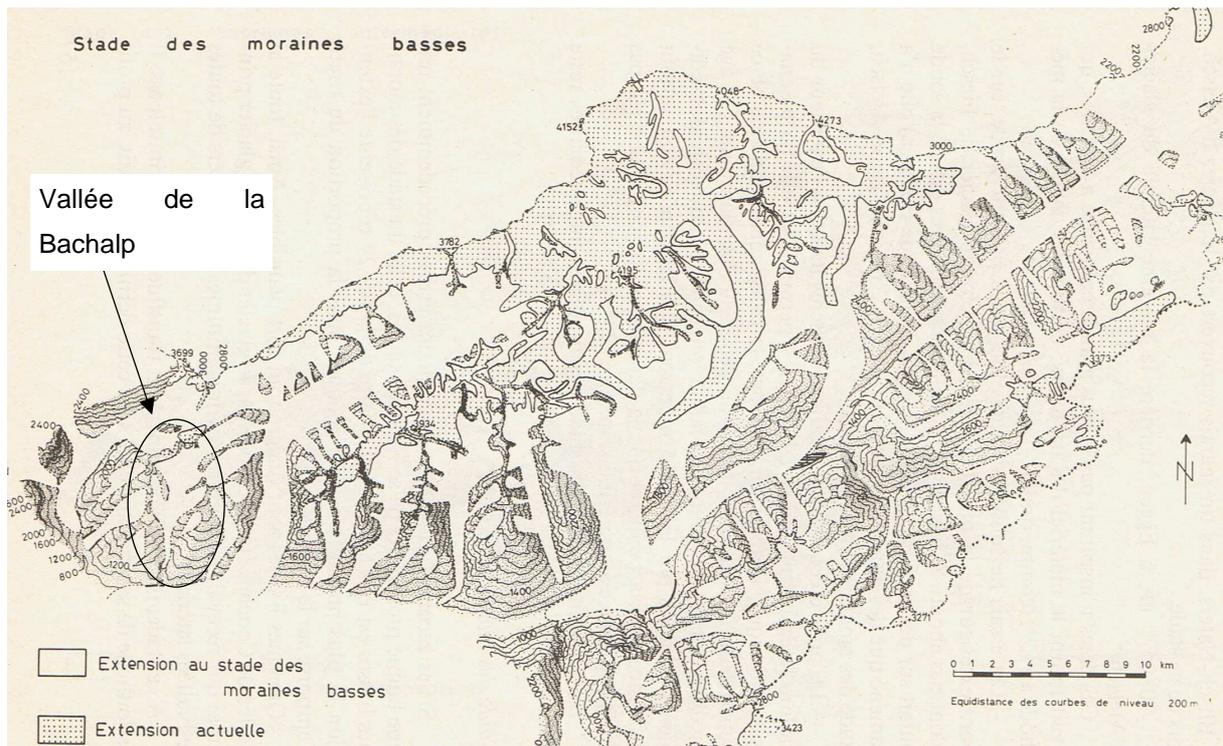


Figure 3 : Niveau des glaciers du Haut-Valais durant le stade des moraines basses (adaptée de Aubert 1981).

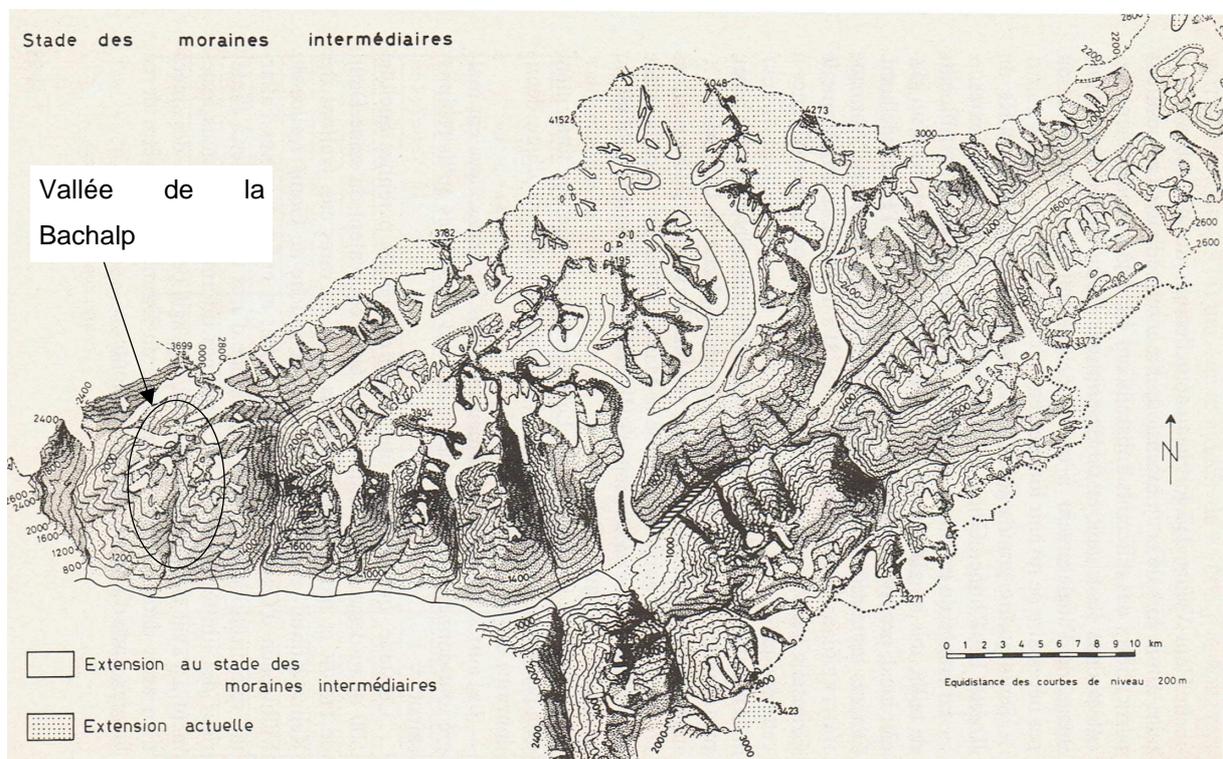


Figure 4 : Niveau des glaciers du Haut-Valais durant le stade des moraines intermédiaires (adaptée de Aubert 1981).

