

Valorisation de la géomorphologie glaciaire et périglaciaire dans le massif des Combins par le développement de deux sentiers géotouristiques

Elodie Bouvier

Sous la direction du Prof. Emmanuel Reynard
Experte: Dr. Amandine Perret



Illustration de couverture : Le Petit Combin vu depuis le point culminant du sentier du Tour des Lacs – Haut val de Bagnes.

Sauf mention contraire, toutes les illustrations sont de l'auteur.

Remerciements

- A Emmanuel Reynard, directeur de ce mémoire, pour avoir suivi et encadré ce travail ainsi que m'avoir conseillée et guidée.
- A Amandine Perret, pour avoir expertisé ce travail de mémoire.
- A mes collègues de master, en particulier Marie, Marika, Félicie, Mathieu, César et Pierre pour ces deux années magiques passées en leur compagnie ; les soirées à Sainte-Croix ainsi que nos nombreuses virées dans les refuges du Jura.
- A Nathalie Carminati, fidèle amie du gymnase, pour ces précieux conseils sur la communication graphique et l'aide à l'utilisation d'Adobe Illustrator.
- A mes compagnons de cordées, Ophélie, Sarah, Olivier, Raph, Yannick, Kevin et Robin, mes amis du Club Alpin, qui ont évalué les deux brochures et pour tous les moments inoubliables passés en montagne ces dernières années.
- A tous mes proches qui ont pris du temps pour évaluer les deux sentiers. Je les remercie également pour les précieux conseils qu'ils m'ont donné.
- A toutes les personnes interrogées sur les sentiers du pied du massif des Combins pour m'avoir accordé de leur temps pour répondre aux questionnaires.
- Aux gardiens des cabanes Brunet et Panossière, pour leur accueil et pour avoir diffusé une partie des questionnaires auprès des randonneurs.
- Et finalement, à Robin Delabays, pour son soutien constant dans les meilleurs et les pires moments tout au long de la réalisation de ce mémoire et dans notre vie, pour m'avoir accompagnée sur le terrain et écoutée attentivement pendant tous les moments de doutes.

Résumé

L'évolution des pratiques touristiques davantage centrées sur la nature et le paysage couplée à l'intérêt grandissant du public pour les domaines des sciences de la Terre, ainsi que l'existence d'un champ de recherche sur la médiation géoscientifique et le géotourisme m'amènent à orienter ce travail sur l'élaboration d'un produit géotouristique.

Ce travail de mémoire a pour objectif une valorisation de la géomorphologie glaciaire et périglaciaire au pied du massif des Combins à travers l'élaboration de deux sentiers géotouristiques. Ces derniers accorderont une grande importance aux changements paysagers des milieux de montagne et aux risques glaciaires et torrentiels induit par le réchauffement climatique. Les messages principaux ont pour objectif de faire prendre conscience de la fragilité des milieux de montagne en sensibilisant le public aux conséquences du réchauffement climatique sur les glaciers et sur le permafrost. Les deux sentiers géotouristiques initient également le public à la géomorphologie glaciaire et périglaciaire de la région des Combins.

L'élaboration de ces deux produits géotouristiques se base sur une méthode qui s'articule autour de quatre domaines de questionnement : (1) identification du public intéressé à un sentier géotouristique, (2) identification des sites qui méritent d'être valorisés, (3) élaboration d'un contenu vulgarisé et graphiquement valorisé et (4) choix du support de la médiation. Les choix relatifs à ces quatre domaines de questionnement sont expliqués en détails dans la partie empirique de ce travail de mémoire.

Mots clés : géomorphologie glaciaire, géomorphologie périglaciaire, géotourisme, médiation géoscientifique, produit géotouristique, val de Bagnes.

Table des matières

1. Partie introductive	12
1.1 Problématique	13
1.1.1 Introduction	13
1.1.2 Les changements environnementaux	13
1.1.3 La fonte des glaciers	15
1.1.4 Une dégradation du permafrost	16
1.1.5 Une sensibilisation du public	16
1.1.6 Le choix d'un terrain dans le Haut val de Bagnes	17
1.2 Méthodologie et objectifs	18
1.2.1 Objectif 1 : Elaboration du profil du public	19
1.2.2 Objectif 2: Sélection des sites propices à une médiation	19
1.2.3 Objectif 3 : Création d'un contenu vulgarisé et graphiquement valorisé	19
1.2.4 Objectif 4 : Réalisation pratique et évaluation	20
1.3 Plan du travail	20
2. Terrain d'étude	22
2.1 Cadre géographique	23
2.2 Cadre climatique	25
2.3 Cadre géologique	26
2.4 Le Quaternaire	27
2.5 Cadre géomorphologique	27
2.5.1 Formes et processus glaciaires	28
2.5.2 Formes et processus périglaciaires	28
3. Cadre théorique et état de la recherche	30
3.1 L'intérêt grandissant du public pour les sciences de la Terre	31
3.1.1 L'évolution de la demande du tourisme	31
3.1.2 L'ouverture du monde scientifique à la médiation	31
3.2 Le géotourisme	33
3.2.1 Une vision touristique	33
3.2.2 Une vision scientifique	33
3.3 La médiation géoscientifique	35
3.3.1 Définitions	35
3.3.2 Un instrument de sensibilisation	35
3.4 Les bonnes pratiques en interprétation	36
3.4.1 Structurer l'information	36
3.4.2 Faire réfléchir le public	38
3.4.3 Faire des liens avec le public	39
3.4.4 Synthèse : la démarche d'interprétation de Bringer	39
3.5 Les sentiers géotouristiques existants	40

4. Le public	42
4.1 Comment définir le public ?	43
4.2 L'identification du public dans le cadre des deux sentiers	44
4.2.1 Relations entre le public et la randonnée	45
4.2.2 Le niveau de connaissance du public	46
4.2.3 Profil socio-démographique du public	50
4.3 Synthèse	51
5. Les sites	52
5.1 Méthodes de sélection des sites	53
5.2 Le choix des sentiers du Haut val de Bagnes	53
5.3 Sélection des sites au sein des deux sentiers	54
5.3.1 Le respect des contraintes sur le sentier du glacier de Corbassière	56
5.3.2 Le respect des contraintes sur le sentier du Tour des Lacs	58
6. Le contenu et le support	60
6.1 Un contenu scientifique simplifié	61
6.1.1 Des thèmes comme fil conducteur	61
6.1.2 Faire des liens avec le public	63
6.1.3 Les 6F de Summermater	63
6.1.4 La création d'une brochure interactive pour le public	66
6.1.5 La démarche d'interprétation de Bringer	67
6.2 La représentation graphique des informations	68
6.2.1 La conception graphique	68
6.2.2 Une partition de l'information	69
6.2.3 Utilisation d'un code couleur	69
6.2.4 Une mise en évidence d'une partie de l'information	70
6.3 Un message pour chacun des sites	71
6.3.1 Le sentier autour du glacier de Corbassière	71
6.3.2 Le sentier du Tour des Lacs	72
6.4 Le support	73
6.4.1 Comment choisir le support de la médiation ?	73
6.4.2 Le choix du support dans le cadre des deux sentiers	73
7. Evaluation des deux brochures	78
7.1 La première phase d'évaluation	79
7.2 Résultats de la première phase d'évaluation	80
7.2.1 Vocabulaire trop technique	80
7.2.2 Schémas trop techniques	81
7.2.3 Paragraphes trop longs et pas assez aérés	81
7.2.4 Problèmes graphiques	82

7.3 Deuxième phase d'évaluation	83
7.3.1 Méthodologie	83
7.3.2 Portrait des évaluateurs	84
7.3.3 Résultats de l'évaluation	85
8. Partie conclusive	88
8.1 Retour sur les objectifs	89
8.1.1 L'élaboration du profil du public	89
8.1.2 La sélection des sites	89
8.1.3 Le contenu et le support	90
8.2 Perspectives	91
8.2.1 Perspectives de recherche	91
8.2.2 Comparaison avec d'autres réalisations géotouristiques	92
8.2.3 Perspectives de valorisation	92
Bibliographie	95
Annexes	102

Liste des figures

Sauf indication contraire, les figures ont été réalisées par l'auteur

Figure 1 : Augmentation des températures annuelles moyennes sur Terre et dans les Alpes entre 1900 et 2000. Source : Beniston, 2005.	14
Figure 2 : Températures annuelles moyennes au Grand Saint-Bernard depuis 1864 et écart à la moyenne de 1961-1990. Source : Climap.	14
Figure 3 : Pourcentage restant de la surface d'accumulation des glaciers dans différents pays en fonction de l'augmentation de la température. Source : Zemp & al., 2006.	15
Figure 4 : L'intérêt des randonneurs pour la création de produits géotouristiques dans le Haut val de Bagnes. Echantillon : N=45 personnes interrogées.	18
Figure 5 : Les quatre domaines de questionnements selon la méthodologie pour l'élaboration de produits géotouristiques. Source : Martin & al., 2010.	18
Figure 6 : Carte de situation du val de Bagnes et du terrain d'étude. Fond de carte : Swisstopo (map.geo.admin.ch)	23
Figure 7 : Carte des deux sentiers géotouristiques. Fond de carte : swisstopo (map.geo.admin.ch)	24
Figure 8 : Climatogramme de la station du Grand Saint-Bernard. Source : Climap	25
Figure 9 : Carte tectonique de la région d'étude. Fond de carte : Swisstopo (map.geo.admin.ch)	26
Figure 10 : La démarche d'interprétation de Bringer (1993)	39
Figure 11 : Guide géologique du val de Bagnes destiné au grand public réalisé par Baillifard & al. (2012)	40
Figure 12 : Sentier géomorphologique du glacier du Morteratsch réalisé par Maisch & al. (1993)	41
Figure 13 : Fréquence des randonnées en montagne. Echantillon : N=45 personnes interrogées	45
Figure 14 : Difficulté générale des randonnées réalisées. Echantillon : N=45 personnes interrogées	45
Figure 15 : Type de randonnée. Echantillon : N=45 personnes interrogées	46
Figure 16 : Evaluation des connaissances du public. Echantillon : N=42 personnes interrogées	46
Figure 17 : La formation d'un glacier. Echantillon : N=45 personnes interrogées	47
Figure 18 : Les impacts des glaciers sur le paysage. Echantillon : N=45 personnes interrogées	47
Figure 19 : Date à partir de laquelle les glaciers ont drastiquement reculé. Echantillon : N=45	48
Figure 20 : Définir le terme « permafrost ». Echantillon : N=45 personnes interrogées	48
Figure 21 : La dégradation du permafrost. Echantillon : N=45 personnes interrogées	49
Figure 22 : Définir le terme « glacier rocheux ». Echantillon : N=45 personnes interrogées	49
Figure 23 : Age du public. Echantillon : n=42 personnes interrogées	50
Figure 24 : Avec quelles personnes randonnez-vous ? Echantillon : N=43 personnes interrogées	50
Figure 25 : Provenance des randonneurs. Echantillon : N=43 personnes interrogées	50
Figure 26 : L'intérêt des randonneurs pour une offre géotouristiques. Echantillon : N=45 personnes interrogées	51
Figure 27 : Les différents arrêts sur le sentier du glacier de Corbassière. Fond de carte : Swisstopo	57
Figure 28 : Les différents arrêts sur le sentier du Tour des Lacs. Fond de carte : Swisstopo	59

Figure 29 : Les trois thèmes du sentier du glacier de Corbassière et du sentier du Tour des Lacs	61
Figure 30 : Faire des liens entre le public et les objets de la médiation selon Tilden (1977), Bringer (1993), Badman, (1994), Page (1994) et Moscardo (1999), Martin et al. (2010) appliqué au sentier de Corbassière	63
Figure 31 : Les règles de la fascination et de la familiarité (Summermatter, 2003) appliquées aux deux sentiers géotouristiques	64
Figure 32 : La règle de la fidélité (Summermatter, 2003) appliquée au sentier du glacier de Corbassière	64
Figure 33 : La règle de la fonctionnalité (Summermatter, 2003) appliquée aux deux sentiers	65
Figure 34 : La règle de la formation (Summermatter, 2003) appliquée aux deux sentiers	65
Figure 35 : Solliciter la réflexion du public en posant des questions afin de maximiser l'interactivité cognitive selon Cayla & al. (2010)	66
Figure 36 : L'interactivité émotionnelle selon Cayla & al. (2010) appliquée aux sentiers du pied des Combins	66
Figure 37 : Utiliser le terrain afin de faire observer activement le public	67
Figure 38 : La démarche d'interprétation de Bringer (1993) appliquée aux deux sentiers	67
Figure 39 : La conception graphique selon Ham (1992), Bitgood (2000) et Moscardo & al. (2007) appliquée aux deux brochures	68
Figure 40 : La partition de l'information selon Ham (1992) Moscardo & al. (2007) et Martin (2012) appliquée à l'arrêt n°7 du Tour des Lacs	69
Figure 41 : Utilisation d'un code couleur par thème selon Moscardo & al. (2007) et Martin & al., (2010) appliquée à l'arrêt n°3 du sentier du Tour des Lacs	70
Figure 42 : La hiérarchisation de l'information selon Bringer (2003) appliquée aux deux brochures	70
Figure 43 : Les deux brochures contiennent deux pages d'accueil	74
Figure 44 : Les deux brochures contiennent une carte topographique et une liste des arrêts	74
Figure 45 : Les deux brochures contiennent une introduction à la géomorphologie sous la forme d'une « petite mise en jambe ».	75
Figure 46 : Les randonneurs souhaitent des explications en français à plus de 90%. Echantillon : N=45 personnes interrogées.	75
Figure 47 : Le profil des évaluateurs lors de la première phase d'évaluation	80
Figure 48 : « Petite mise en jambe » initiale jugée trop compliquée (à gauche) ; « Petite mise en jambe » simplifiée suite à la première phase d'évaluation (à droite)	81
Figure 49 : La première version comportait des paragraphes trop longs et le texte n'étaient pas mis suffisamment en évidence (à gauche) ; sur la version finale, l'information et les différents schémas sont articulés harmonieusement (à droite)	82
Figure 50 : La première version avant la première phase d'évaluation (à gauche) ; la version finale (à droite)	83
Figure 51 : Le profil des évaluateurs lors de la deuxième phase d'évaluation	84
Figure 52 : La version avant la deuxième phase d'évaluation (à gauche) ; la version modifiée suite à la deuxième phase d'évaluation (à droite)	86
Figure 53 : La version avant la deuxième phase d'évaluation (en haut) ; la version simplifiée et modifiée	87

Liste des tableaux

Sauf indication contraire, les tableaux ont été réalisés par l'auteur

Table 1 : Les différentes typologies du public. Source : Martin, 2012.	43
Table 2 : Les différents types de public selon la motivation. Source : Berrebi, 2006.	44
Table 3 : Le choix des thèmes pour chacun des sites du sentier du glacier de Corbassière	62
Table 4 : Le choix des thèmes pour chacun des sites du sentier du Tour des lacs	62
Table 5 : Les différents mots techniques qui ont été simplifiés ou supprimés	80

1. Partie introductive

.....

1.1 Problématique

1.1.1 Introduction

Dans un contexte de crise environnementale, où la prédation sur les ressources naturelles est croissante, on assiste à un retour à la nature et à un changement des valeurs pour une partie de la population (Forster & al., 2011). L'apparition d'une conscience écologique et l'intérêt grandissant pour les types de tourisme alternatifs et durables où l'environnement, la nature et l'authentique sont au centre se place comme une nouvelle tendance chez les professionnels du tourisme (Forster & al., 2011).

Avec le développement de ces différentes pratiques touristiques basées sur la valorisation de la nature et la beauté des paysages (Pralong, 2006), les sciences de la Terre ont plusieurs atouts pour développer des offres dans le domaine du géotourisme. En effet, il est possible de constater que les sciences de la Terre gagnent en popularité auprès du public. Dans le cadre de sa thèse, Martin (2012) a réalisé une enquête de terrain sur plusieurs sites d'étude pour analyser l'intérêt du public pour une explication géomorphologique. Il ressort de cette enquête qu'environ 87% des individus seraient intéressés à recevoir des explications sur le site visité. En outre, les trois quarts des questionnés disent avoir un intérêt pour la géologie, le paysage ainsi que l'évolution de ce dernier. Dans la même logique, Pralong (2006 :175) a également réalisé des enquêtes de terrain sur quatre sites différents. Il en ressort que le public s'intéresse en priorité aux thèmes traitant de *nature et paysage*. Selon ce même auteur, on ressent un réel intérêt de la part du public à recevoir des explications à but pédagogiques et à s'initier à la découverte de sites naturels. En outre, Pralong (2006) souligne que près de 40% des visiteurs questionnés s'intéressent en particulier aux thèmes de la *géologie et du paysage*.

L'intérêt grandissant du public pour les domaines des sciences de la Terre, de la nature et de l'environnement alpin inclus dans une problématique globale du réchauffement climatique m'amène à orienter ce travail de mémoire vers une sensibilisation du public face aux changements paysagers et climatiques dans un environnement de haute montagne.

1.1.2 Les changements environnementaux

Malgré le fait que l'histoire de la terre ait été marquée par de grands changements climatiques, le changement actuel se différencie par sa rapidité et son intensité (Beniston, 2005). Depuis l'ère industrielle, on assiste à une augmentation des températures moyennes de la planète d'environ 0.7°C causée par les activités humaines (Beniston, 2005). La figure 1 permet d'observer que le réchauffement des températures n'a pas été égal selon les régions. En effet, on observe une augmentation des températures annuelles moyennes plus marquée dans les environnements de montagne que dans les autres milieux. Le réchauffement subi au 20^{ème} siècle dans les Alpes est compris entre 0.9 et 1.5°C contrairement à la moyenne annuelle mondiale qui est d'environ 0.5°C (Beniston, 2005 ; Casty et al., 2005 ; Schoneich & De Jong, 2008). Une augmentation des températures jusqu'à 1.5°C a été enregistrée depuis le début du 20^{ème} siècle à la Jungfrau et aux Säntis (Beniston, 2005). Ces chiffres montrent que l'environnement alpin est très sensible au réchauffement climatique.