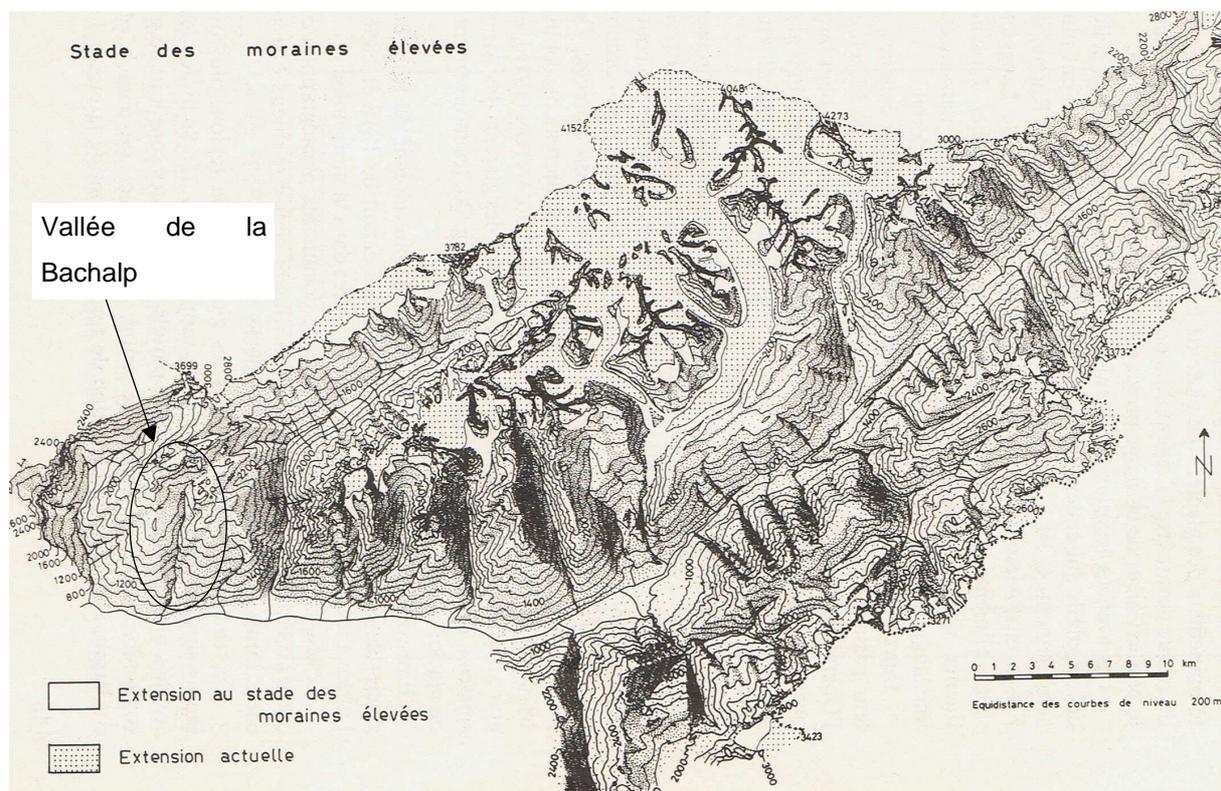


Figure 5 : Niveau des glaciers du Haut-Valais durant le stade des moraines hautes (adaptée de Aubert 1981).

3.4. Climat

La chaîne alpine joue un rôle de frontière climatique entre le nord et le sud de la Suisse (MétéoSuisse 2009). Lorsque les masses d'air humide se dirigent vers les Alpes, elles s'élèvent contre les chaînes externes et y perdent une majorité de leur humidité (Landolt et Aeschlimann 1986). Les Alpes protègent donc les vallées intra-alpines des précipitations (MétéoSuisse 2009). De ce fait, *"le valais central apparaît comme une zone relativement sèche, caractérisée par des hivers froids, des étés secs et par des températures contrastées"* (Broccard 1998). Le valais fournit même, avec la Basse Engadine, les plus faibles valeurs de précipitations de Suisse (Landolt et Aeschlimann 1986).

3.5. Hydrographie

Le bassin versant topographique de Bachalp est délimité par la succession de crêtes, de cols et de sommets qui relie Niwen au Horlini.

Aucun glacier, puisqu'il n'y en n'a point, n'alimente les cours d'eau de la vallée. C'est la fonte des neiges et des névés, ainsi que de la glace contenue dans le sol, qui est la source principale des torrents. Les précipitations amènent également leur contribution d'eau. Un grand névé se trouve au Restipass, à cheval entre le Lötschental et la vallée de la Bachalp. Bien que la majeure partie soit située côté Lötschental, son eau de fonte est répartie entre les deux vallées. Egalement de toutes les autres vallées latérales coulent des torrents qui se déversent dans le cours d'eau principal de la vallée, le Feschilju. Ce dernier est un affluent du Rhône.

Deux lacs principaux sont présents dans le vallon. Le Wyss See s'est formé en amont de moraines frontales qui constituent un barrage pour le torrent arrivant de Torrenthorn. Le Schwarze See occupe lui une large dépression creusée certainement par un ancien glacier. De petits lacs temporaires sont également visibles sous Niwen et vers le Faldumpass. Ce sont principalement des lacs de dépressions.