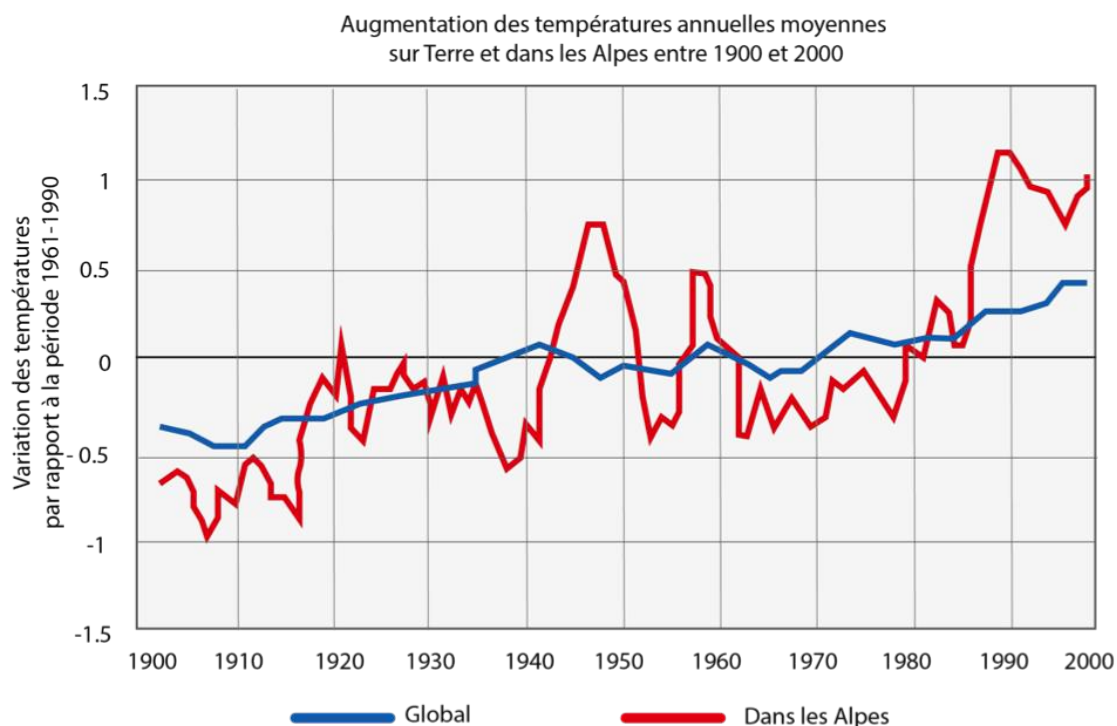


Figure 1 : Augmentation des températures annuelles moyennes sur Terre et dans les Alpes entre 1900 et 2000. Source : Beniston, 2005.

Les températures annuelles moyennes depuis 1864 à la station du Grand Saint-Bernard (fig. 2) montrent également l'évolution des températures et confirment la tendance générale. Selon les données disponibles à cette station de mesure, les températures annuelles moyennes ont commencé à augmenter dès la fin du Petit Age Glaciaire. Les températures diminuent d'environ 0.3°C par rapport à la moyenne dans les années 1970 pour ensuite remonter drastiquement dès les années 1980. Les températures sont actuellement, jusqu'à 1.5°C supérieures à la moyenne des trente années cumulées de 1961 à 1990.

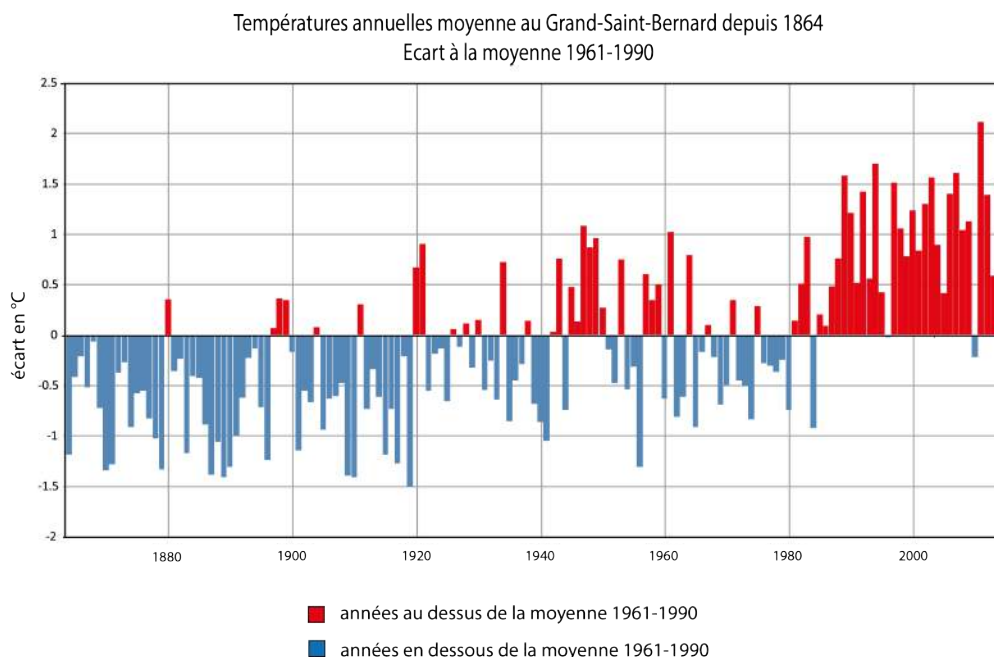


Figure 2 : Températures annuelles moyennes au Grand Saint-Bernard depuis 1864 et écart à la moyenne de 1961-1990. Source des données : Climap.

La vitesse et l'intensité de ce réchauffement climatique engendrent de profondes modifications dans les milieux de montagne (Beniston, 2005 ; Schoneich & De Jong, 2008). Parmi ces changements, il faut mettre particulièrement en évidence une fonte massive des glaciers (Zemp & al., 2006) ainsi qu'une dégradation du permafrost (Kääb, 2005; Lambiel, 2006 ; Ravel & Deline, 2008 ; Delaloye & al., 2008)

1.1.3 La fonte des glaciers

Concernant la fonte des glaciers, dans leur étude, Zemp & al. (2006) ont mis en évidence que les glaciers alpins ont perdu en moyenne 35% de leur surface totale entre 1850 et 1970 et presque 50% jusque dans les années 2000. Les modèles de prédiction ont montré qu'une augmentation future de 3°C des températures moyennes réduirait encore la surface de 80% par rapport à 1850 (fig. 3). Zemp & al., (2006) clament qu'une augmentation de 5°C aurait pour conséquence une diminution de 90% des surfaces glaciaires d'ici la fin du 21^{ème} siècle ; les petits glaciers disparaîtraient entièrement.

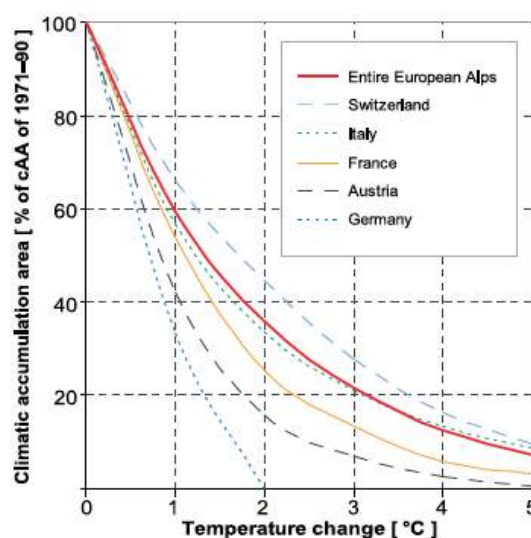


Figure 3 : Pourcentage restant de la surface d'accumulation des glaciers dans différents pays en fonction de l'augmentation de la température. Source : Zemp & al., 2006.

La fonte des glaciers pourrait générer des risques glaciaires (Ravel, 2009). En effet, les glaciers ont perdu près d'une centaine de mètres d'épaisseur depuis la fin du Petit Age Glaciaire, les moraines latérales ne sont donc plus soutenues et se trouvent en déséquilibre gravitaire (Ravel, 2009). Ces processus de déstabilisation peuvent engendrer de chutes de pierres et des glissements de terrain. L'augmentation des températures a également pour conséquence une modification du régime thermique des glaciers. Ravel (2009) insiste sur le fait que des glaciers froids voient leur température s'élever et peuvent se transformer progressivement en glaciers tempérés. Ces derniers vont commencer à glisser vers l'aval à cause de la présence d'eau liquide à leur base. Ravel (2009) met en évidence « cette modification des propriétés physiques des glaciers, couplée avec leur amincissement est vraisemblablement à l'origine des glissements qui ont récemment affectés les glaciers de Corbassière et de la Grande Motte ». Quant à Pralong et Funk (2006), ils mettent en évidence que l'augmentation des températures peut déstabiliser les glaciers de haute altitude, qui en tombant, déclencheraient des avalanches de séracs.

1.1.4 Une dégradation du permafrost

Comme les glaciers, le permafrost réagit également à l'augmentation des températures. Cependant, contrairement aux conséquences du réchauffement du climat sur les glaciers, la réaction du permafrost est difficilement visible dans un paysage de montagne. Son évolution est suivie par des réseaux d'observation et de monitoring comme PERMOS. Ce dernier utilise principalement des forages et l'enregistrement des températures de surface afin d'étudier l'évolution du permafrost. Lambiel (2006) a relevé « *une incurvation des courbes du permafrost en direction des températures positives jusqu'à une profondeur de 30-50 mètres, ce qui témoigne d'un réchauffement généralisé du permafrost dans les premiers décimètres du sous-sol* ». Harris & al. (2003) soulignent que le permafrost s'est réchauffé de 0.5 à 0.8°C dans les dix mètres sous la surface du sol depuis le siècle passé.

Les conséquences du réchauffement climatique sur le permafrost s'illustrent par une diminution de la stabilité des couches de maintien du sol dans les environnements périglaciaires (Lambiel, 2006). Cette perte de stabilité du sol peut entraîner une augmentation de la fréquence des chutes de blocs, des accélérations ou des ruptures de certains glaciers rocheux (Delaloye & al., 2008) et des éboulements de plus en plus fréquents comme lors de l'été 2005 dans le massif du Mont-Blanc où un écroulement rocheux d'un volume de 265'000 m³ dans la face ouest des Drus s'est déclenché (Ravanel & Deline, 2008). Des laves torrentielles peuvent également se déclencher et avoir des conséquences sur les infrastructures situées en aval (Kääb, 2005).

1.1.5 Une sensibilisation du public

La fonte des glaciers, la dégradation du permafrost et l'augmentation des dangers naturels sont des grands thèmes de l'actualité véhiculés par les médias dont le grand public ne comprend pas toujours les fondements scientifiques (Kramar & Pralong, 2005). Apporter un complément d'information, des réponses claires ainsi qu'une vision critique sur ces sujets est une partie de la solution. En effet, il est important de sensibiliser le randonneur en montagne, non seulement à une meilleure connaissance des formes et des processus glaciaires et périglaciaires mais également lui faire adopter une nouvelle vision sur l'aspect dynamique et évolutif des milieux de montagne. Sensibiliser le public, c'est également lui faire adopter une certaine conscience environnementale et l'encourager à avoir un comportement responsable comme le souligne cet auteur :

« Interpretation stimulates, facilitates and extend people's understanding so that empathy and concern towards conservation and landscapes can be developed, prompting more responsible behaviour ». (Tubb, 2003 :478)

Dans le cadre de ce mémoire, la sensibilisation du public va se faire par le biais de la création de deux sentiers géotouristiques. Ces derniers accorderont une grande importance à la modification paysagère des milieux de montagne et aux risques induit par le réchauffement climatique. Les messages principaux auront pour objectif de faire prendre conscience de la fragilité des milieux de montagne en sensibilisant le public aux conséquences du réchauffement climatique sur les glaciers et le permafrost ainsi que sur les risques torrentiels et glaciaires liés à ces environnements. De plus, un fort accent sera mis sur l'aspect dynamique et évolutif d'un paysage de haute montagne. Finalement, les deux sentiers géotouristiques initieront le public à la géomorphologie glaciaire et périglaciaire de la région des Combins.

1.1.6 Le choix d'un terrain dans le Haut val de Bagnes

Trois facteurs motivent la réalisation de ces sentiers dans le Haut val de Bagnes :

1. Un terrain propice à une médiation géoscientifique sur les thèmes de la géomorphologie glaciaire et périglaciaire
2. Combler un manque dans l'offre géotouristique du val de Bagnes.
3. Un fort intérêt de la part des randonneurs pour la géomorphologie.

1. Le Haut val de Bagnes est considéré comme étant l'un des berceaux de la glaciologie avec les différentes découvertes faites par Jean-Pierre Perraudin sur la nature et la dynamique des glaciers. Cette région gagne à se faire connaître par les amoureux de la nature de par un environnement très alpin et minéral et son cadre « hors des sentiers battus ». En effet, situé au cœur de la chaîne alpine, au pied des plus prestigieux 4000 des Alpes, il offre la possibilité de s'évader au plus près des cimes, dans une région surnommée « l'Himalaya des Alpes ». La région du Haut val de Bagnes présente plusieurs sentiers de randonnées pédestres en haute montagne entre 2000 et 3000 mètres d'altitude et offre la possibilité de découvrir une multitude de forme et processus glaciaires et périglaciaires. En effet, un inventaire de géomorphosites dans le val de Bagnes réalisé par Genoud (2008) met en évidence le fort potentiel de valorisation géomorphologique de cette région. Le glacier de Corbassière a notamment été recensé dans cet inventaire de géomorphosites (annexe 3). Le site du glacier de Corbassière s'est particulièrement distingué par une valeur scientifique très importante. En effet, les différentes formes glaciaires visibles sont très bien préservées et le site est très représentatif des formes et processus glaciaires du val de Bagnes (Genoud, 2008). De plus, selon ce même auteur, le côté spectaculaire de ce site, la qualité et le nombre de points de vue ainsi que le développement vertical font que sa valeur esthétique est maximale. Genoud (2008) relève que le glacier de Corbassière est un site unique pour réaliser une valorisation sur les environnements glaciaires de haute montagne.

De plus, lors du semestre d'automne 2013, nous avons réalisé un camp de cartographie géomorphologique dans la région de la cabane Brunet. Les résultats de la cartographie ont mis en lumière la richesse des formes périglaciaires dans cette région, particulièrement sur le sentier du Tour des Lacs.

2. Les thématiques des changements paysagers et des risques torrentiels et glaciaires inclus dans une problématique globale du réchauffement climatique dans un environnement de haute montagne ne sont pas abordées dans l'offre géotouristique du val de Bagnes.

3. Dans le cadre de ce mémoire, une enquête de terrain a été également réalisée durant l'été 2014. Un total de 45 questionnaires a pu être remis aux randonneurs sur les différents sentiers au pied du massif des Combins. Il en ressort que les interrogés se disent être « intéressés » (34%), « très intéressés » (24%) et « extrêmement intéressés » (36%) à recevoir des informations sur la formation du paysage et sur la géomorphologie glaciaire de la région (fig. 4). Un intérêt si marqué de la part du public permet de confirmer qu'il y a une demande pour ce type de produit géotouristique dans le val de Bagnes. De plus, de tels résultats sont extrêmement importants et motivants lors de la réalisation de produits destinés au géotourisme.

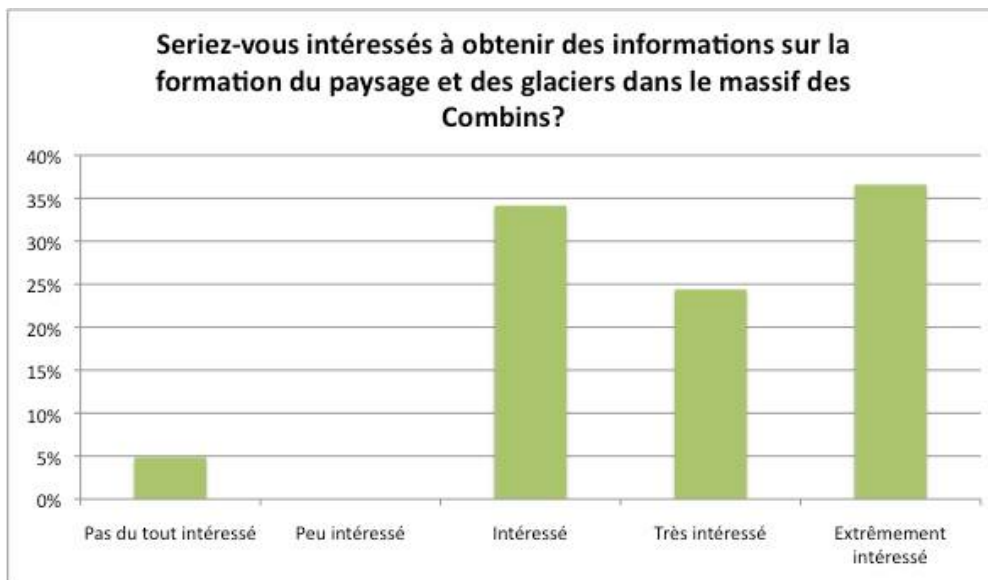


Figure 4 : L'intérêt des randonneurs pour la création de produits géotouristiques dans le Haut val de Bagnes. Echantillon : N=45 personnes interrogées.

1.2 Méthodologie et objectifs

La méthodologie utilisée dans ce mémoire provient de l'article de Martin & al. (2010) et de Martin (2012). Cette méthode a pour but de fournir « une formalisation du processus de création de produits géotouristiques » (Martin & al., 2010). Ces mêmes auteurs ont constaté « le manque d'outils spécifiques à la médiation des géosciences et, plus particulièrement, en géomorphologie ».