4. Géomorphologie du vallon de la Bachalp

4.1. Formes structurales

4.1.1. Failles

Les failles sont "*des accidents de style cassant développés dans des roches de toute nature*" (Coque 2002 p. 25). Contrairement aux diaclases et fractures, elles sont accompagnées d'un déplacement relatif des parties séparées.

Une faille est répertoriée dans la vallée. Elle s'étire perpendiculairement à l'arrête rocheuse qui fait frontière avec la vallée de la Dala au niveau du Schafberg et est d'orientation est-ouest.

4.1.2. Escarpements rocheux

La partie nord de la vallée est délimitée par un long escarpement rocheux qui relie le col du Schnydi au Restipass. Excepté le demi-cercle au Mauerhorn en roches cristallines, tout le reste de l'escarpement est composé de calcaires. Les imposantes parois du Torrenthorn en font notamment partie (fig. 6).

D'autres escarpements rocheux sont également visibles dans la partie est de la vallée. Les trois vallées latérales sont séparées par des crêtes. Un long escarpement rocheux s'étend à l'est de Bachalp et forme un arc de cercle en dessus de la route qui rejoint la vallée. Deux falaises plus modestes surplombent le village de Bachalp.



Figure 6 : Paroi calcaire du Torrenthorn (2998 m.)

4.1.3. Gradins rocheux

Les principaux gradins rocheux émergent parallèlement au fond de la vallée, à proximité du Schwarze See. Leurs formes arrondies témoignent de la présence d'un glacier dans les temps passés. D'autres gradins, en partie recouvert par des éboulis, s'étendent dans le Restital. La majorité des gradins de la vallée est d'orientation est-ouest.

4.2. Formes fluviales

4.2.1. Laves torrentielles



Figure 7 : Exemple d'une lave torrentielle sous le Fäselgrat.

De nombreuses laves torrentielles sont présentes dans toute la vallée. La plus longue descend depuis le versant sud du Torrenthorn en direction du Wysssee. Une niche d'arrachement met à disposition du matériel qui est emporté lors des principaux orages. Les laves torrentielles sont reconnaissables grâce à leurs formes spécifiques. Elles creusent un sillon lorsque leur énergie est grande et bâtissent deux crêtes latérales avec un bourrelet frontal lorsque leur vitesse diminue ; c'est-à-dire lorsque la pente est moins raide et que l'énergie baisse.

Plusieurs exemples de tels événements de plus petites tailles sont également visibles dans la vallée centrale (fig. 7). Sur le flanc est, une série de laves torrentielles parallèles ont coulé depuis le pied du Fäselgrat. Sur la partie haute, les sillons sont nettement creusés. Depuis la mi-hauteur de pente, les crêtes latérales apparaissent ; elles grandissent au fur et à mesure que la lave torrentielle descend. Dans le même temps, les sillons d'érosion diminuent de profondeur jusqu'à disparaître. Les laves terminent leurs chemins au fond de la vallée dans le lit du Feschilju.

4.2.2. Rebords d'érosion ou de terrasse

Les torrents qui coulent en dessus de Galm dans la prairie alpine ont formé les principaux rebords d'érosion. Le sol d'origine morainique en surface a facilité le travail des petits cours d'eau qui ont ensuite attaqué la roche sous-jacente. Après la confluence de trois de ces cours d'eau, le torrent nouvellement formé s'enfonce encore dans le sol et forme alors des rebords d'érosion plurimétriques.

4.2.3. Cônes de déjection

Sur le flanc ouest de la vallée centrale, des niches d'arrachement ainsi que des cônes de déjections de torrents sont distinguables. L'érosion de la partie aval du plus grand cône a formé une terrasse longue de plusieurs dizaines de mètres (fig. 8).



Figure 8 : Succession de niches d'arrachement, de ravinement et de cônes de déjection. La formation d'une terrasse d'érosion est bien visible sur le grand cône central.

4.3. Formes gravitaires

4.3.1. Éboulis

Les éboulis résultent du détachement un à un de blocs de différentes tailles de la paroi rocheuse. Selon l'inclinaison et la rugosité du versant et selon la forme et la masse des éléments mobilisés, le matériel dévale la pente jusqu'à ce qu'il se stabilise et trouve une position d'équilibre (Coque 2002).

"Si les éboulis suivent un couloir, ils se déposent à son extrémité aval en cônes d'éboulis. Si des cônes voisins deviennent coalescents ou si la descente des blocs se fait sur toute une pente, sans passer par des couloirs d'érosion, il se forme un talus d'éboulis continu." (Derruau 1988 p. 73)

Le phénomène de gélifraction est le principal responsable de ces formations dans la vallée. Il résulte de cycle de gel-dégel d'eau dans la roche combiné avec l'effet de gravité (Pissart 1987).

Les éboulis sont omniprésents dans la vallée de la Bachalp. Ils forment majoritairement des talus d'éboulis. À cause d'un manque d'apports d'éléments rocheux, certains des talus d'éboulis sont actuellement envahis par une couverture végétale. Ils sont alors appelés éboulis couverts (fig. 9). Les éboulis couverts sont principalement présent dans la vallée principale, sur le flanc est.

Plusieurs cônes d'éboulis sont encore actifs dans le Niwental, dont un de grande taille. Sa niche d'arrachement ainsi que le petit couloir d'éboulis en amont du cône sont également bien marqués (fig. 10).



Figure 9 : Exemple de talus d'éboulis couvert. La végétation de petite taille mais également des arbres ont envahi l'éboulis.



Figure 10 : Un cône d'éboulis dans le Niwental, avec en amont un petit couloir et la niche d'arrachement.