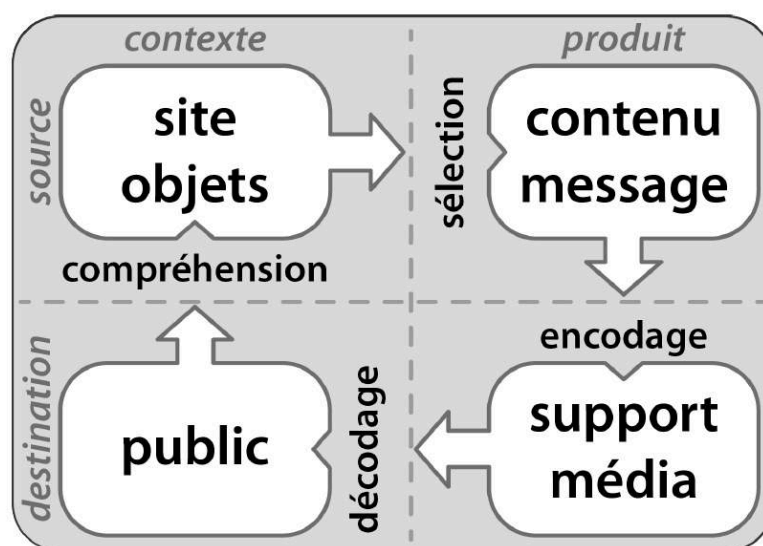


Figure 5 : Les quatre domaines de questionnements selon la méthodologie pour l'élaboration de produits géotouristiques. Source : Martin & al., 2010.

Lors de la réalisation d'un produit géotouristique, il faut se questionner sur les modalités, les objectifs, les étapes et le cadre du projet. Il est donc pertinent de se poser des questions d'analyse qui guideront l'axe du travail : **Pour qui ? Quoi ? Comment ? De quel manière ?** (Martin, 2012). Ce questionnement est guidé par la méthode de Martin & al. (2010) relative à l'élaboration de produits géotouristiques. Cette méthode s'articule selon

quatre domaines de questionnement ; **le public, le site, le contenu et le support** (fig. 5). « Ces quatre domaines sont interdépendants car un choix effectué dans un domaine influence directement les autres » (Martin & al., 2010).

Les objectifs de ce mémoire sont au nombre de quatre et ils s'articulent selon les quatre domaines de questionnement de la méthodologie de Martin & al. (2010) qui s'utilise dans le cadre de l'élaboration de produits géotouristiques.

1.2.1 Objectif 1 : Elaboration du profil du public

Ce premier objectif s'intéresse au public potentiellement intéressé à une future offre géotouristique dans la région des Combins. La question du public est essentielle à la réalisation d'un projet géotouristique car « elle est à la base du processus d'élaboration » et il est indispensable de définir le public que l'on veut toucher avant l'élaboration d'un produit destiné au géotourisme (Martin & al., 2010); en effet, une offre géotouristique ne peut se concevoir sans une identification préalable de son public (Martin & al., 2010). Afin d'être le plus pragmatique possible, il a été décidé de dresser le portrait du public à l'aide d'enquêtes de terrain dans les différentes cabanes ainsi que sur les sentiers eux-mêmes. Cette démarche permet de répondre au mieux à la demande afin que l'offre géotouristique soit optimisée. Les questions de recherche qui dictent l'objectif n°1 sont : *Quel est le profil du public qui randonne actuellement sur les sentiers du massif des Combins ? Est-ce que les randonneurs seraient intéressés à une offre géotouristique ? Quels sont les connaissances actuelles du public dans le domaine de la géomorphologie ?*

1.2.2 Objectif 2: Sélection des sites propices à une médiation

Une fois le profil du public réalisé, le deuxième objectif consiste à choisir les sites propices à la médiation géoscientifique et à l'élaboration du sentier. Les questions de recherche qui servent de fil conducteur à l'objectif n°2 sont : *Quels sont les sites les plus adaptés à une activité de médiation ? Comment choisir les sites ? Quelle méthodologie adopter ? Quelles sont les contraintes à prendre en compte ?*

1.2.3 Objectif 3 : Création d'un contenu vulgarisé et graphiquement valorisé

Le troisième objectif du mémoire concerne la transmission du message au public. En effet, les produits géotouristiques « ne sont pas toujours en accord avec la demande du public et sont parfois mal adaptés au potentiel éducatif qu'offre le patrimoine géomorphologique et géologique. Nous avons souvent à faire à un monologue savant ; une grande quantité d'informations sous forme d'un discours scientifique simplifié, sans se soucier de s'adapter au lecteur » (Martin, 2012 :6). Cette partie va alors se concentrer sur les concepts de didactiques des sciences de la Terre, de bonnes pratiques en interprétation et de communication graphique. Les questions de recherche qui servent de fil conducteur à l'objectif n° 3 sont : *Quelles sont les méthodes issues de la didactique des sciences de la Terre et des bonnes pratiques en interprétation à mettre en place afin de créer « un cadre qui puisse instruire, cultiver, sensibiliser l'individu mais également le divertir » (Martin, 2012) ? Comment simplifier et structurer une information scientifique complexe et représenter graphiquement le contenu ? Comment rendre le contenu interactif ?*

1.2.4 Objectif 4 : Réalisation pratique et évaluation

Les trois objectifs précédents débouchent sur l'objectif pratique de ce travail qui est de créer une réalisation concrète d'un produit géotouristique sous la forme de deux sentiers géodidactiques autoguidés. La réalisation de ce produit géotouristique se base sur l'optimisation des objectifs précédents. Chacun des domaines de questionnement de la méthode de Martin & al. (2010) sera pris en considération. Finalement, une évaluation des deux brochures va être réalisée.

1.3 Plan du travail

Afin de remplir les objectifs du travail, ce mémoire est organisé en quatre étapes. La première étape du travail est de réaliser le profil du public avec l'aide d'une méthode d'enquête (**objectif 1**). Dans un second temps, une sélection des sites propices à une activité de médiation géoscientifique sera réalisée (**objectif 2**). Troisièmement, le contenu des deux produits géotouristiques sera élaboré dans un but d'une transmission des savoirs. Il sera indispensable de créer un contenu vulgarisé et graphiquement valorisé (**objectif 3**). La quatrième étape est la réalisation concrète du produit géotouristique. Finalement, une évaluation des deux brochures sera réalisée. (**objectif 4**).

Maintenant que la problématique, la méthodologie et les objectifs ont été posés, le **chapitre 2** présente le terrain d'étude. Le **chapitre 3** expose le cadre théorique et l'état de l'art qui porte sur les questions de géotourisme, de médiation géoscientifique et de bonnes pratiques en interprétation. **Les chapitres 4, 5 et 6** s'articulent selon la méthode de Martin & al. (2010). Le **chapitre 4** détermine et analyse le profil du public. Le **chapitre 5** se focalise sur le choix des sites propices à une médiation scientifique. Quant au **chapitre 6**, il met en évidence le choix du message, sa simplification et la réalisation graphique de la brochure. Le **chapitre 7** expose l'évaluation des deux brochures. Le **chapitre 8** revient sur les objectifs du travail et propose des perspectives et une discussion.

2. Terrain d'étude

.....

2.1 Cadre géographique

Le terrain d'étude se situe dans le val de Bagnes, une vallée latérale en rive gauche du Rhône, dans le canton du Valais (fig. 6). Le terrain d'étude a la particularité de ne pas être strictement délimité par une limite communale ou une limite de bassin versant mais par les deux sentiers géotouristiques. Ces sentiers se situent dans la partie amont de cette vallée, dans le Haut val de Bagnes, en dessus des villages de Fionnay et de Lourtier. Le terrain d'étude s'étend entre 2000 et 3000 mètres d'altitude et se situe au pied des systèmes glaciaires du Combin de Corbassière, du Grand Combin et du Petit Combin. Le glacier de Corbassière fait partie intégrante du terrain d'étude et est une des pièces maîtresses de l'un des deux sentiers géotouristiques. Le secteur est drainé par deux torrents, la Dyure de Sery et la Dyure de Corbassière qui se jettent dans la Dranse de Bagnes au niveau de Plamproz. Une partie du terrain d'étude appartient à l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale.

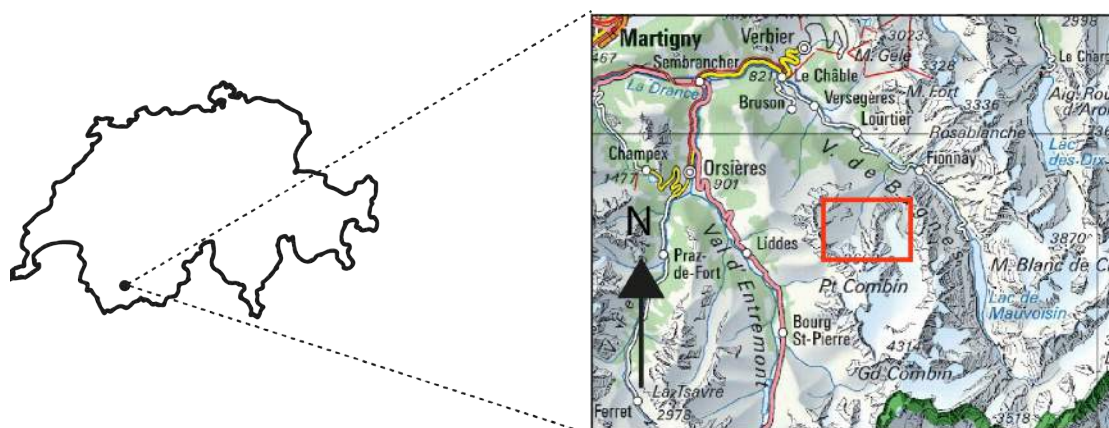


Figure 6 : Carte de situation du val de Bagnes et du terrain d'étude. Fond de carte : Swisstopo (map.geo.admin.ch)

Les deux sentiers géotouristiques partent de la cabane Brunet qui se situe sur les hauteurs de Lourtier à 2100 mètres d'altitude (fig. 7). Le sentier du glacier de Corbassière emprunte en partie l'itinéraire de Suisse Rando, le Tour de la Becca de Sery, qui passe par le col des Avouillons pour ensuite redescendre jusqu'au glacier de Corbassière. La traversée du glacier se fait par la nouvelle passerelle de Corbassière récemment aménagée pour la sécurité des randonneurs. Depuis la passerelle, le sentier atteint la cabane Panossière en 45 minutes et offre aux randonneurs une vue époustouflante sur le Grand Combin. Le retour se fait par La Maye pour ensuite revenir à la cabane Brunet. L'itinéraire se fait en 5 heures de marche et la dénivellation est de 750 mètres.

Quant au sentier du Tour des Lacs, il emprunte un itinéraire « bleu et blanc » de Suisse Rando, inauguré en 2013. Le Tour des Lacs est un sentier de randonnée qui parcourt douze lacs de montagne aux couleurs turquoise. Le sentier longe un bisse et grimpe à travers les pâturages jusqu'au Goli des Otannes pour ensuite redescendre dans la combe de la Becca Miedzo, remonter jusqu'au Goli d'Aget et jusqu'au point culminant du sentier à 2800 mètres d'altitude, au pied de la Pointe de Boveire. La descente jusqu'à la cabane Brunet passe par les alpages de Nishliri et de Pindin.

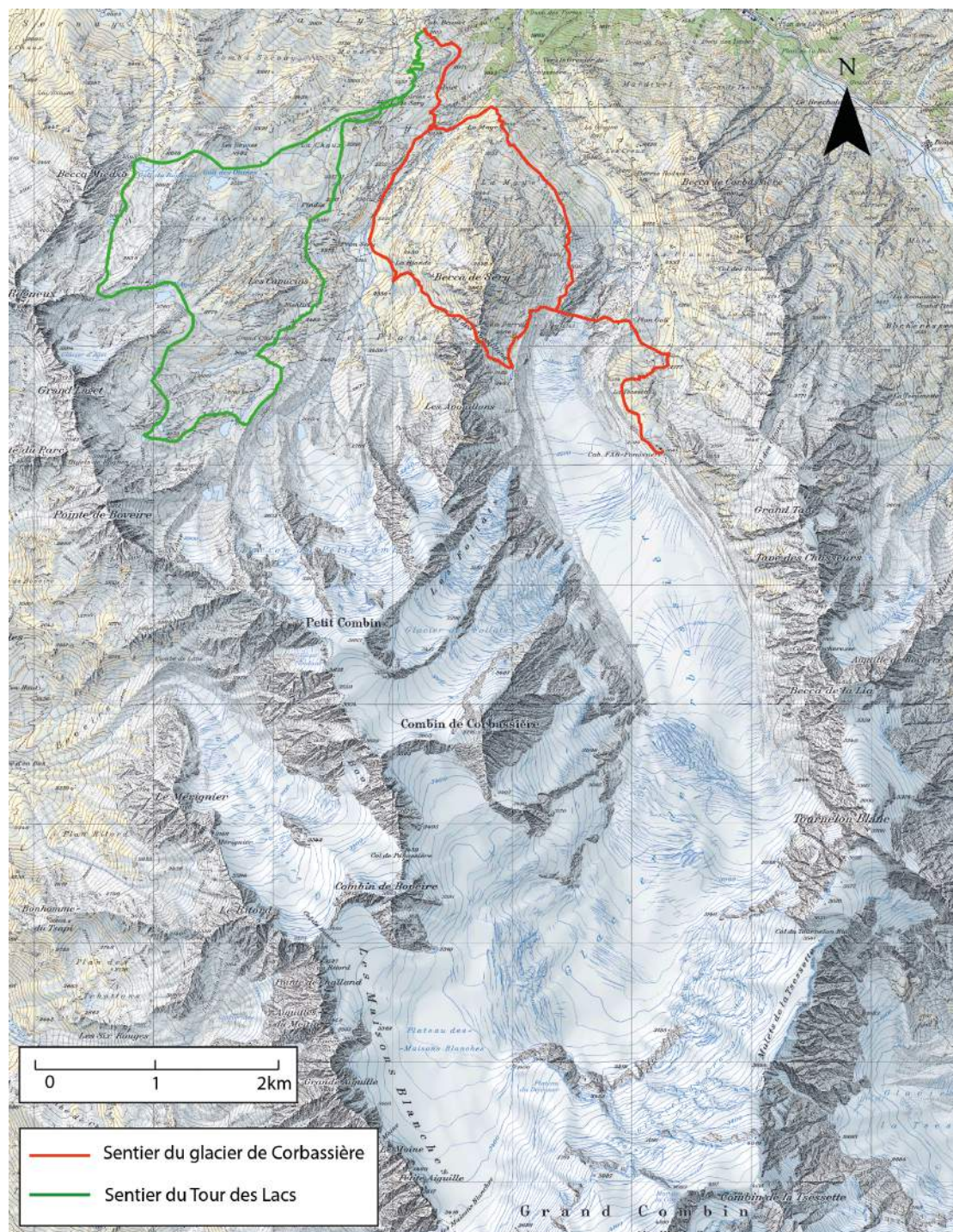
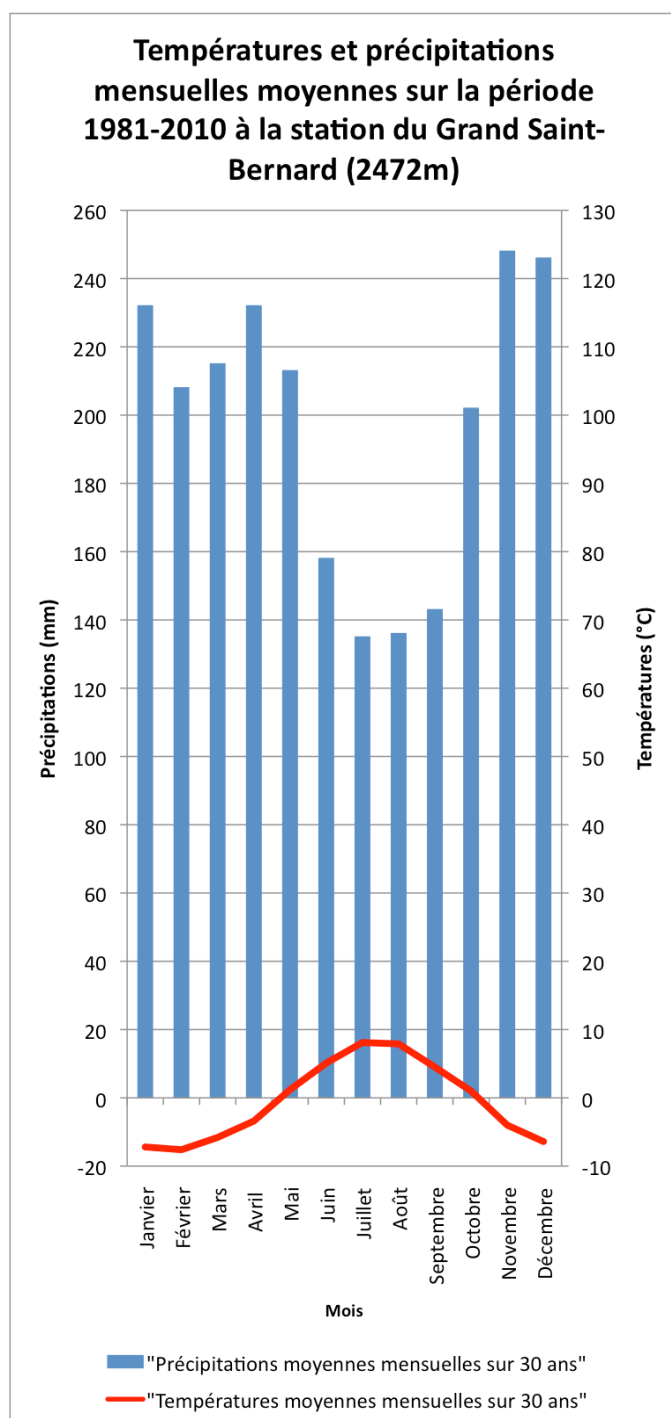


Figure 7 : Carte des deux sentiers géotouristiques. Fond de carte : swisstopo (map.geo.admin.ch)

2.2 Cadre climatique



Le Valais est caractérisé par un climat continental. En effet, la présence des chaînes de montagne valaisannes au Sud et bernoise au Nord, lui fait bénéficier d'une situation d'abri (Bouët, 1985). Concernant le climat du val de Bagnes, à l'instar des autres vallées intra-alpines, il est relativement sec. La vallée est abritée des précipitations venant du Nord et du Sud à l'exception de la partie située en amont, proche de la crête principale des Alpes qui reçoit les débordements des précipitations du Sud (Rossier, 2011).