4.3.2. Solifluxion

La solifluxion est un déplacement lent et plastique d'une masse meuble sur un sol stable. Elle est due à la présence d'eau dans le matériel et à la force de gravité et n'affecte que la partie superficielle du sol. Contrairement à la solifluxion, la gélifluxion bénéficie de l'eau de fusion de la neige et de la fonte de la glace présente dans le sol. Elle utilise parfois un plan de glissement gelé qui facilite le mouvement (Coque 2002).

Dans la vallée, les phénomènes de solifluxion et de gélifluxion sont omniprésents. Il est par contre difficile de faire la distinction entre ces deux processus. Une des possibilités est de considérer la végétation. J'ai décidé de cartographier comme de la solifluxion toutes les formes de ce type d'événements qui sont colonisées par de la végétation. Les modelés qui ne sont pas couverts par de la végétation sont considérés comme de la gélifluxion.

4.3.2.1. Loupes de solifluxion

Les loupes de solifluxion sont de petites masses solifluées formant une demi-sphère convexe vers l'aval et pouvant présenter des niches d'arrachement (Foucault et Raoult 1995). Dans la vallée, les loupes sont souvent présentes en grands groupes, mais seulement sur les pentes fortement inclinées (fig. 11). Elles affectent alors tout le pan d'un versant. Tout le côté est du col du Schnydi est affecté par des loupes de solifluxion. On en retrouve également dans le Restital ou vers Stand.

Ce phénomène n'affecte pas seulement des sols mais également certains des éboulis couverts de la vallée. Le versant est de la vallée principale, juste sous le Faldumtal est remanié par les loupes de solifluxion. Sur l'autre versant, le même processus affecte toute la paroi, de Galm à Bachalp.

4.3.2.2. Coulées de solifluxion

Contrairement aux loupes de solifluxion, les coulées de solifluxion affectent le terrain plus en profondeur et ont des tailles nettement plus grandes et allongées. Le versant est du Horlini offre un bel exemple de rassemblement de coulées parallèles (fig. 12). De l'autre côté de la vallée, une coulée solitaire affecte également le terrain meuble en dessous de la crête menant au Niwen.



Figure 11 : Talus couvert de loupes de solifluxion à proximité du col du Schnydi (2397 m.).



Figure 12 : Coulée de solifluxion sous le sommet du Horlini (2452 m.).

4.3.3. Glissements

Les glissements de terrain sont des descentes relativement rapides de masses de terrain meuble d'un versant dues à la force de gravité et souvent à la présence d'eau dans le sol (Coque 2002). Un seul glissement conséquent est répertorié ici sur le versant sud du plateau d'Oberrischi. En l'état, il ne donne aucun signe d'activité.

4.3.4. Pieds de vaches

Les micro-glissements en "pieds de vache" sont de petits gradins formés par le passage répété du bétail dans du matériel meuble. Ces formes suivent en général les courbes de niveau (Derruau 1988). Le bétail présent à Bachalp a construit à plusieurs endroits de telles terrasses mais de dimension négligeable. C'est pourquoi elles ne sont pas cartographiées.

4.4. Formes karstiques

4.4.1. Dolines

Une doline est une dépression fermée et généralement circulaire ou elliptique. La dissolution de la roche forme un type de doline en entonnoir avec des parois peu inclinées. Les dolines d'effondrement forment par contre une sorte de puit, avec des parois très raides (Coque 2002).

De nombreuses dolines sont concentrées sur deux des glaciers rocheux de la vallée situés juste en dessous du Horlini. Dans le reste de la vallée, il n'y pas d'autres rassemblements aussi impressionnants mais des dolines isolées. Elles sont formées grâce à la dissolution (fig. 13) ou sont parfois de type effondrement (fig. 14). Seules les dolines les plus imposantes et les rassemblements d'un grand nombre d'entre elles sont répertoriés sur la carte.

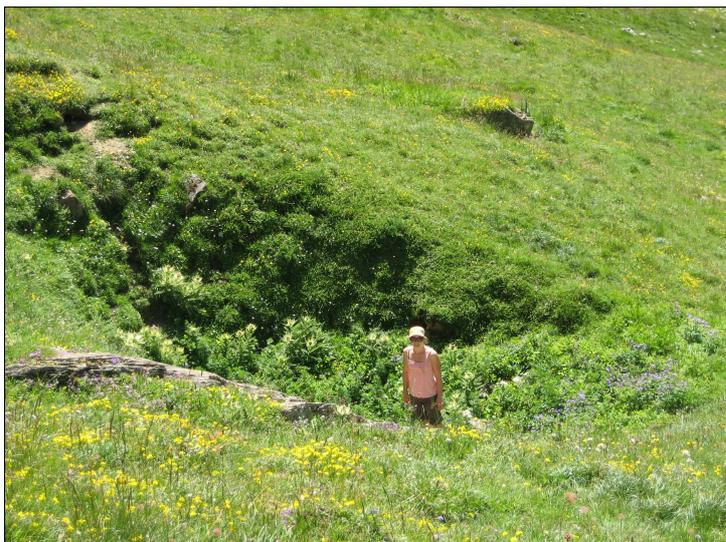


Figure 13 : Doline creusée par la dissolution de l'eau sur le flan nord de la vallée centrale.



Figure 14 : Doline d'effondrement dans le Niwental.

4.4.2. Perte

Les eaux superficielles de surface disparaissent parfois dans des pertes. Ils suivent ensuite des conduits souterrains qui resurgissent plusieurs centaines de mètres voir plusieurs kilomètres plus loin (Morard 2008).

Une perte est clairement distinguable au sud ouest de Galm (fig. 15). Sa présence ici est peut-être due au blocage des eaux de surface par le glacier rocheux. Ce dernier jouait probablement un rôle de barrage. Les eaux s'accumulant auraient alors cherché une autre possibilité de s'écouler et auraient creusé au fil du temps cette perte.



Figure 15 : Deux torrents s'engouffrent dans la perte du Horlini.
Le lieu de résurgence est inconnu.

4.5. Formes glaciaires

4.5.1. Glaciers

Dans le vallon de Bachalp, plus aucun glacier n'est à l'heure actuelle présent et actif. Cependant, les glaciers qui se sont retirés ont créé des formes spectaculaires et pour certaines encore bien visibles. Leurs activités ont laissé aussi bien des traces d'ablation que d'accumulation. La vallée principale en forme de U montre un bel exemple de vallée glaciaire, somme toute de taille modeste.

Comme déjà mentionné plus haut, trois cols relient le Lötschental avec Bachalp. Au temps des glaciations, ces trois cols étaient très probablement englacés. Des transfluences existaient alors entre les deux vallées au niveau des trois cols. Leurs formes ainsi que leurs altitudes voisines (environ 2600 m.) en témoignent.

La transfluence la plus importante était fort probablement celle du Restipass. La largeur du col ainsi que la grandeur du Restital prouve que l'érosion glaciaire a joué un rôle majeur. La continuité entre la vallée principale et le Restital démontre aussi que le glacier provenant du Lötschental était un des principaux agents d'érosion du creusement de la vallée de la Bachalp. La reconstitution des positions des glaciers au stade des moraines basses (fig. 3) faites par Aubert (1979) confirme cette hypothèse.

4.5.2. Cirques glaciaires

Le cirque glaciaire correspond à une cavité à fond plus ou moins plat, grossièrement semi-circulaire et délimitée par des parois abrupte occupée actuellement ou par le passé par un glacier (Coque 2002). Au fond de la vallée, où se situe le Schwarze See, la base d'un grand cirque a été comblée par des talus d'éboulis. Seule une partie des parois est encore escarpée. La forme en demi-cercle est par contre bien marquée. À l'est de ce cirque principal, les parois du Mauerhorn dessinent elles aussi un demi-cercle. Deux cirques de taille plus modeste se côtoient au centre du Faldumtal.

4.5.3. Cordons morainiques

Les cordons morainiques sont des dépôts glaciaires. Elles forment des sortes de crêtes composées de blocs et de cailloux anguleux emballés dans une matrice sablo-limoneuse (Coque 2002). Il en existe plusieurs sortes. Dans la vallée, on observe principalement des moraines latéro-frontales.

Deux imposantes moraines frontales forment le barrage du Wysser See. Leurs formes particulière en arc de cercle sont bien visibles (fig. 16). Dans le Restital et le Faldumtal, des moraines dessinent également des cordons semi-circulaires. Compte tenu de leurs grandeurs et de leurs positions assez élevées, ce sont vraisemblablement des moraines plus jeunes.



Figure 16 : Deux moraines frontales font office de barrage au Wysser See.

Les moraines latérales sont présentes en bon nombre dans la vallée. De taille modeste, comme sous la paroi du Torrenthorn, elles peuvent aussi être de tailles bien plus grandes. Les moraines du Restital et du Niwental en sont d'imposants exemples. Une longue moraine descend depuis le Horlini en direction de Teugmatte.

À l'ouest du Wysser See, un torrent a creusé dans la moraine et a mis à jour le matériel morainique. Le même genre de phénomène a lieu à Doebeggen et entaille le matériel morainique.

4.5.4. Roches moutonnées

Lorsqu'un glacier racle le substratum rocheux, il crée des stries dans le sens de l'écoulement et polit la roche. Ainsi, à force de l'user et de l'arrondir, le glacier crée des roches moutonnées (Derruau 1994). Ce sont donc des témoins de l'érosion glaciaire.

Quelques roches moutonnées sont visibles à proximité du Schwarze See. Cependant, la majorité de ces formes se situe à l'entrée est de la vallée et surplombe Bachalp. Elles forment une imposante surface et témoignent de la présence d'un glacier par le passé.

4.6. Formes périglaciaires

Le système périglaciaire est une zone où le gel joue un rôle important la majeure partie de l'année. Les cycles de gel et de dégel, soit l'alternance de la présence de l'eau sous sa forme liquide et solide, sont un facteur d'érosion dominant (Derruau 1988). Leurs durées peuvent fortement varier, de quelques heures à plusieurs semaines ou mois (Matsuoka et al. 1997).

4.6.1. Sols structurés

Dans le vallon de Bachalp, les sols structurés sont rares. Tout au nord-est, le Galmpass relie la vallée de Bachalp à l'Oberferdengletscher. C'est dans cette zone, entre le sommet du Mauerhorn et le Galmpass, que se trouvent les seuls sols structurés. Ce sont plus précisément des lignes de pierres redressées (fig. 17).



Figure 17 : Lignée de pierres redressées à proximité du Galmpass (2865 m.)

4.6.2. Buttes gazonnées

Les buttes gazonnées sont de petits monticules qui ont environ la grandeur de taupinières. Elles forment des espèces de champs bosselés (fig. 18). On retrouve ces étendus dans les espaces relativement plats au nord de Galm. Leur genèse est mal connue. Mais l'augmentation du volume est vraisemblablement due au gel de l'eau contenue dans le sol (Broccard 1998).

4.6.3. Blocs laboueurs

De nombreux blocs laboueurs sont présents dans la vallée (fig. 19). Leurs tailles restent par contre relativement modestes. C'est pourquoi ils ne sont pas cartographiés. Lors des cycles de gel-dégel, les blocs laboueurs fluent sur le sol à cause de leur poids. Ils sont facilement reconnaissables à leurs formes typiques : un bourrelet frontal et un sillon en amont. Le sillon reconstitue les positions successives du bloc.



Figure 18 : Champs de buttes gazonnées sur les hauteurs de Galm.



Figure 19 : Bloc laboureur avec son sillon et le bourrelet frontal.