La pluviométrie moyenne à Mauvoisin, situé plus bas en altitude et au fond de la vallée de Bagnes est de 1190 mm/an et à Bourg-Saint-Pierre, situé de l'autre côté du massif des Combins et également plus bas en altitude est de 940 mm/an (Reynard, 1999). La station du Grand Saint-Bernard, la plus proche du terrain d'étude et située à la même altitude permet de mettre en évidence un climat très humide avec des précipitations annuelles de 2479 mm et des températures moyennes ne dépassant pas les 8°C en été et descendant jusqu'à -7°C durant les mois les plus froids (fig. 8).

Cependant, le climat du Haut val de Bagnes n'est pas autant

humide que celui du Grand Saint-Bernard car il est situé sur le versant nord du massif des Combins et est protégé des précipitations du Sud par ce dernier. Malgré cela, le climat humide du Haut val de Bagnes a une influence sur la présence des grands systèmes glaciaires tels que celui de Corbassière et de la chaîne des Combins.

Figure 8 : Climatogramme de la station du Grand Saint-Bernard. Source : Climap

2.3 Cadre géologique

Plusieurs auteurs (Escher, 1988 ; Burri & Maro, 1992 ; Gouffon, 1993 ; Burri & al., 1999 ; Gouffon & Burri, 1998) se sont intéressés à la géologie du val de Bagnes et en particulier à la super-nappe du Grand Saint-Bernard qui se trouve en partie sur le terrain d'étude. Baillifard & al. (2012) ont également créé un ouvrage didactique sur la géologie du val de Bagnes sous la forme d'une enquête destinée à résoudre les énigmes géologiques de cette région.

Le val de Bagnes a une géologie relativement complexe car cette vallée est traversée par le Pennique inférieur, moyen et supérieur ainsi que l'Austroalpin. Quant à notre terrain d'étude (fig. 9), il se situe exclusivement à l'intérieur d'un seul domaine paléogéographique : le Pennique moyen qui représente l'ancienne marge du Domaine Briançonnais.

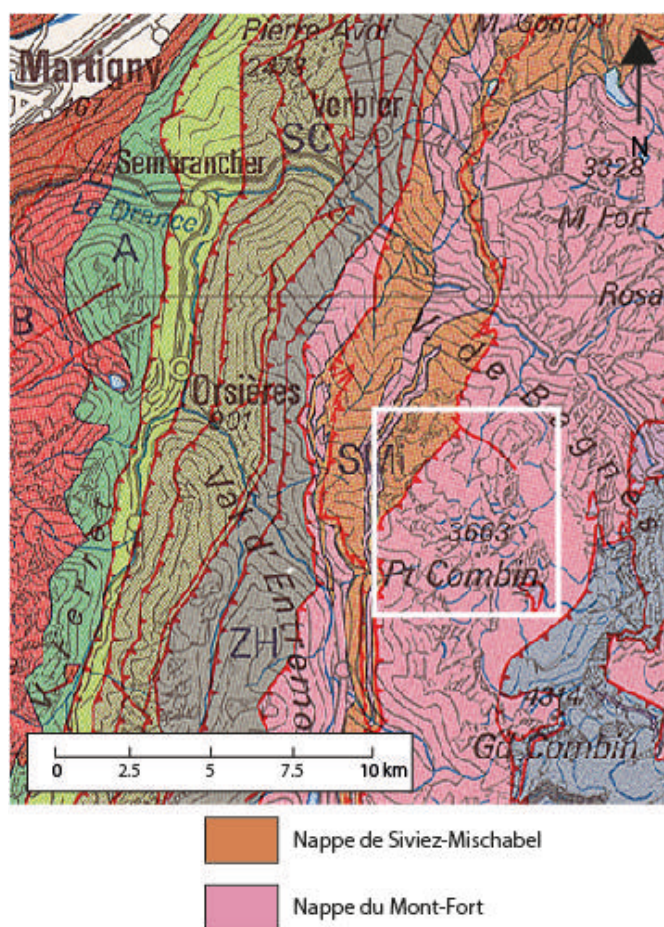


Figure 9 : Carte tectonique de la région d'étude. Fond de carte : Swisstopo (map.geo.admin.ch)

Le Pennique moyen est formé de la super-nappe du Grand-Saint-Bernard qui est elle-même composée de quatre nappes qui se sont imbriquées lors de la subduction de la plaque européenne sous la plaque africaine (Escher, 1988). Cette subduction a eu comme conséquence que les roches ont subi, lors des plissements alpins, du métamorphisme (Burri, 1994).

Le terrain d'étude présente deux des quatre nappes de la super-nappe du Grand Saint-Bernard: la nappe de Siviez-Mischabel et la nappe du Mont-Fort.

La nappe de Siviez-Mischabel constitue la masse principale de la super-nappe du Grand Saint-Bernard et forme un grand pli couché de plus de 40 kilomètres d'amplitude (Escher, 1988). Le socle est composé de gneiss, de schistes et d'amphibolites qui ont subi un fort métamorphisme antéalpin (Escher, 1988). Le flanc inverse de la couverture permo-carbonifère est principalement composé de « quartzite contenant des niveaux conglomératiques » et affleure, entre autre, dans la combe des alpages de Mille (Burri & Maro, 1992). Quant à la couverture permo-triasique qui représente le flan normal, elle affleure dans la région du Mont Rogneux et du Grand Aget et est composée à cet endroit de quartzite conglomératique (Burri & Maro, 1992).

Finalement, la nappe du Mont-Fort forme l'unité supérieure de la nappe du Grand Saint-Bernard (Escher, 1988) ; elle est composée de gneiss et de micaschistes ainsi que de gneiss albitiques (Burri et al., 1999). Elle affleure à l'ouest du lac de Mauvoisin sur le versant nord du Petit Combin et autour du système glaciaire de Corbassière.

2.4 Le Quaternaire

Lors du maximum würmien, le lobe terminal du glacier du Rhône se situait quelque part entre Genève et Lyon (Coutterand, 2010) et l'ensemble de notre terrain d'étude était recouvert par le glacier de Bagnes qui rejoignait le glacier du Rhône au niveau de Martigny (Burri, 1974).

La période Tardiglaciaire commence il y a 18'000 ans BP avec la fonte progressive des glaciers alpins. Le stade des « moraines basses », également documenté par Burri (1974), met en évidence des stades du Dryas supérieur, représenté, dans le val de Bagnes, par la formation de la terrasse de Bruson qui est constituée du remplissage sédimentaire d'une dépression entre le glacier et le versant. Selon Burri (1974), elle témoigne de la présence du glacier de Bagnes jusqu'au village du Châble. Toujours lors du Tardiglaciaire, le recul généralisé des glaciers atteint son apogée il y a 13'000 BP, suivi d'une réavancée il y a 12'000 ans BP, le Dryas récent (Genoud, 2008). Le Dryas récent est le stade « des moraines intermédiaires », selon Burri (1974). Sur notre terrain, ce stade morainique est très présent et se situe à une altitude d'environ 2000 mètres. On le trouve dans les dépressions au Nord du Rogneux, de la Becca-Midi, dans les alpages de Sery ainsi que sur la rive droite du glacier de Corbassière à 2000 mètres d'altitude (Burri, 1974).

La période Holocène est caractérisée par une augmentation des températures ainsi que par de nombreuses fluctuations glaciaires (Morard & al., 2009). Une des plus importantes de ces fluctuations est le Petit Age Glaciaire qui représente le stade des « moraines historiques » chez Burri (1974). Cette dernière avancée glaciaire a duré de 1350 à 1850. Sur notre terrain, ces stades sont bien marqués et mettent en évidence des moraines et des bastions morainiques très bien construits, particulièrement visibles au niveau des glaciers de Boveyre, de Corbassières, du Petit Combin, du Grand Laget et du Mt Rogneux.

2.5 Cadre géomorphologique

La géomorphologie des vallées de Bagnes et d'Entremont a été décrite et étudiée par Burri (1974), Delaloye & Morand (1997), Burri & al. (1999), Lambiel (1999), Reynard & al. (2003), Delaloye, (2004) et Genoud (2008). Cette partie se concentre sur les processus et les formes glaciaires et périglaciaires, qui sont abordés dans les deux brochures de découverte géomorphologique.

2.5.1 Formes et processus glaciaires

Le relief du terrain d'étude est largement marqué par des processus glaciaires qui se traduisent par la présence de formes actives et héritées, notamment des moraines, des marges proglaciaires et des systèmes de verrou-ombilic (Genoud, 2008).

Le glacier de Corbassière prend naissance dans le massif des Combins qui culmine à plus de 4000 mètres et forme, à cette altitude, un glacier de calotte qui est situé sur le Plateau des Maisons Blanches et prend ensuite la forme d'un glacier de vallée (Genoud, 2008). L'environnement autour du glacier permet d'observer de nombreuses roches moutonnées, des stries glaciaires ainsi qu'un impressionnant verrou. Actuellement, la partie terminale de la langue est un glacier couvert et s'arrête en amont de ce verrou qui est entaillé par la Dyure de Sery (Genoud, 2008). Le fort recul de ce glacier depuis le Petit Age Glaciaire met en évidence des cordons morainiques très facilement observables dans le paysage depuis le pied du glacier des Follats jusque vers les alpages de la Maye, en aval du verrou.

Burri (1974) et Burri & al. (1999) ont documenté et cartographié différents stades de retrait du glacier de Corbassière. Ces formes anciennes sont le résultat des variations glaciaires précédentes. La partie en aval du verrou au niveau de La Cougne est marquée par la présence d'une moraine bien conservée datant du Dryas récent (Burri, 1974). Le site le plus en aval du terrain, la terrasse de kame de Bruson, qui est une preuve morphologique de la présence du glacier de Bagnes à l'altitude du Châble lors du Dryas ancien.

La zone d'étude comprend plusieurs types de glaciers, notamment des glaciers suspendus, des glaciers de cirque et de vallées ainsi que des glaciers recouverts comme celui de l'Aget et du Mont Rogneux (Reynard & al., 2003 ; Delaloye, 2004). De plus, d'importantes marges proglaciaires se développent, à l'aval des systèmes glaciaires, notamment celle du glacier du Petit Combin, recensée dans l'inventaire des géomorphosites réalisé par Genoud (2008) ainsi qu'à l'inventaire fédéral sur les zones alluviales.

2.5.2 Formes et processus périglaciaires

Une grande partie du terrain d'étude se situe en dessus de la limite inférieure du permafrost discontinu. Dans la région, cette limite se situe entre 2370m sur les versants nord et 2650m, sur les versants sud (Lambiel, 1999). Par conséquent, il est donc possible de recenser des formes qui résultent de processus périglaciaires comme de nombreux glaciers rocheux actifs, inactifs et fossiles qui ont été inventoriés par Delaloye & Morand (1997) ainsi que des formes caractéristiques de climat froid de haute montagne dues à l'alternance de cycles de gel/dégel comme des loupes de gélifluxion, des sols polygonaux et des pierres redressées. La proximité entre les glaciers et les processus périglaciaires lors du Petit Age Glaciaire a permis la formation de moraines de poussée, particulièrement observables dans la combe du Goli d'Aget entre le Rogneux et le Mont Aget (Reynard & al., 2003 ; Delaloye, 2004).

3. Cadre théorique et état de la recherche

.....

3.1 L'intérêt grandissant du public pour les sciences de la Terre

3.1.1 L'évolution de la demande du tourisme

Dès les années 1950, on assiste à un changement dans l'évolution des pratiques touristiques (Durand & Juvet, 2003). En effet, selon Durand & Juvet (2003), les années 1950 font passer le tourisme « *de l'ère du qualitatif à celle du quantitatif* ». En effet, jusque-là, le tourisme était un bien de luxe dont seule une élite bénéficiait. L'explosion du tourisme au milieu du 20^{ème} siècle se dirige vers une tendance que l'on nomme « *tourisme quantitatif* », en d'autres termes, le tourisme de masse (Durand & Juvet, 2003)

Depuis les années 1970 jusqu'à nos jours, un fort changement des mentalités émerge. Durand & Juvet (2003) notent la réapparition du *qualitatif* dans la demande en tourisme, ainsi qu'une « *diversification de la demande* ».

« *Nous avons à faire avec une distinction de plus en plus nette entre le tourisme standard (produit non différencié : sable, soleil) et tourisme de spécificité (produit particulier à un lieu : patrimoine, paysage)* ». (Pralong, 2006 :35)

Ce changement de pratiques serait dû à « *une amélioration du niveau de formation et de l'information* » (Durand & Juvet, 2003). C'est à ce moment-là que de nouvelles formes de tourisme émergent comme le tourisme culturel ou le tourisme d'aventure, note les mêmes auteurs. Dans un contexte de crise environnementale où la prédation sur les ressources naturelles est croissante, des études mettent en évidence un changement dans les pratiques touristique (Forster & al., 2011). La randonnée pédestre et les séjours nature sont des types de tourisme alternatif et durable où l'environnement, la nature et l'authentique sont placés au centre. L'apparition d'une conscience écologique et l'intérêt grandissant pour ces pratiques touristiques sont la conséquence d'un retour à la nature et à un changement des valeurs pour une partie de la population (Forster & al., 2011). Cette tendance se confirme avec la publication de résultats de différentes études (Rütter & al., 2001 : 60-63, cité par Pralong, 2006; ASTERS & Espace Mont Blanc, 2002 : 65, cité par Pralong, 2006 : 36) qui ont montré l'importance de la nature et de la beauté des paysages comme principaux critères de destinations de vacances. Avec l'émergence de ce type de tourisme, les sciences de la Terre ont plusieurs atouts pour développer des offres dans le domaine du géotourisme. Selon Pralong (2006), cette nouvelle forme de tourisme permet :

« (...) *de prendre en compte de manière intégrée les trois axes du développement durable, à savoir une sensibilisation et une éducation des populations autochtones et des visiteurs au patrimoine géologique et géomorphologique, une protection efficiente de celui-ci et une utilisation touristique induisant une plus-value économique* ». (Pralong, 2006 : 10)

3.1.2 L'ouverture du monde scientifique à la médiation

Jusque dans les années 1980, la vulgarisation n'était pas valorisée dans le monde académique et était mal perçue chez les scientifiques (Kramar & Pralong, 2005). Ces auteurs mettent en évidence que :

« *Cette activité était le plus souvent laissée aux moins considérés des chercheurs ou aux vieilles gloires en mal de reconnaissance publique* ». (Kramar & Pralong, 2005 : 45)

Plusieurs chercheurs de l'Université de Lausanne se sont intéressés aux pratiques de la vulgarisation des sciences de la Terre et ont réussi à inverser la tendance. Parmi ces personnalités, on peut citer Michel Marthaler qui s'est intéressé à l'élaboration de méthodes didactiques en science de la Terre notamment avec le concept de « *mémoire de la Terre* », approche illustrée dans son ouvrage de médiation scientifique « *Le Cervin est-il africain ?* » (Marthaler, 2001 ; 2003 ; 2004). Ce même auteur a également su promouvoir les géosciences au sein de la société en utilisant des mots simples pour lire et raconter l'histoire du paysage alpin (Kramar & Pralong, 2005). En outre, il a également contribué à la formation de publics non avertis dans le cadre de la formation des accompagnateurs en moyenne montagne et a contribué à la réalisation d'un guide didactique destiné au grand public sur la géologie du val de Bagnes (Baillifard & al., 2012). Toutes ces activités lui ont permis de réaliser un véritable trait d'union entre les géosciences et la société (Reynard & al., 2011).

D'autres chercheurs comme Nicolas Kramar et Jean-Pierre Pralong ont, eux aussi, développé des méthodes de médiation notamment « *les concepts de temps et d'espace et leur application à la randonnée pédestre* » et « *les trois histoires du paysage* », (Kramar, 2003 ; Pralong, 2003) afin que le public se rende compte de « *la dimension temporelle* » des sciences de la Terre. En effet, un public non averti a beaucoup de difficulté à se représenter le temps sur l'échelle géologique.

Du côté de l'Université de Genève, Thierry Basset, après plusieurs années de recherches, a consacré sa vie à la vulgarisation. Ce dernier encadre des groupes sur le terrain afin de faire part de sa passion pour la transmission des savoirs en sciences de la Terre, et plus particulièrement en volcanologie.

Finalement, il faut souligner que les sciences de la Terre se situent au cœur de nombreuses problématiques environnementales (Kramar & Pralong, 2005 : 48) comme par exemple le réchauffement climatiques, les tremblements de terre et les inondations. En effet, en se focalisant sur des problématiques plutôt alpines, les laves torrentielles et les avalanches marquent les esprits et poussent les gens à se questionner sur les raisons de ces phénomènes. Ces catastrophes naturelles, souvent d'une rare violence, peuvent être expliquées par des phénomènes géomorphologiques. Tous ces facteurs font que les sciences de la Terre s'ouvrent au grand public et que ce dernier s'intéresse à l'explication de ces phénomènes tels que décrit par Kramar et Pralong :

« *On assiste à l'avènement d'une citoyenneté où un nombre croissant de personnes désirent être associées aux réflexions qui concernent l'avenir de la société.* » (Kramar & Pralong, 2005 : 46)

3.2 Le géotourisme

3.2.1 Une vision touristique

Les nombreux changements dans l'évolution du tourisme couplés à un intérêt grandissant du public pour les problématiques liées aux sciences de la Terre ont amené l'émergence d'un nouveau type de tourisme appelé le « géotourisme ».