4.6.4. Glaciers rocheux

" Un glacier rocheux est une accumulation de matériel détritique (éboulé, morainique...), de grande taille en surface et fin en profondeur, disposé en forme de lobe dont la surface présente de nombreuses rides (la convexité regarde vers l'aval) qui résultent de la déformation des sédiments englacés qui fluent sur une topographie inclinée. " (Broccard 1998 p. 56)

Les glaciers rocheux peuvent être, selon leurs dynamiques, de trois types différents : glacier rocheux actifs, glacier rocheux inactif ou glacier rocheux fossile.

Un glacier rocheux actif contient encore de la glace en son sein. Les débris qui le composent sont cimentés et peuvent fluer tel un glacier. Ce déplacement provoque la formation d'un talus frontal fortement incliné qui est composé de matériel de petite taille. Un glacier rocheux inactif contient encore de la glace mais n'est plus en mouvement. Enfin, un glacier rocheux fossile n'a plus de glace et ne se déplace plus. La fonte de la glace interne a provoqué des dépressions et un tassement de la surface (Monnier 2006).

"Le seul moyen de différencier dans l'absolu un glacier rocheux actif d'une formation inactive est d'en mesurer les mouvements;

de même, l'unique possibilité de distinguer une formation fossile d'un glacier rocheux inactif est de démontrer l'absence de glace en son sein." (Delaloye 2004 p. 30)

Dans le présent travail, aucunes preuves de déplacement ou de présence de glace ne sont avancées, que ce soit pour les glaciers rocheux actifs, inactifs ou fossiles. Seuls des critères visuels (tels que talus frontaux fortement inclinés pour les glaciers rocheux actifs ou dépressions en arc de cercle pour les glaciers rocheux fossiles) ont permis de classer les différents glaciers rocheux observés.

Deux glaciers rocheux fossiles ont des formes particulières à l'entrée ouest de la vallée. La dissolution du calcaire a agi sur les roches et des dolines sont maintenant disséminées sur les glaciers rocheux. Elles forment ainsi des dépressions présentes essentiellement dans les sillons (fig. 20). D'autres glaciers rocheux fossiles sont présents dans la vallée. Le Faldumtal en possède un bel exemple qui est en bonne partie envahi par de la végétation, tout comme celui situé en contrebas du Schwarze See. Par contre, le petit glacier rocheux fossile du Restital n'a pas de végétation. Le dernier glacier rocheux fossile répertorié est le plus petit de la vallée. Il est entièrement couvert et se trouve juste entre les deux moraines frontales qui font office de barrage du Wysse See.

Les glaciers rocheux actifs ou inactifs sont plus rares. Le glacier rocheux en aval du Faldumpass est très certainement le plus bel et probablement seul exemple d'une de ces formes actives (fig. 21). Deux autres glaciers rocheux qui semblent inactifs sont répertoriés sur la carte : le premier au nord du Schwarze See et le deuxième à proximité du Restipass.



Figure 20 : Le glacier rocheux fossile situé sous le Horlini est criblé de dolines. Les dépressions en arc de cercle sont spécifiques des glaciers rocheux fossiles.



Figure 21 : Exemple d'un glacier rocheux actif dans le Faldumtal. Le talus frontal fortement pentu est caractéristique des glaciers rocheux actifs.

La position du glacier rocheux inactif du Restipass à côté et quasiment au même niveau qu'un glacier rocheux fossile est un peu étrange. Une hypothèse est que la cause de cette différence soit la surface. Le glacier rocheux fossile est plus allongé et n'a pas rencontré d'obstacle ; la glace a donc pu flué. Son épaisseur a diminué et la fonte a ainsi été facilitée. Le glacier rocheux inactif est, lui, barré par un gradin rocheux. L'obstacle a empêché le glacier de fluier et le matériel s'est accumulé. La couche de glace s'est épaissi et fond sur un laps de temps plus long.

4.7. Formes anthropiques

Peu de formes anthropiques sont visibles dans la vallée, mis à part les hameaux de Galm et Bachalp et les routes pour y accéder. La seule véritable empreinte humaine est un captage d'eau sous l'arête de Niwen. Il n'y a par contre pas ou plus de torrent qui y arrive. La canalisation enterrée à la suite de ce captage est bien visible et débouche dans un petit lac. Un peu plus bas, un torrent qui a l'air naturel réapparaît à l'air libre. Quelques centaines de mètres après, il est canalisé pour probablement irriguer l'alpage de Niwenalp ou dans le but de protéger la route qui est juste en contrebas et qui mène à Bachalp.

5. Conclusion / Synthèse

La cartographie géomorphologique de la vallée de la Bachalp est marquée par la diversité des phénomènes présents. Certaines formes sont bien entendu plus marquées et plus importantes que d'autres. La prédominance de la couleur ocre sur la carte, et donc des formes gravitaires sur le terrain, est assez frappante. Cela pose quand même question. En effet, la vallée est à une altitude relativement élevée, entre 2000 et 3000 mètres environ. À ce niveau, plus de formes d'origine périglaciaire que cartographiées étaient attendues. Il est probable que la décision de dessiner toutes les formes de reptation lente de terrain couvert comme formes gravitaires a influencé, dans une large mesure, le résultat final.

En plus de la diversité des origines, les différences temporelles apparaissent au grand jour. Des phénomènes lents et continus dans le temps y côtoient ainsi des événements très ponctuels et catastrophiques, comme des laves torrentielles. Des morphologies peu communes, tels que les glaciers rocheux couverts de dolines, amènent également un peu d'originalité à la vallée et la différencient un peu des autres vallées alpines.

L'absence d'un glacier est un fait important à relever encore une fois. En voyant la carte, on constate pourtant que de nombreuses morphologies glaciaires sont encore présentes, qu'elles soient d'accumulation ou d'érosion. Voici une preuve de plus que les glaciers sont des éléments primordiaux de notre paysage. Ils ont, sur de longues périodes, façonnés les Alpes.