La National Geographic Society¹ définit le géotourisme comme un type de tourisme qui prend en considération les différentes caractéristiques géographiques d'un lieu comme les aspects culturels, environnementaux et esthétiques. Les définitions qui suivent sont très axées sur les aspects esthétiques de ce type de pratique avec une grande place laissée à la promotion d'un tourisme doux répondant aux exigences du développement durable. Ces définitions sont très larges et incluent de nombreuses pratiques touristiques qui n'ont pas de liens stricts avec la promotion des sciences de la Terre envers le public. En lisant ces définitions, le géotourisme donne davantage l'impression d'être un nouveau terme désignant, certes, un tourisme durable mais qui ne se focalise pas sur les aspects géologiques d'un lieu et sur la promotion des sciences de la Terre :

« as tourism that sustains or enhances the geographical character of a place -- its environment, culture, aesthetics, heritage, and the well-being of its residents ».
National Geographic Society

« Geotourism incorporates the concept of sustainable tourism - that destinations should remain unspoiled for future generations - while allowing for ways to protect a place's character ». National Geographic Society

3.2.2 Une vision scientifique

Les différentes définitions scientifiques du géotourisme placent la promotion, l'interprétation, la valorisation et la conservation des sciences de la Terre au centre des préoccupations. Reynard définit le géotourisme comme :

« un ensemble de pratiques, d'infrastructures et de produits visant à promouvoir les sciences de la terre par le tourisme ». (Cité dans Pralong, 2006 :28)

En effet, le géotourisme est une forme de tourisme qui repose sur l'utilisation de sites naturels ayant un intérêt pour la médiation des sciences de la Terre (Pralong, 2006). Le concept de la valeur scientifique dans le géotourisme est également présent chez Hose (1996). Sa définition est essentiellement basée sur la transmission d'une information à but éducatif et sur les moyens de transmettre des connaissances liées à la géomorphologie et à la géologie (Hose, 1996). De plus, Hose relève que le géotourisme va au delà de la simple valorisation esthétique d'un site mais à un réel but de transmission de connaissances dans le domaine des sciences de la Terre :

« The provision of interpretative and service facilities to enable tourists to acquire knowledge and understanding of the geology and geomorphology of a site

¹ http://travel.nationalgeographic.com/travel/sustainable/about_geotourism.html (consulté le 20.07.15)

(including its contribution to the development of the earth sciences) beyond the level of more aesthetic appreciation». (Hose, 1996)

Toujours dans la même logique de promotion et de transmission des savoirs en sciences de la Terre, Newsome et Dowling (2006) mettent en évidence la définition suivante :

« Our definition of geotourism the geo part pertains to geology and geomorphology and the natural resources of landscape, landforms, fossil beds, rocks and minerals, with an emphasis on appreciating the processes that are creating and created such features. At the same time the tourism component of geotourism involves visitation to geosites for the purposes of passive recreation, engaging a sense of wonder, appreciation and learning »
(Newsome and Dowling, 2006)

Enfin, la définition du géotourisme par Megerle (2008) est très complète et met, également, l'accent sur la conservation, le développement régional et durable. En effet, le but est alors de créer au sein de la population une « conscience régionale ». De plus, sa définition ne se réduit pas aux aspects géologiques et géomorphologiques mais également biologiques en prenant compte des interactions entre la faune et la flore. Cette définition met en évidence toutes les caractéristiques du géotourisme :

« Geotourismus ist eine Sparte des Thementourismus, der auf einer Erfassung, Aufarbeitung, Inwertsetzung und Vermarktung des breiten Themenspektrums der Erd- und Landschaftsgeschichte inklusive ihrer Wechselwirkungen zu Vegetation, Fauna, Kulturlandschaftsgeschichte und zur heutigen Landschaftsnutzung durch den Menschen basiert. Mittels methodisch-didaktischer Formen der informellen Umweltbildung erfolgt eine ganzheitliche Vermittlung der regionalen Besonderheiten und Charakteristika, um hierdurch ein Bewusstsein und Verständnis für die Schutzwürdigkeit sowie ein Regionalbewusstsein zu schaffen. Ein qualitativ hochwertiger Geotourismus kann und sollte somit einen relevanten Beitrag zu einer nachhaltigen Regionalentwicklung leisten.» (Megerle, 2008)

Dans sa thèse, Martin (2012) explique que l'un des buts du géotourisme est souvent d'ordre économique. En effet, cela permet d'attirer de nouveaux touristes dans des régions situées en marge des grandes stations de montagne. Développer des activités liées au géotourisme permet aux stations de montagne de diversifier leur offre touristique (Cayla, 2009). La promotion des sciences de la Terre permettrait de combler le manque à gagner des stations dans le creux de la saison. Cela permettrait à des régions qui ont misé uniquement sur le tourisme hivernal de diversifier leur offre touristique en élaborant des produits pour le tourisme estival (Baillifard, 2006).

Finalement, les différentes définitions de la vision scientifique du géotourisme ont toutes un objectif commun qui est la promotion, l'interprétation et la valorisation des sciences de la Terre. Une des techniques utilisées afin de valoriser les sciences de la Terre auprès du grand public est la médiation géoscientifique. Ce vaste champ de recherche met en évidence plusieurs approches qui ont pour objectif de sensibiliser le public aux thématiques géoscientifiques.

3.3 La médiation géoscientifique

3.3.1 Définitions

Tilden (1977), considéré comme le père de la médiation avec son ouvrage *Interpreting our heritage* définit la médiation scientifique et met en évidence le besoin d'utiliser des moyens didactiques afin de transmettre un savoir, dans le but d'une communication éducative :

« Interpretation is an educational activity which aims to reveal meanings and relationships through the use of original objects by first hand experience and by illustrative media, rather than simply to communicate factual information. »
(Tilden, 1977)

Ham (1992), dans sa définition, met également l'accent sur la transmission d'une information complexe à une information simple, compréhensible de tous.

« Interpretation involves translating the technical language of a natural science or related field into terms and ideas that people who aren't scientists can readily understand. » (Ham, 1992)

Quant à la *Society for Interpreting Britain's Heritage* (cité par Moscardo, 2003), elle met l'accent sur le concept de la transmission du savoir dans un but de prise de conscience de l'importance du patrimoine.

« Interpretation is the process of explaining to people the significance of the place or object they have come to see, so that they enjoy their visit more, understand their heritage and environment better, and develop a more caring attitude towards conservation. » (Moscardo, 2003)

Martin (2012), en s'inspirant de Tilden (1977) résume le principe de la médiation : le but de cette pratique *« est de révéler une vérité de plus large portée que les faits derrière lesquels elle est cachée »* (Martin, 2012). Selon cet auteur, il s'agit de créer ou de renforcer le lien entre le public et le site visité pour en augmenter l'attrait.

3.3.2 Un instrument de sensibilisation

La médiation géoscientifique a pour objectif la sensibilisation du public à différentes thématiques car elle permet de transmettre un message dans le but d'une communication éducative. Coratza met en évidence cette transmission d'informations :

Les sentiers géodidactiques « se donnent comme objectif de rapprocher du monde de la géologie le grand public, en se promenant dans l'espace et le temps, dans ce grand laboratoire à ciel ouvert qu'est la nature. Le développement d'une conscience géo-écologique peut trouver sa concrétisation dans la réalisation de formes de tourisme qui contemplent dans leurs itinéraires non seulement les aspects géologiques les plus éclatants et visibles, mais aussi ceux apparemment plus cachés. Dans ce sens, le bien géologique devient une sorte de clé de lecture du paysage ». (Coratza, 2004 : 215)

D'autres auteurs comme Tubb insistent sur le rôle central de la médiation dans la sensibilisation du public face à un système naturel fragile :

« interpretation stimulates, facilitates and extend people's understanding so that empathy and concern towards conservation and landscapes can be developed, prompting more responsible behaviour. » (Tubb 2003 :478)

Toujours dans la même optique, Tubb (2003) insiste également sur le fait que la médiation est à la base des changements de mentalités et de comportements chez le public. Le but de la médiation est, non seulement éducatif, mais également que le public se comporte dans une optique de respect de l'environnement, de changement des comportements dans le futur et dans un but de minimiser leur impact sur l'environnement (Badman, 1994 ; Tubb, 2003 ; Moscardo, 2003) :

« It should do more than simply increase knowledge and understanding - it should prompt behaviour change » (Tubb, 2003)

Sur ce point, Cayla insiste sur le fait que la médiation géoscientifique permet :

« (...) De susciter une prise de conscience éco-responsable du randonneur (...) afin de mieux le former aux choix sociétaux que nos pays seront contraints de prendre dans le futur ». (Cayla, 2009)

« L'objectif est alors d'éduquer le touriste afin de le rendre capable d'interpréter d'autres paysages ou phénomènes d'origine glaciaire » (Cayla, 2009 :225)

Tilden (1977) relève que, dans le cadre d'une médiation géoscientifique, il est indispensable d'utiliser des moyens didactiques afin de transmettre un savoir. De nombreuses études se sont donc intéressées à l'élaboration d'un cadre théorique regroupant des techniques de didactiques appliquées aux sciences de la Terre : les bonnes pratiques en interprétation.

3.4 Les bonnes pratiques en interprétation

L'objectif des bonnes pratiques en interprétation est de mettre en place des méthodes afin de créer un cadre qui puisse *« instruire, cultiver, sensibiliser l'individu mais également le divertir »* (Martin, 2012). Ce même auteur met en évidence que *« contrairement aux élèves dans une classe d'école, le public est non captif : il garde habituellement la liberté de ne pas participer, de quitter l'activité commencée – en esprit sinon en personne – ou de ne pas revenir »* (Martin, 2012). Les bonnes pratiques en interprétation auront pour objectif de rendre le contenu interactif et structuré.

Dans le cadre de ce mémoire, une typologie des bonnes pratiques a été mise en place afin de distinguer les bonnes pratiques selon leur objectifs. Trois typologies de bonnes pratiques ont été mises en évidence : la structure de l'information, la réflexion du public et une identification de la part du public vis à vis des objets de la médiation.

3.4.1 Structurer l'information

Plusieurs auteurs proposent des manières de structurer l'information afin que le public repère rapidement les points importants, ait une vision claire de l'information et que la lecture se fasse harmonieusement.

Bringer (1993) et Page (1994) proposent de présenter l'information sous la forme d'une histoire ou d'un thème et pas seulement des faits déconnectés entre eux. En effet, dans son ouvrage, Moscardo (1999) souligne que le public n'apprécie pas l'information isolée de tout lien thématique ou historique. Elaborer un ou plusieurs thèmes centraux est l'élément clé dans le bon déroulement de l'élaboration d'un sentier géodidactique ; de plus, il est indispensable de choisir les différents arrêts du sentier en lien avec le thème (Ham, 1992). En effet, cet auteur insiste sur le fait que le but d'un sentier thématique est de créer une histoire cohérente le long des différents arrêts. Il est important « *to think thematically when developing a self-guided tour* » (Ham, 1992).

D'un point de vue graphique, Ham (1992) insiste sur l'utilisation de logos pour repérer rapidement les informations importantes. Quant à Bitgood (2000) et Moscardo & al. (2007), ces derniers soulignent l'importance de la conception des « *interpretative labels* ». En effet, les logos et les titres sont des éléments qui attirent le regard de l'utilisateur. Ces auteurs soulignent l'importance de la taille de la police, la présence de lettre en capital ainsi que la variation de la taille de la police dans le texte. Un fond de couleur qui améliore le contraste des titres est également apprécié (Moscardo & al., 2007). Les titres doivent être évocateurs, attirants et jouer sur les mots (Bitgood, 2000 ; Moscardo & al. 2007), comme le souligne Moscardo dans cette citation :

"Visitors will be attracted to signs that are headed by intentionally intriguing titles. Compare the two titles "Extinct Species" and "Dead as a Dodo"-both mean the same thing, but the second is much more appealing than the first" (Moscardo & al., 2007)

Ham (1992) Moscardo & al. (2007) et Martin (2012) mettent en évidence qu'une partition de l'information en plusieurs « *cases* » est indispensable afin de structurer l'information. Il est important de créer des « *blocs de texte* » et non du texte continu. L'information est alors segmentée et la lecture paraît moins longue et mieux structurée pour le lecteur.

« Les touristes et visiteurs sont vite découragés par un texte trop long et renoncent souvent même à en entamer la lecture, surtout si le texte forme un bloc continu. Un texte séparé en paragraphe et entrecoupé d'illustrations est largement plus apprécié, mais aussi mieux compris qu'une page de texte traditionnelle. » (Moscardo & al. (2007), cité dans Martin (2012)

Martin & al., (2010) prônent une utilisation d'un code couleur pour les différents thèmes. Ces codes ont l'avantage de servir de fil conducteur pour l'utilisateur et de structurer l'information tout au long du sentier. Quant à Moscardo & al. (2007), ces derniers conseillent d'utiliser des couleurs vives qui vont attirer l'œil du lecteur et accentuer le contraste :

"Even if they don't have a preference for bright hues, people's eyes are naturally drawn to areas and objects of bright color. Consequently, bright colors are often used to attract attention". (Moscardo & al., 2007)

Bringer (1993) insiste sur la nécessité de hiérarchiser les points d'intérêts d'un site. En effet, la lecture de ce type de brochure se fait généralement à l'extérieur avec des conditions climatiques qui peuvent être difficiles. Les utilisateurs, par manque de temps ou à cause de conditions difficiles, peuvent ne pas désirer lire l'intégralité de la brochure. Ham (1992) explique comment, d'un point de vue graphique, réaliser une mise en évidence des informations importantes. Ces dernières doivent être facilement reconnaissables avec l'aide d'encadrés, de cadre couleurs ou de signes rapidement identifiables.

Summermatter (2003) s'est basé sur l'analyse de plusieurs brochures géodidactiques afin de proposer plusieurs outils scripto-illustratifs utiles à l'élaboration du contenu de la médiation. La méthode de Summermatter (2003) est très utile dans l'objectif de structurer d'une manière générale la brochure. Ces outils peuvent se résumer selon les 6F : *familiarité, fascination, fidélité, fonctionnalité, formation et fusion*. Par **familiarité**, il entend que la brochure devrait comprendre peu de termes scientifiques, un bon rapport entre le texte et les images. En terme d'itinéraire, il souligne l'utilité de rendre compte de la difficulté et de la dénivellation du sentier. La **fascination**, dans une brochure, passe par des paragraphes courts, une brochure peu épaisse, des titres accrocheurs et suggestifs pour donner envie et enfin une utilisation de métaphores, un vocabulaire insolite et l'utilisation d'un style enthousiaste et accrocheur. Une brochure doit également être **fidèle à la réalité** ; en effet, la brochure ne doit ni être déconnectée de la réalité, ni être trop technique. Les photographies, les calques, les schémas de la réalité, les blocs-diagrammes sont les moyens mis en avant par les vulgarisateurs. De plus, une brochure se veut **fonctionnelle** ; le lecteur apprécie un format de dimension de poche pour l'emporter sur le terrain, ainsi que la présence d'informations pratiques comme les possibilités de restauration et d'hébergement le long du parcours. De plus, le lecteur apprécie un fractionnement de l'itinéraire par différentes étapes. Un des grands objectifs d'un sentier géodidactique est qu'il se veut être **formateur** ; il doit transmettre un savoir. Il est utile de prévoir une bibliographie pour approfondir certains thèmes. Finalement, l'aspect **fusionnel** d'une brochure a pour but de répondre au plus grand nombre de demandes de la part du public.

3.4.2 Faire réfléchir le public

Dans le cadre de la réalisation d'une brochure sous format papier, il est difficile d'être autant interactif qu'avec une application mobile ou un guide en chaire et en os. Malgré cela, il est primordial de maximiser une certaine interactivité.

La conception des produits demande de bonnes pratiques d'interprétation : les illustrations, l'interactivité et l'observation directe sont des éléments importants à prendre en considération pour l'élaboration d'un sentier (Martin & al., 2010). En effet, ce qui est expliqué à une certaine étape du sentier doit directement être connecté au visuel du public et ne pas boucher la vue (Page, 1994). De plus, tout au long du sentier, il est très important d'attirer et de garder l'attention des visiteurs (Moscardo, 1999 ; Ham, 1992 ; Cayla & al., 2010). Ham (1992 :336) et Cayla & al. (2010) proposent plusieurs idées d'activités afin que le sentier soit dynamique : poser des questions avec une réponse à un prochain arrêt; questionnaires et observation active du public.

Dans leur article, Cayla & al. (2010) déclarent que l'interactivité est la clé de voûte des processus de médiation et renforce l'efficacité de cette dernière. Toujours selon les mêmes auteurs, l'interactivité se décline en trois formes. *L'interactivité émotionnelle* a pour but de créer une expérience positive et vécue chez le sujet (Cayla & al., 2010). *L'interactivité manuelle* place le visiteur dans l'action et la manipulation d'objets (Cayla & al., 2010). Quant à *l'interactivité cognitive*, elle permet au visiteur de se construire son propre bagage de connaissances (Cayla & al., 2010). Moscardo (1999, cité dans Martin, 2012) déclare qu'il est nécessaire de conserver l'attention du public le plus longtemps possible, par exemple par la variété ou l'interactivité du contenu. En effet, « *contrairement aux élèves dans une classe d'école, le public est non captif : il garde habituellement la liberté de ne pas participer, de quitter l'activité commencée – en esprit sinon en personne – ou de ne pas revenir* » (Martin, 2012).

3.4.3 Faire des liens avec le public

Plusieurs auteurs comme Tilden (1977), Bringer (1993), Badman, (1994), Page (1994), Moscardo (1999) et Martin & al. (2010) insistent sur le fait qu'il est indispensable de faire des liens entre les objets de la médiation et la vie du public. Selon Martin & al., (2010), les thèmes doivent faire des liens avec la vie du public, ainsi qu'avec des problématiques actuelles. En d'autres termes, « *le thème est donc centré sur le lieu de visite et ouvert sur le monde* » (Martin & al., 2010). Il est important que les explications soient mises en lien avec l'expérience de l'individu ou avec des problématiques actuelles touchant l'individu. Tilden (1977) insiste sur le fait que :

« Any interpretation that does not somehow relate what is being displayed or described to something within the personality of the visitor will be sterile » (Tilden, 1977).

Cette citation illustre comment, d'un point de vue pratique, il est possible de faire des liens « *entre objets de la médiation et public* » selon la théorie évoquée par Tilden :

*« Prehistoric mammoths were here in Texas just a few years ago. They roamed the plains in great herds... The chance are that they browsed right where you are standing now. **Where you are standing now.** With that statement the mammoths are not far away creatures of time or space but right under your feet »* (Tilden, 1977).

3.4.4 Synthèse : la démarche d'interprétation de Bringer

Bringer (1993) propose plusieurs pistes qui permettent d'entreprendre une démarche d'interprétation. Cette démarche aborde des thématiques qui ont déjà été analysée préalablement. Cependant, son intérêt réside dans le fait qu'elle permet de synthétiser d'une manière très claire l'information abordée dans les sous-chapitres précédents. La figure 10 comporte les sept bonnes pratiques en interprétation de Bringer (1993) et peut se résumer selon les trois typologies de bonnes pratiques exposées préalablement.