La combinaison de toutes les formes et de tous les facteurs, climatiques, géologiques ou autres, font de la vallée de la Bachalp un lieu intéressant à étudier. L'absence de quasiment toute forme anthropogénique rajoute un côté sauvage. Ainsi, il reste en Suisse et dans les Alpes des paysages à voir qui sont plus ou moins restés naturels.

La cartographie géomorphologique est un exercice de terrain intéressant à réaliser et très enrichissant pour un étudiant universitaire qui ne fait malheureusement que peu de terrain dans le cadre de ses études de Bachelor. En pratiquant et visualisant ce qui a été appris au cours, j'ai compris que la réalité du terrain est bien plus complexe

que la réalité théorique. Souvent, les différents phénomènes se superposent, les traces d'accumulation sont effacées par des processus d'érosion... La compréhension et la reconstitution du paysage sont compliquées. Il faut repenser plusieurs fois ses hypothèses avant de comprendre ou de croire comprendre l'origine d'une forme.

Même en ayant parfois certaines difficultés, la réalisation d'une carte donne au final un support concret à l'étude. Le résultat sous forme d'un élément lisible est valorisant pour le rédacteur du travail.

6. Bibliographie

6.1. Articles et livres scientifiques

Aubert D. (1979) : *Les stades de retrait des glaciers du Haut-Valais*. Thèse de doctorat présenté à la Faculté des Sciences de Lausanne.

Aubert D. (1981) : *Les stades de retrait des glaciers du Haut-Valais*. Résumé d'une thèse de doctorat soutenue en 1979 à l'université de Lausanne.

Broccard A. (1998) : *Géomorphologie du Turtmanntal (Valais)*. Mémoire présenté à l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne.

Burri M. (1955) : *La Géologie du Quaternaire aux environs de Sierre*. Bulletin des Laboratoires de Géologie, Minéralogie, Géophysique et du Musée géologique de l'Université de Lausanne, N° 114.

Burri M. (1987) : *Les Roches*. Collection "Connaître la nature en Valais". Editions Pillet, Martigny.

Burri M. (1997) : *Géologie récente de Finges et de ses environs (VS)*. Bulletin de la Murithienne, Société Valaisanne de Sciences Naturelles, N° 115.

Coque R. (2002) : *Géomorphologie*. 6^{ème} édition, Armand Colin, Paris.

Deferne J. et Angel N. (2009) : *"Comment les Alpes se sont-elles formées ?"* Ouvrage tiré du site Internet : www.kasuku.ch (consulté le 7 avril 2009).

Delaloye R. (2004) : *Contribution à l'étude du pergélisol en zone marginale*. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Fribourg. GeoFocus, vol. 10.

Derruau M. (1988) : *Précis de géomorphologie*. 7^{ème} édition, Masson, Paris.

Derruau M. (1994) : *Les formes du relief terrestre, notions de géomorphologie*. 6^{ème} édition, Masson, Paris.

Dorthe-Monachon C. (1993) : *Etude des stades tardiglaciaires des vallées de la rive droite du Rhône entre Loèche et Martigny*. Travaux et recherche de l'Institut de Géographie, Université Lausanne.

Foucault A. et Raoult J.-F. (1995) : *Dictionnaire de géologie*. 4^{ème} édition, Masson, Paris.

IGUL (2009) : Institut de Géographie de l'Université de Lausanne. *Directive d'un levé géomorphologique*. Page Internet consultée le 28 septembre 2009 : <http://www.unil.ch/igul/page18183.html>

Landolt E. et Aeschlimann D. (1986) : *Notre flore alpine*. Editions du Club Alpin Suisse.

Matsuoka N., Hirakawa K., Watanabe T. et Moriwaki K. (1997) : *Monitoring of Periglacial Slope Processes in the Swiss Alps : the First two Years of FrostShattering, Heave and Creep*. In : *Permafrost and Periglacial Processes*, Vol. 8, p. 155 -177.

MétéoSuisse (2009) : Office fédéral de météorologie et de climatologie, Confédération suisse. Page Internet consulté le 28 septembre 2009 : http://www.meteosuisse.admin.ch/web/fr/climat/climat_en_suisse/un_bref_apercu.html

Monnier S. (2006) : *Les glaciers-rocheux, objets géographiques. Analyse spatiale multiscalaire et investigations environnementales. Application aux Alpes de Vanoise*. Thèse de Doctorat présentée à l'Université de Paris VII, Val de Marne.

Morard S. (2008) : *Géomorphologie et Géologie du Parc Naturel Régional de Finges (Valais)*. Rapport pour la candidature au label Parc Naturel Régional.

Pissart A. (1987) : *Géomorphologie périglaciaire*. Laboratoire de Géomorphologie et de Géologie du Quaternaire, Université de Liège.

Schoeneich P. et Reynard E. (1992) : *Cartographie géomorphologique, Cartographie des risques / Geomorphologische Kartierung, Gefahrenkartierung*. Actes de la Réunion annuelle de la Société suisse de géomorphologie, 19 au 21 juin 1992, aux Diablerets et à Randa. Institut de Géographie, Université de Lausanne.

6.2. Cartes géologiques

Gemmi (feuille 1267) - Atlas géologique de la Suisse, 1:25 000, publiée par la Commission Géologique de la Suisse.

Lötschental (feuille 1268) - Atlas géologique de la Suisse, 1:25 000, publiée par la Commission Géologique de la Suisse.

7. Annexes

7.1. Légende IGUL

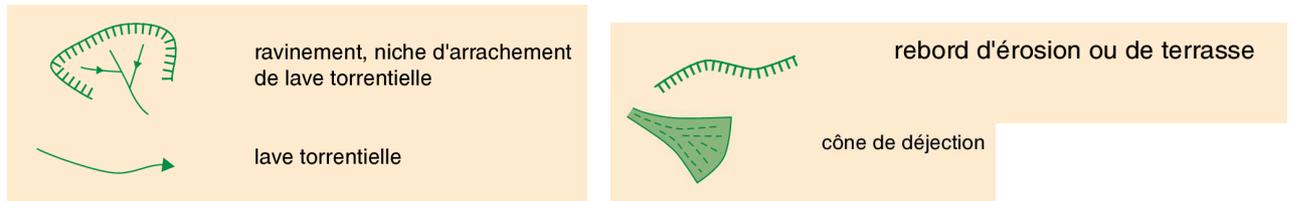
7.1.1. Formes structurales



7.1.2. Hydrographie



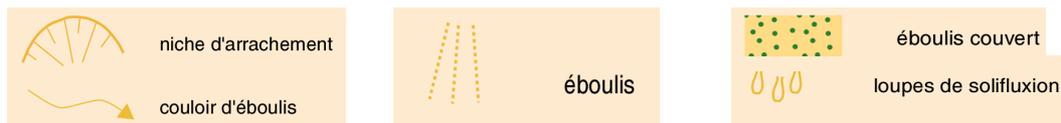
7.1.3. Formes fluviales



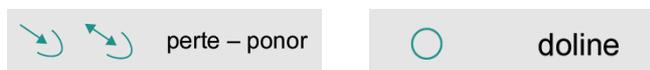
7.1.4. Formes anthropiques



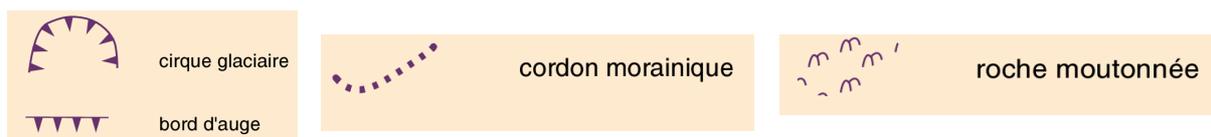
7.1.5. Formes gravitaires



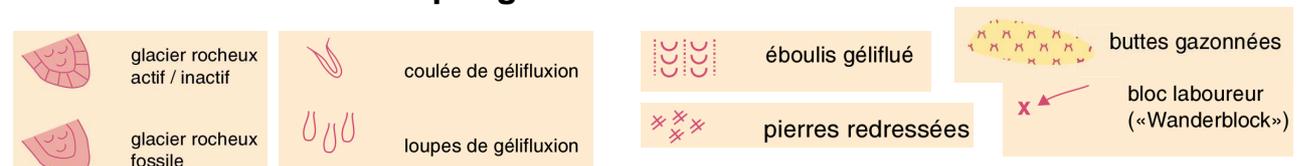
7.1.6. Formes karstiques



7.1.7. Formes glaciaires

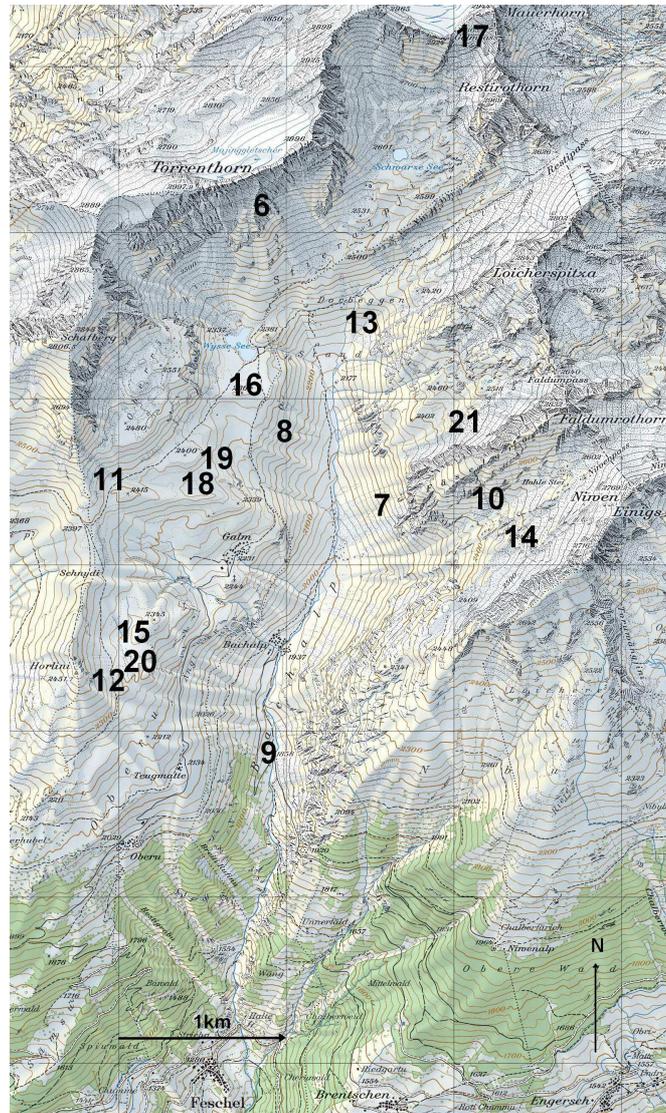


7.1.8. Formes périglaciaires



7.2. Carte de l'emplacement des photographies

La carte de la vallée de la Bachalp représente les emplacements des photographies présentées dans le travail. Les numéros correspondent aux numéros des figures. Toutes les photographies sont du rédacteur.



Carte des emplacements des photographies (ici leurs numéros) présentées dans le travail.

7.3. Carte géomorphologique de la vallée de la Bachalp