Ce paragraphe détaille la méthode de Bringer (1993). La présentation de l'information sous la forme d'une histoire ou d'un thème servant de fil conducteur tout au long du sentier fait référence à la **structure de l'information**. La sollicitation du public à travers des activités de réflexion, l'apport au public de messages clairs et simples qu'il est capable de mémoriser, des messages qui visent à provoquer la curiosité et la réflexion du public ainsi que des messages au delà des idées reçues font référence à la typologie « **faire réfléchir le public** ». L'établissement d'un lien entre le lieu et le sujet traité, avec l'expérience

- Les messages et les illustrations visent à provoquer l'intérêt et la curiosité du public
- Un lien est établi entre le lieu traité et l'expérience personnelles des gens
- La participation du public est sollicitée
- L'information se construit autour d'une histoire ou de thèmes servant de fil conducteur
- Un lien est établi entre des faits relevant du passé et les réalités des temps présents
- Au-delà des idées reçues, une signification cachées des choses est révélée au public
- Le public retire de la visite des messages clairs facilement mémorisables et liés à la signification essentielle du lieu

personnelle, l'actualité et la vie du public ainsi que des liens entre le passé et la situation actuelle font référence à la typologie « **faire des liens avec le public** ».

Figure 10 : La démarche d'interprétation de Bringer (1993)

3.5 Les sentiers géotouristiques existants

Les deux sentiers géotouristiques projetés dans le cadre de ce mémoire abordent les thématiques des changements paysagers dans une problématique globale du réchauffement climatique dans un environnement de haute montagne. Ces thèmes sont peu abordés dans les sentiers géotouristiques existants.

En effet, les sentiers existant dans le val de Bagnes et le val d'Entremont mettent beaucoup l'accent sur les trois histoires du paysages (Marthaler, 2003 ; 2004) ; la formation des roches, des chaînes de montagnes et la formation du paysage actuel (Summermatter, 2003). Dans le cadre du val de Bagnes, un accent est mis également, sur la formation des roches au sein du Jardin des roches. De plus, un livret-guide : « *La géologie quelle aventure : enquête géologique dans le Val de Bagnes* » (Baillifard & al., 2012) met en avant des explications sur la genèse des Alpes, sur le fonctionnement des nappes de charriage et sur une explication approfondie des différentes roches rencontrées dans le Val de Bagnes sous la forme « *d'une enquête destinée à résoudre les énigmes du paysage bagnard* » (fig. 11).



Figure 11 : Guide géologique du val de Bagnes destiné au grand public réalisé par Baillifard & al. (2012)

Dans d'autres régions du Valais, la géologie a été mise particulièrement en évidence dans le sentier « Les Hauts de Chamoson » (Rougier & al., 2011). Pralong (2001) a réalisé deux sentiers géodidactiques autour des Muverans et du val d'Hérens. Le sentier géologique du val d'Hérens réalisé par Kunz (1997) aborde les thématiques de la géologie et de la géomorphologie dans une perspective paléogéographique. Quant à l'offre géotouristique présente sur le site de Salanfe (Benedetti et Reynard, 2003), nous sommes en présence d'un sentier qui met l'accent sur le cadre géologique de la région ainsi que sur différentes formes glaciaires et karstiques. A Tsanfleuron, un sentier agrémenté de panneaux met en évidence le fonctionnement et l'évolution du glacier de Tsanfleuron ainsi que la formation et l'érosion des roches d'un lapiaz². Quant à la région du Bas-Valais, Schneider (2009) a travaillé sur le patrimoine glaciaire de la région du Chablais en axant plusieurs itinéraires géodidactiques sur la découverte de la théorie glaciaire ou encore sur les vestiges géomorphologiques du passage des glaciers dans la vallée du Rhône. Un sentier réalisé dans les environs de

² <http://www.sentiers-decouverte.ch/nature-culture/sentier-didactique-tsanfleuron-164.html> (consulté le 12.05.2015)

Monthey met l'accent sur l'histoire des blocs erratiques³. Le bureau Relief, bureau qui vise à élaborer des produits géotouristiques a créé trois sentiers dans la région de Derborence qui s'intéressent à l'histoire des éboulements de Derborence, aux impacts de l'eau sur le relief et aux impacts géomorphologiques de l'éboulement.

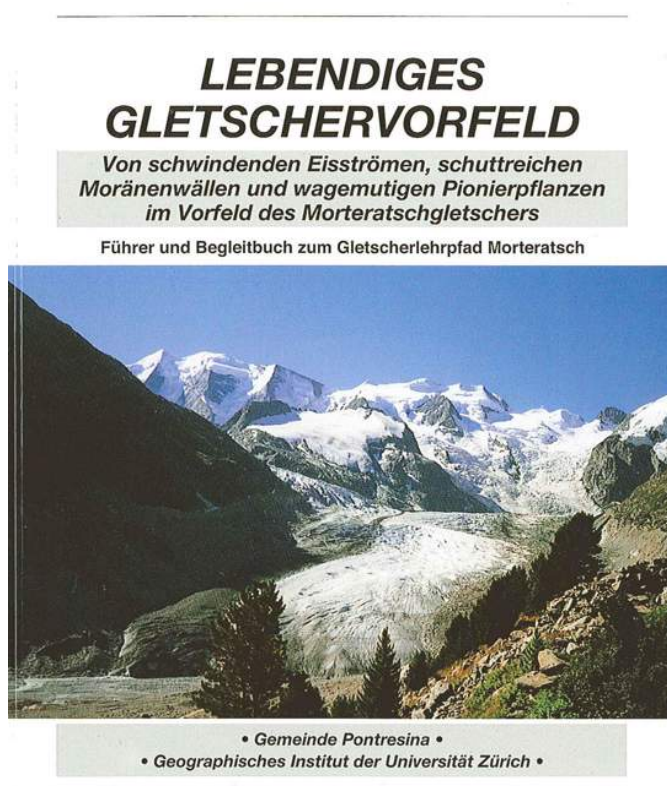


Figure 12 : Sentier géomorphologique du glacier du Morteratsch réalisé par Maisch & al. (1993)

Quant au niveau de l'arc alpin, quelques réalisations ont été effectuées dans une perspective d'évolution du paysage et de sensibilisation aux changements paysagers. Un sentier géodidactique, réalisé par la Société des sciences naturelles de l'Engadine et le WWF Suisse, a été créé dans la région de Muragl (Grisons). Ce sentier a pour vocation de sensibiliser les visiteurs aux phénomènes naturels dans les Alpes en lien avec le réchauffement climatique⁴. Toujours dans le canton des Grisons, Cayla (2009) met en évidence la réalisation d'un sentier didactique à proximité du glacier de Morteratsch (fig. 12) dans le massif de la Bernina qui propose une analyse du paysage suite au retrait glaciaire (Maisch & al., 1993). Dans le massif du Mont Blanc, Ravel et al. (2014) mettent en évidence le projet d'un futur « *musée en plein air* » afin de sensibiliser le public aux instabilités des parois de haute montagne par le biais d'une application mobile qui utiliserait des modèles 3D de la face Ouest des Drus. Dans le Parc national du Stelvio, le sentier glaciologique du Forni (Casartelli & al., 1995) aborde les thématiques des changements climatiques, de la géomorphologie glaciaire et de la glaciologie. Ce sentier présente un intérêt particulier concernant la thématique des risques glaciaires car une partie du sentier a été fermée pour cause de déstabilisation des moraines du Petit Age Glaciaire (communication personnelle, Reynard, 2015).

³ <http://www.sentiers-decouverte.ch/nature-culture/chemin-blocs-erratiques-368.html> (consulté le 03.04.2015)

⁴ <http://www.pontresina.ch/en/summer/leisure-time/education-environment.html> (consulté le 20.05.2014)

4. Le public

.....

4.1 Comment définir le public ?

Dans l'élaboration d'un produit géotouristique, le choix du public est une question centrale. Selon Martin (2012), dans le cadre d'une médiation scientifique et d'une « *éducation informelle* », il est indispensable de connaître le récepteur de l'information. Il est donc nécessaire de le définir soit par une enquête de terrain, soit par des statistiques locales. Dans son mémoire, Berrebi (2006) souligne le fait que :

« *Les réalisations géoscientifiques sont en général destinées au grand public. Elles sont développées de manière à être accessibles aux non-initiés. Les sciences de la Terre n'intéressent pas tout le monde et les réalisations géoscientifiques s'adressent en réalité à une clientèle de niche* ». (Berrebi, 2006)

Plusieurs auteurs dont Keene (1994), Hose (1998) et Origet du Cluzeau (1998) ont tenté de réaliser différentes typologies afin de mieux cerner le type de public.

Table 1 : Les différentes typologies du public. Source : Martin, 2012.

Hose	Cayla	Keene	Origet du Cluzeau
Les géoscientifiques	Les scientifiques et les sociétés savantes	Les groupes éducatifs : écoles, universités, groupes d'adultes	Les spécialistes d'un thème (monomaniaques)
Les amateurs en géosciences	Les scolaires	Non-spécialistes intéressés et recherchant l'information	Les personnes aimant tout ce qui touche à la culture (boulimiques)
Les étudiants	La population locale	Méditatifs ne recherchant pas l'information	Public d'occasionnels et de curieux
Le grand public	Le grand public	Le grand public	

Le tableau 1 permet d'observer que les auteurs, à l'exception d'Origet de Cluzeau, intègrent tous dans leur typologie la catégorie « *grand public* » qui ne permet pas de cerner pertinemment cette catégorie d'individus. Pralong (2006) reprend l'approche d'Origet de Cluzeau (1998) afin de l'appliquer dans le domaine des sciences de la Terre. Dans sa thèse, Pralong (2006 :201) souligne que la catégorie « *monomaniaques* », de par son éducation et son esprit curieux, est déjà un public conquis par les sciences de la Terre. La deuxième catégorie « *les boulimiques de culture* » serait un public potentiellement intéressé « *à condition d'être convaincu de l'intérêt culturel qu'il peut y trouver. Les sites géoculturels et géohistoriques seraient à privilégier pour ce type de public* » (Pralong 2006 :201). Finalement, la dernière catégorie « *Public d'occasionnels et de curieux* » est la plus conséquente en terme d'individus. En effet, elle forme la majorité du public et correspondrait donc à l'appellation « *grand public* ». L'avantage de cette typologie est qu'elle permet de mettre des mots sur la motivation de cette catégorie d'individus, « *généralement, il s'agit de personnes venues sur un site « pour voir », sans intention d'apprendre et peut-être sans savoir réellement à quoi s'attendre* » (Martin, 2012). Pour une sensibilisation et une prise de conscience de cette

catégorie, il est indispensable de « susciter une certaine curiosité en jouant sur les émotions, les sensations que peut receler la valeur d'un paysage mais également sur l'imaginaire et le connu » (Pralong, 2006 :201). Afin de capter au maximum l'attention de cette catégorie, une démarche de communication éducative dans les domaines de la didactique des sciences doit être mise sur pied (Martin, 2012).

Dans son mémoire, Berrebi (2006) propose un autre type de classification du public (tableau 2). Cette dernière se base sur les motivations de fréquentation de la montagne. Quatre types de public ont été identifiés : les personnes qui fréquentent avant tout pour la détente et l'amusement ; en général, c'est un public de familles et de pique-niqueurs. D'autres sont attirés par la montagne pour le côté sportif ; en général, des sportifs en quête de challenge. La troisième catégorie représente un public qui est attiré par la montagne dans le but de la découvrir ; ce sont notamment les familles, les randonneurs, les écoliers et les étudiants. Finalement, la dernière catégorie représente un public qui a le souhait de perfectionner ses connaissances. Il faut souligner que « ces motivations ne sont pas exclusives et peuvent tout à fait se combiner » (Berrebi, 2006). Par conséquent, ces différents types de public peuvent être intéressés par une offre géotouristiques.

Table 2 : Les différents types de public selon la motivation. Source : Berrebi, 2006.

La détente et l'amusement, le côté loisir	Le côté sportif, effort physique	Le côté découverte	Pour apprendre des notions, le côté culturel
--	---	---------------------------	---

4.2 L'identification du public dans le cadre des deux sentiers

L'identification du public peut se faire de plusieurs façons. Selon Moscardo (1999), une des manières les plus efficaces pour élaborer le profil d'un public est de faire des enquêtes de terrain. Ces dernières peuvent se réaliser de plusieurs façons différentes ; sur la base d'interviews, par l'intermédiaire d'adresses e-mail, par la mise à disposition de questionnaires dans des différents lieux. Moscardo (1999) relève que moins il y a de contacts entre le chercheur et le visiteur, plus il est difficile d'obtenir des résultats satisfaisants. Par ailleurs, plusieurs techniques existent afin d'améliorer le taux de réponses. Le mieux est de réaliser un questionnaire le plus court possible en donnant des instructions claires et les raisons de l'étude, en faisant attention à privilégier des questionnaires (Moscardo, 1999). En outre, il faut savoir que plus les questions sont ouvertes et déstructurées, plus les réponses seront larges et difficiles à traiter.

Dans le cas des deux sentiers géotouristiques, la méthode a été basée sur des enquêtes sous forme de questionnaires et d'interviews réalisées durant l'été 2014 directement auprès des promeneurs le long des itinéraires de randonnées (annexe 1). Un échantillon de 45 questionnaires a été réalisé.

L'objectif de ces enquêtes est de dresser un profil des randonneurs empruntant les différents itinéraires pédestres au pied du massif des Combins, dans la région de la cabane Brunet. Tous les sentiers de la région sont des sentiers de randonnée alpine « rouge et blanc » et « bleu et blanc » en terrain de haute montagne ; ce choix « sélectionne » un public formé d'individus connaisseurs de la montagne et des habitués de cet environnement. Malgré cela,

il est tout de même pertinent de pouvoir dresser le profil des randonneurs afin d'optimiser leurs attentes.

L'enquête auprès du public s'est focalisée sur plusieurs axes de recherche. Dans un premier temps, les relations entre le public et la randonnée ont été explorées. L'objectif était de renseigner la fréquence, la difficulté et le type de randonnée réalisée par le public potentiel. Dans un deuxième temps, le niveau de connaissance du public a été testé par le biais de différentes questions précises relatives à la géomorphologie. Finalement, des informations générales sur le public ont été récoltées afin de dresser un profil socio-démographique des randonneurs. Les résultats de l'enquête auprès du public ont permis de cibler, particulièrement bien, le profil du public. **Il est important de souligner que plusieurs réponses étaient possibles par personne. Le total des pourcentages de chaque réponse n'est donc pas nécessairement de 100%.**

4.2.1 Relations entre le public et la randonnée

Concernant les *relations entre le public et la randonnée*, nous sommes en présence d'un public habitué à la randonnée en montagne. En effet, 88% des personnes interrogées disent faire de la randonnée en montagne entre « *quelques fois par mois* » et « *tous les week-end* » (fig. 13). On est majoritairement en présence d'un public à la journée, 65% fréquentent régulièrement des chemins de randonnées difficiles soit des itinéraires rouge et blanc (fig. 14) et plus de la moitié se sont orientés sur une randonnée dite « sportive » (fig. 15)

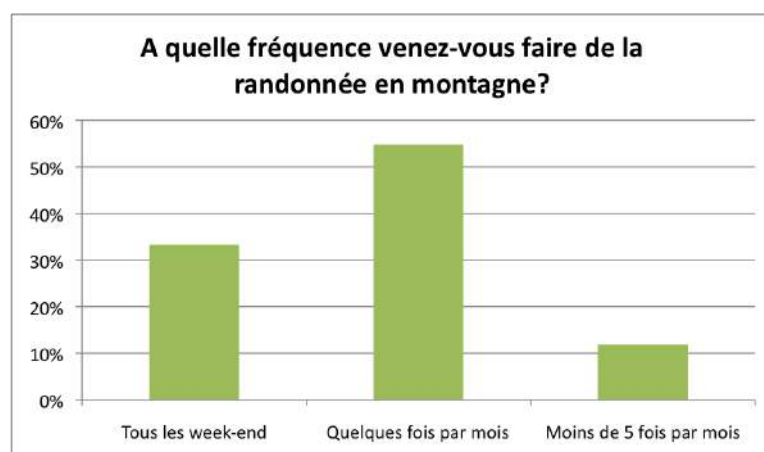


Figure 13 : Fréquence des randonnées en montagne. Echantillon : N=45 personnes interrogées

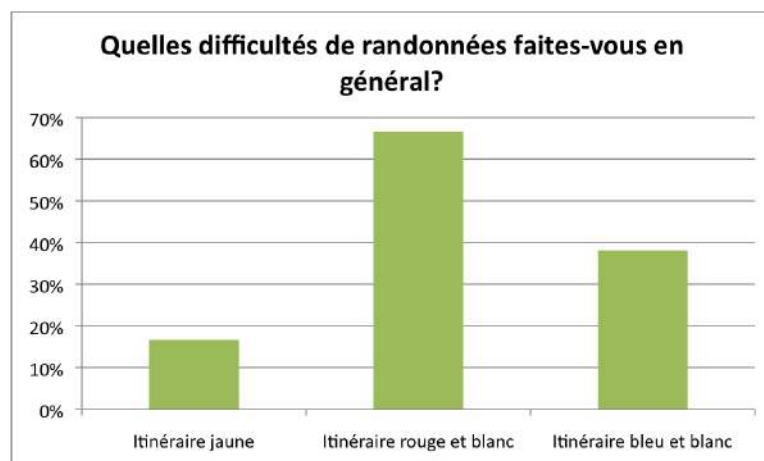


Figure 14 : Difficulté générale des randonnées réalisées. Echantillon : N=45 personnes interrogées

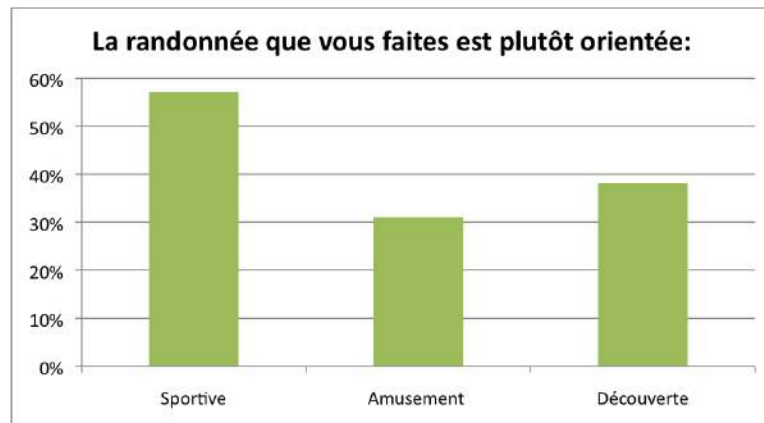


Figure 15 : Type de randonnée. Echantillon : N=45 personnes interrogées

4.2.2 Le niveau de connaissance du public

Le niveau de connaissance du public a été testé par le biais de différentes questions précises relatives à la géomorphologie. Les réponses aux questions ouvertes permettent de cibler avec précision le degré de connaissance des intéressés et ainsi élaborer un choix de contenu approprié aux connaissances de chacun.

Dans la première question, le public devait évaluer son propre niveau de connaissance (fig. 16). Les résultats montrent que le public se définit comme majoritairement peu initié à la géomorphologie. Aucune des personnes interrogées ne se prétend être un expert. Il y a moins de 10% des interrogés qui se donne une note de 4/5 en terme de connaissances. La majorité des interrogés estiment avoir des connaissances moyennes (note de 3 et moins) en géomorphologie.

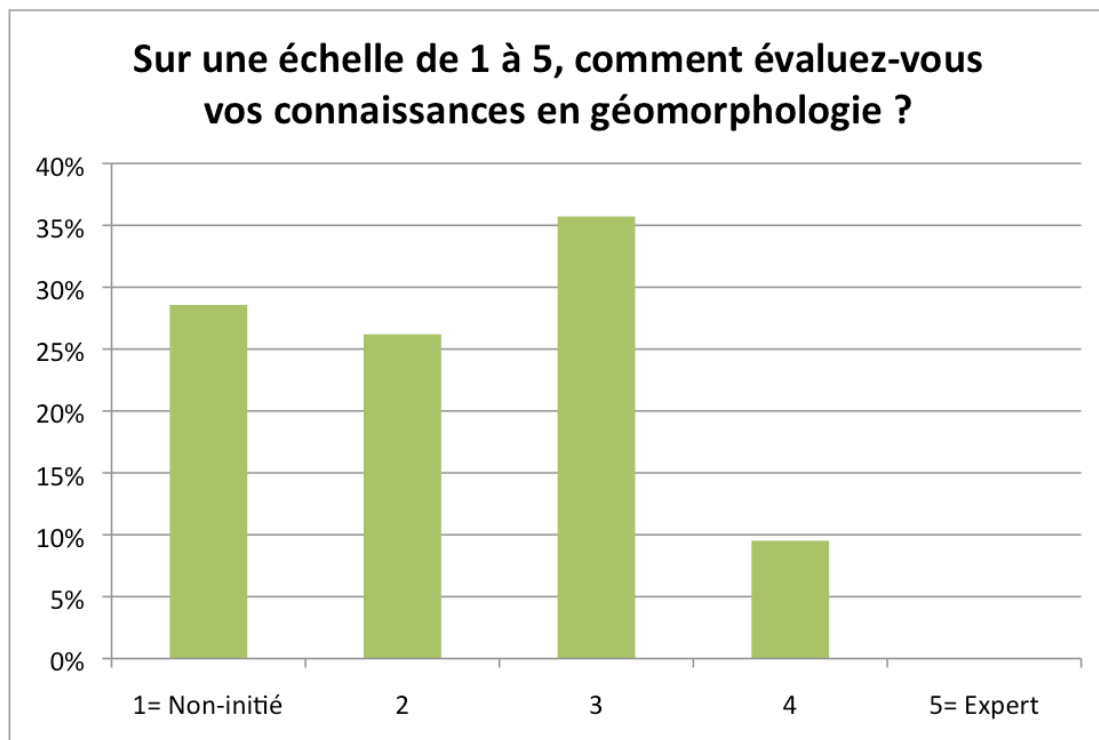


Figure 16 : Evaluation des connaissances du public. Echantillon : N=42 personnes interrogées

Concernant les facteurs responsables de la formation des glaciers (fig. 17), tout de même 52% des interrogés affirment, entre autres, que les glaciers se forment grâce à l'accumulation de neige. Seulement 23% associent la formation des glaciers à des conditions climatiques froides et 26% affirment qu'il y a une phase compaction de la neige. Par ailleurs, près de 30% ont déclaré qu'ils ne savaient pas.

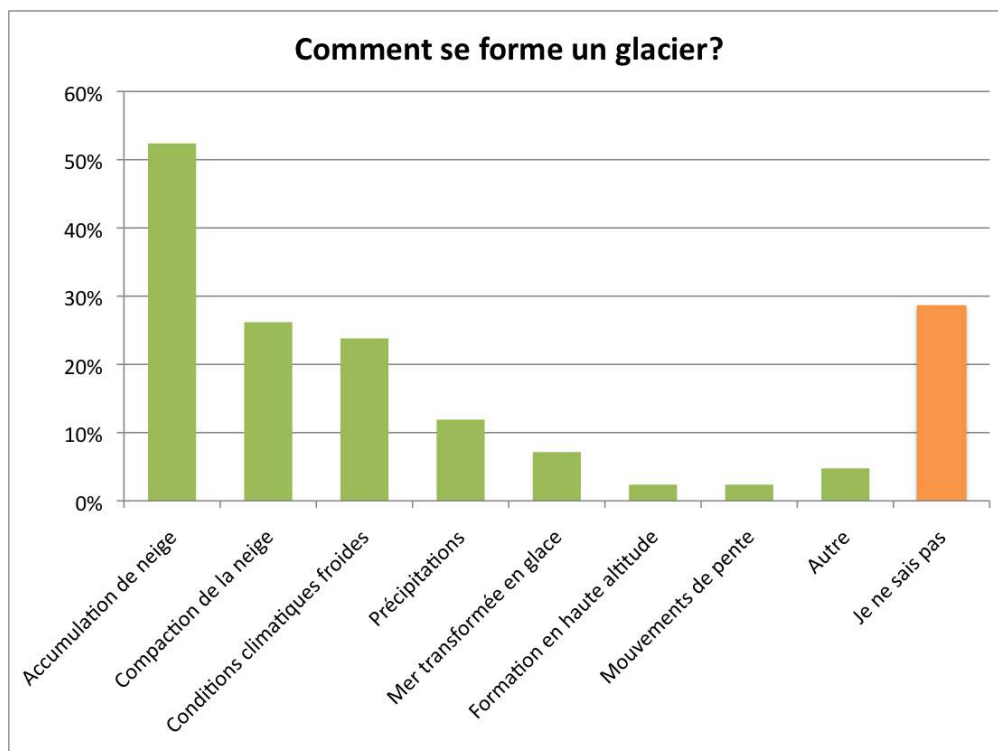


Figure 17 : La formation d'un glacier. Echantillon : N=45 personnes interrogées

Concernant les formes laissées dans le paysage par un glacier (fig. 18), la présence de « moraines » a été citée dans plus de 55% des réponses, 38% des réponses comportaient le mot « vallée glaciaire » et 19% « érosion ». Cependant, seulement 4% ont pu affirmer que les glaciers laissaient des stries et transportaient du matériel et 2% qu'ils formaient des marmites glaciaires. 14% des interrogés n'avaient pas de réponse à donner.

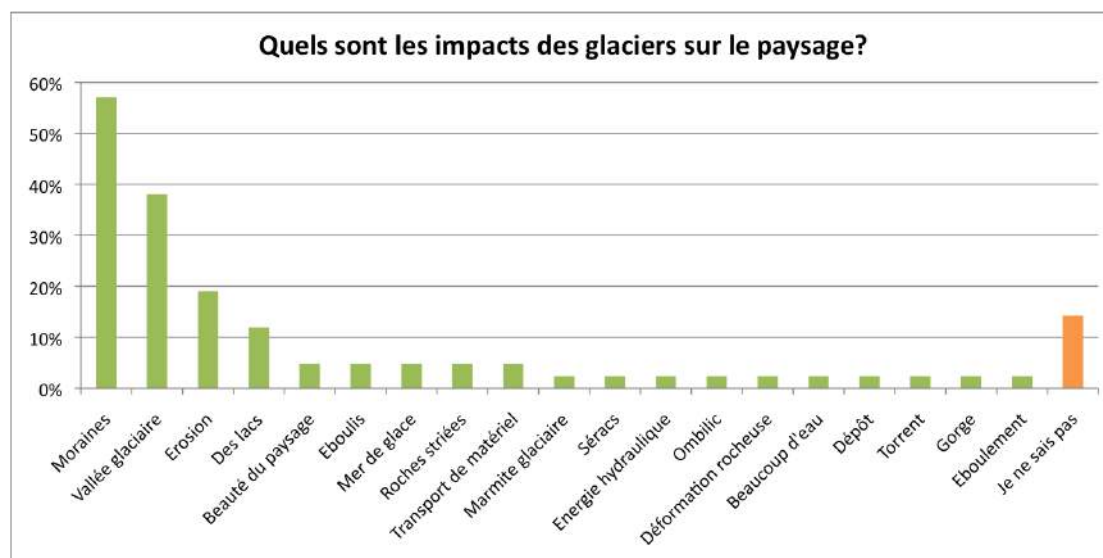


Figure 18 : Les impacts des glaciers sur le paysage. Echantillon : N=45 personnes interrogées

Concernant la période où les glaciers ont drastiquement reculé dans les Alpes (fig. 19), seulement 9% des réponses comportaient le terme de « *Petit Age Glaciaire* ». 18% des réponses estiment que le fort recul date du début du siècle passé, environ 14% lors des années 1950, 12% lors des années 1980 et près de 12 % ne savent pas.

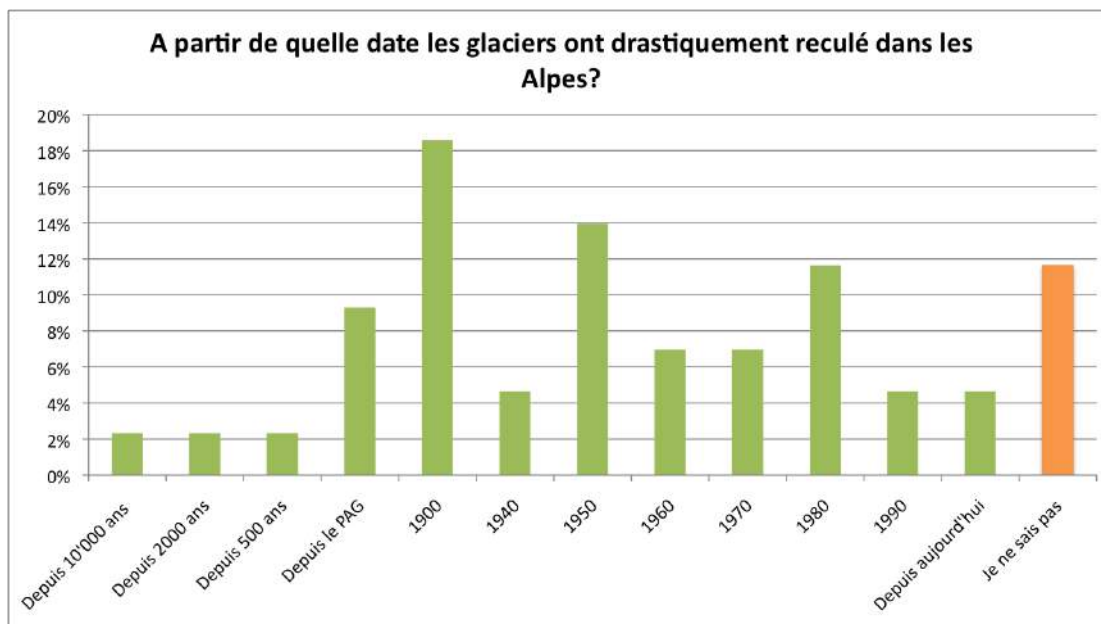


Figure 19 : Date à partir de laquelle les glaciers ont drastiquement reculé. Echantillon : N=45

La moitié des personnes interrogées connaît la signification du terme « *permafrost* » (fig. 20). 50% des interrogés déclarent que le permafrost est un sol gelé en permanence et moins de 10% spécifient que le permafrost maintient la cohésion du sol. Ce graphique montre que plusieurs personnes ont de fausses idées concernant le permafrost. Par exemple, certains associent le permafrost uniquement aux territoires arctiques ou associent ce terme à de la glace vive. Il faut, cependant, noter que près de 38% des interrogés ne connaissent pas l'existence de ce terme.

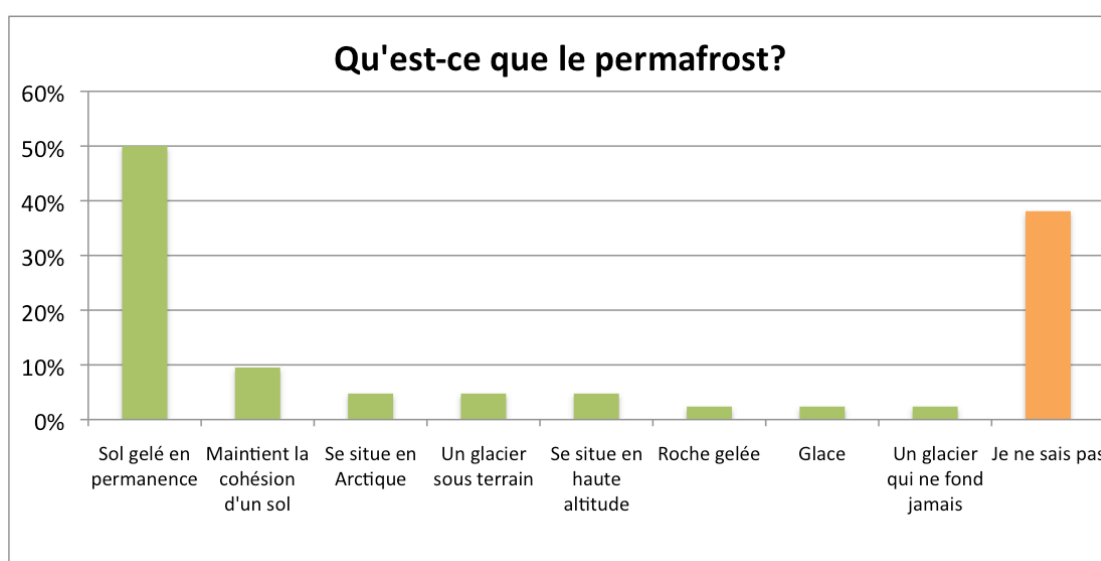


Figure 20 : Définir le terme « *permafrost* ». Echantillon : N=45 personnes interrogées

Concernant la dégradation du permafrost, près de 40% des interrogés ne connaissent pas les conséquences d'une dégradation du permafrost (fig. 21). Environ 20% des interrogés ont cité des conséquences correctes d'une dégradation du permafrost comme des glissements de terrain (15%), des éboulements (16%), des instabilités (19%) et des chutes de pierres (9%). Environ 5% ont réussi à citer le terme « laves torrentielles ».

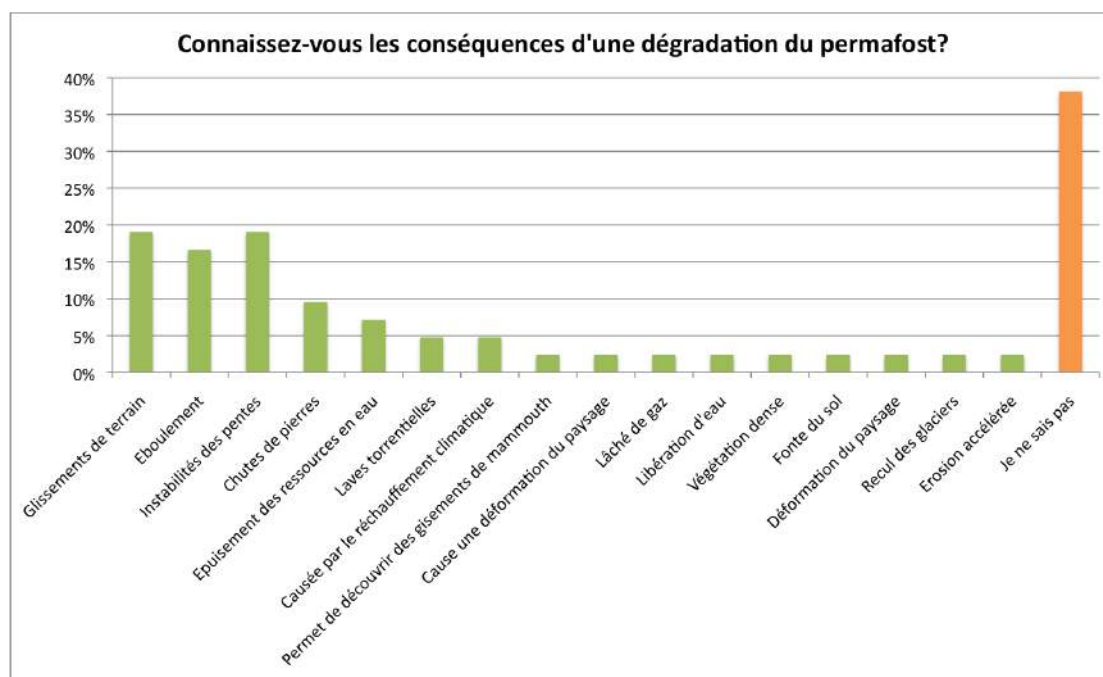


Figure 21 : La dégradation du permafrost. Echantillon : N=45 personnes interrogées

Près de 80% des interrogés déclarent ne pas connaître le terme de « glacier rocheux » (fig. 22). Une seule personne a associé le terme « glacier rocheux » à du permafrost. Certaines personnes ont des fausses idées ou tentent de deviner la signification du terme notamment en croyant qu'un glacier rocheux est un glacier mort ou un glacier recouvert de pierres.

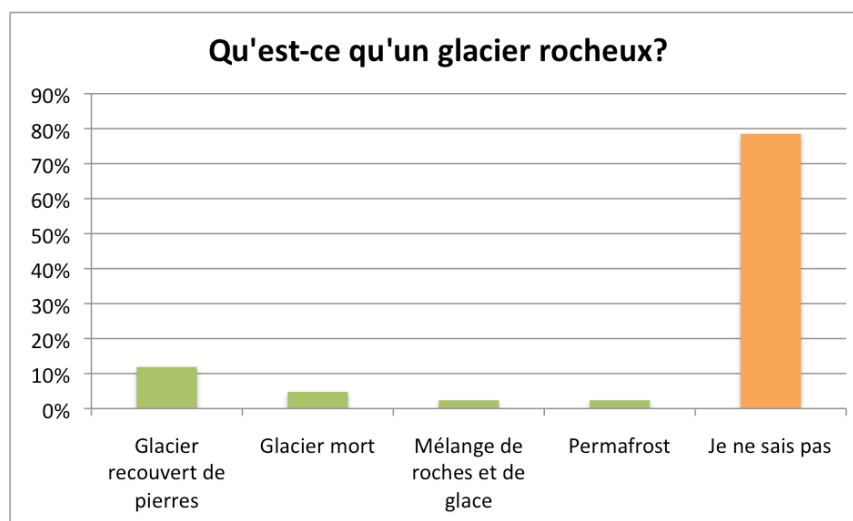


Figure 22 : Définir le terme « glacier rocheux ». Echantillon : N=45 personnes interrogées

4.2.3 Profil socio-démographique du public

Afin d'aborder très brièvement *le profil du public*, en terme de répartition par âge, nous sommes en présence d'un public hétérogène, toutes les tranches d'âges sont représentées avec une préférence à la tranche d'âge 35-45 ans (fig. 23).

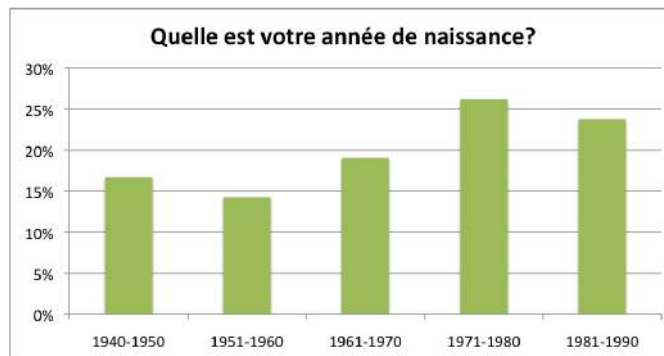


Figure 23 : Age du public. Echantillon : n=42 personnes interrogées

La plupart des personnes se promène soit entre amis, soit en couple (fig. 23). En raison d'une certaine difficulté et longueur de l'itinéraire, les familles sont plutôt rares. En terme de provenance, la répartition est homogène entre des résidents du val de Bagnes, des Valaisans francophones, des Suisses romands et des étrangers. Ces derniers proviennent en particulier de France (fig. 25).

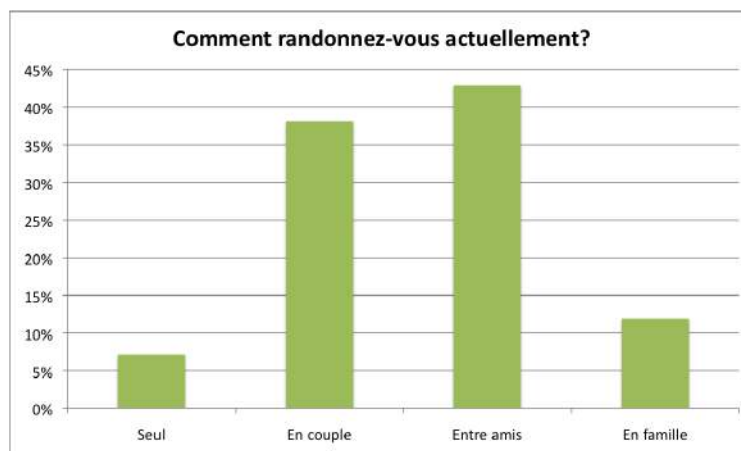


Figure 24 : Avec quelles personnes randonnez-vous ? Echantillon : N=43 personnes interrogées

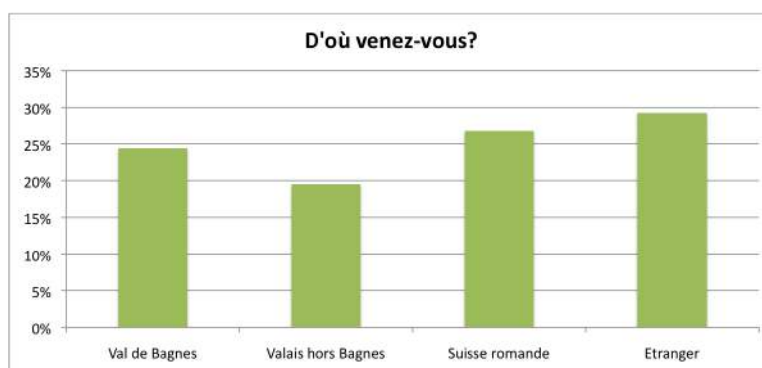


Figure 25 : Provenance des randonneurs. Echantillon : N=43 personnes interrogées

Finalement, il ressort que les interrogés se disent être « *intéressés* » (34%), « *très intéressés* » (24%) et « *extrêmement intéressés* » (36%) à recevoir des informations sur la formation du paysage et la géomorphologie glaciaire (fig. 26). Un intérêt si marqué de la part du public est un élément extrêmement important et motivant à l'aube de la réalisation de produits destinés au géotourisme au pied du massif des Combins.

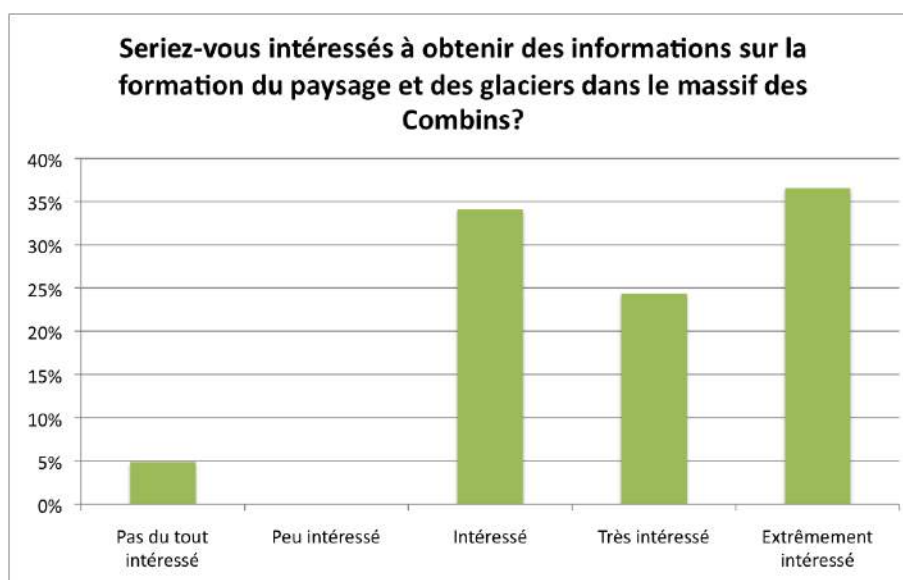


Figure 26 : L'intérêt des randonneurs pour une offre géotouristiques. Echantillon : N=45 personnes interrogées

4.3 Synthèse

En guise de synthèse, l'enquête fait ressortir des résultats très pertinents pour la réalisation pratique du produit et l'élaboration du contenu. Nous sommes en présence d'un public sportif, pratiquant assidument la randonnée en montagne et qui démontre un vif intérêt pour l'obtention d'informations sur le paysage et les glaciers. Tous les sentiers de la région sont des sentiers de randonnée alpine « *rouge et blanc* » et « *bleu et blanc* » en terrain de haute montagne ; ce choix « *sélectionne* » un public formé de randonneurs expérimentés et des habitués de cet environnement. En raison d'une certaine difficulté et longueur de l'itinéraire, les familles et les enfants sont très rares.

Par ailleurs, en terme de connaissances de la géomorphologie, on observe une dualité des profils. En effet, d'une part, nous sommes en présence d'un faible nombre de personnes qui ont de bonnes connaissances en géomorphologie. D'autre part, la grande majorité du public est formée de personnes dont le niveau de connaissance est très basique.

Il est donc indispensable de compléter et de renforcer les bases avant de développer des thèmes plus complexes qui demandent une mobilisation des connaissances géomorphologiques. Le contenu va s'organiser autour de trois thèmes. Les explications relatives au premier thème auront pour but de reprendre les bases géomorphologiques de chacun afin d'effectuer une mise à niveau. Les deux autres thèmes permettent à un public connaissant déjà les bases de la géomorphologie d'approfondir certaines thématiques plus complexes relatives au climat et aux risques en haute montagne. Dans tous les cas, ces deux dernières thématiques seront également abordables pour le public ayant peu de connaissances. Ce public ne va donc pas se restreindre uniquement au premier thème.

5. Les sites

.....

5.1 Méthodes de sélection des sites

Dans le processus d'élaboration d'un produit géotouristique, le site est également une composante principale. Martin & al. (2010) mettent en évidence qu'un site naturel, souvent un géosite, est la base indispensable à un projet géotouristique. Il est important de souligner qu'il ne faut pas chercher à tout valoriser mais mettre la priorité sur les sites qui recèlent le plus de potentiel lié à la médiation (Badman, 1994). En effet, lors d'un exercice de médiation, il est indispensable de ne pas se disperser sur un trop grand nombre de sites mais se restreindre à un nombre de sites limité (Martin, 2012).

Pralong (2005) a mis au point une méthode d'inventaire qui se focalise sur l'usage touristique des sites ; des critères comme l'accessibilité, la valeur scénique, le nombre de points de vue, le niveau de protection du site, des dangers naturels potentiels et sur les infrastructures présentes sont pris en compte.

Il n'existe pas de méthode ayant pour but précis de sélectionner des sites pour la médiation. L'objectif de cette partie est d'exposer une méthodologie de sélection des sites propre à ce mémoire.

5.2 Le choix des sentiers du Haut val de Bagnes

Le terrain du Haut val de Bagnes a été choisi afin de réaliser ces deux sentiers géotouristiques. L'étendue de cette région a l'avantage d'offrir une multitude de lieux qui peuvent être valorisés. Deux principaux terrains, ayant un potentiel valorisable, ont été présélectionnés afin de réaliser les deux sentiers ; la région de la cabane Chanrion et de la cabane Brunet.

La région de la cabane Brunet a finalement été choisie car elle répondait à une contrainte très importante, préalablement fixée, qui était de choisir **des sentiers de randonnée en boucle à la journée à partir d'un lieu accessible en voiture**. La cabane Chanrion ne permettait pas de répondre à ce critère. En effet, rien que la marche d'approche pour l'accès à cette cabane est d'environ 4h ce qui rendait impossible une boucle à la journée. Quant à la cabane Brunet, elle a l'avantage d'être accessible en voiture et est le point de départ de nombreuses randonnées en boucle à la journée. Les récents aménagements autour du glacier de Corbassière avec notamment la construction de la passerelle, la restructuration et la relocalisation des sentiers font que cette région est mise en lumière de la part de la commune de Bagnes et attire de nombreux randonneurs.

De plus, comme mentionné dans le terrain d'étude, le glacier de Corbassière a été recensé dans l'inventaire des géomorphosites réalisé par Genoud (2008). Ce dernier a attribué des notes maximales sur la valeur scientifique, écologique et esthétique. Ces facteurs font que le glacier de Corbassière représente un site à part entière qui se devait d'être utilisé pour une valorisation de la géomorphologie glaciaire.

Concernant la thématique sur le permafrost, cette dernière est abordée dans le sentier du Tour des Lacs qui part également de la cabane Brunet et qui recèle de nombreuses formes périglaciaires notamment des glaciers rocheux, des sols polygonaux et des moraines de poussée.

Il est important de souligner que le choix spécifique du terrain et des sentiers a été réalisé très tôt dans le processus de réalisation du produit géotouristique.

5.3 Sélection des sites au sein des deux sentiers

Une fois les sentiers sélectionnés, il est indispensable d'établir une méthodologie de sélection des sites au sein de chacun des sentiers. Concernant cette sélection, plusieurs contraintes ont été déterminées (en ordre d'importance). Ces contraintes se sont inspirées de bonnes pratiques en interprétation et de bonnes pratiques en conception de produits géotouristiques telles que Ham (1992), Bringer (1993), Page (1994), Moscardo (1999), Bitgood (2000), Cayla & al., (2010) et Martin & al., (2010) mais l'articulation et le choix de ces contraintes sont le fruit d'une réflexion personnelle.

1. Le choix d'un sentier en boucle à la journée à partir d'un lieu accessible en voiture
2. Le strict respect du tracé des sentiers déjà existants
3. Le respect des thèmes choisis
4. L'observation directe du public et l'utilisation du terrain
5. Une articulation des sites pertinente
6. La lisibilité des objets géomorphologiques
7. La qualité des points de vue et l'aspect scénique
8. Une répartition harmonieuse des sites sur le sentier

1. En terme de choix du sentier, nous avons sélectionné des sentiers qui fassent une boucle à la journée sans nécessité d'utiliser de transports publics afin de rallier l'arrivée ou le départ. En effet, l'accès à la cabane est mal pratique en transports publics ; il est indispensable de pouvoir arriver et repartir de ce même lieu en voiture. De plus, un sentier en aller-retour est monotone pour un sentier géotouristique.

2. Le respect du tracé du sentier déjà existant est une contrainte extrêmement importante car le temps de marche est déjà conséquent. Aucun détour des marcheurs n'est réalisé afin d'observer des sites complémentaires. Tous les sites choisis doivent être impérativement observables depuis le sentier. De plus, le tracé du sentier déjà existant doit être respecté pour des questions de sécurité et de responsabilité.

3. Le respect des thèmes choisis est également une contrainte importante. Avant l'élaboration du sentier, l'objectif est de créer un produit autour des thèmes de la géomorphologie glaciaire/permafrost, du climat et des risques glaciaire. Tout site hors de ces thèmes, même s'il respecte d'autres critères, a été éliminé. Il est en effet extrêmement important de garder une ligne directrice pour ne pas perdre le public.

4. L'observation directe du public est une contrainte importante. En effet, dans un sentier géotouristique, il est indispensable de pouvoir observer directement les formes.

5. L'articulation des sites entre eux doit être maximisée. Les sites doivent s'enchaîner d'une manière cohérente.

6. Dans le cadre d'une médiation géoscientifique, il est important que le site puisse être facilement lisible et observable par un public non-initié.

7. La qualité des points de vue est également à considérer mais c'est un critère moins important. Certains sites ont tout de même été sélectionnés même si le point de vue n'était

pas optimal. La qualité des points de vue est à maximiser si possible, mais cette contrainte a moins de priorité que les précédentes. En effet, il est difficile de tout vouloir maximiser.

8. Finalement, les sites doivent être répartis d'une manière optimale le long du sentier. Une forte concentration de sites ainsi que de longs déplacements sans arrêt pour l'observation doivent être évités.

A ces différentes contraintes d'ordre général, d'autres se sont ajoutées spécifiquement pour le sentier autour du glacier de Corbassière :

- a. Le sentier doit passer le col des Avouillons dans le sens Ouest-Est afin d'offrir un spectacle saisissant au public. Le fait d'arriver depuis l'Est enlève la vue majestueuse sur le glacier depuis le col et la surprise du paysage découvert.
- b. Le sentier doit faire un détour jusqu'à la cabane Panossière pour la beauté du paysage sur le Grand Combin et le glacier de Corbassière. Ce détour permet également de s'octroyer une pause à la cabane.
- c. Le sentier doit utiliser la nouvelle passerelle du glacier de Corbassière ainsi que les nouveaux aménagements et sentiers prévus afin de maximiser la sécurité des randonneurs. La traversée directement sur le glacier et la moraine n'est donc plus possible. Un arrêt a été spécialement prévu afin d'expliquer les processus de déstabilisations de la moraine au grand public.

Suite à l'analyse de ces contraintes, « *un inventaire* » des différents sites a été réalisé. Il est important de souligner que **nous ne sommes pas dans un processus d'évaluation** comme dans un inventaire de géomorphosites. L'objectif de cette partie avait uniquement pour but de répertorier les sites qui rentraient dans les critères précédents. Le nombre de sites devait se limiter à 10 au maximum par sentier.

5.3.1 Le respect des contraintes sur le sentier du glacier de Corbassière

La figure 27 met en évidence les sites sélectionnés répondant aux différents critères. Finalement, un total de 8 sites a été retenu ; cela est dû au fait que le sentier est déjà long en soi.

1 + 2. Les deux premières contraintes - Choix d'un sentier en boucle à la journée et respect du tracé du sentier déjà existant – ont été strictement respectées.

3. La limitation à trois thèmes a été strictement respectée, aucun des sites n'aborde des thématiques annexes. Des sites présentant un certain intérêt ont dû être retirés car ils ne rentraient pas dans les thématiques annoncées, comme l'imposant glacier rocheux sous le col des Avouillons.

4. L'observation directe du public et l'utilisation du terrain a été en permanence maximisée à l'exception d'une partie de l'arrêt n°5 qui relate le retrait glaciaire illustré par d'anciennes photos du glacier de Corbassière. L'arrêt n°5 ne se trouve pas à l'endroit exact où ces clichés ont été pris. Il aurait fallu faire redescendre les randonneurs en direction de Fionnay via La Cougne ce qui aurait empêché de réaliser une boucle à la journée.

5. Concernant l'articulation des sites, ces derniers ont été organisés selon un ordre chronologique pertinent. En effet, les premiers arrêts mettent en évidence des formes relatives à la géomorphologie glaciaire actuelle comme des moraines du PAG, des stries et des roches moutonnées. Plus on arrive vers la fin du sentier, plus on remonte dans le temps, avec des formes anciennes, pour arriver à la terrasse de kame de Bruson datant du Dryas ancien. Certains sites, comme l'arrêt n°1, ont dû être résumés au maximum car il était difficile de parler de la formation d'une marge pro-glaciaire avant d'expliquer les propriétés physiques d'un paysage glaciaire. D'autres sites ont dû être complètement supprimés, comme la moraine tardiglaciaire observable au début du sentier, au dessus du lac de Pindin, mais qui n'avait pas sa place, d'un point de vue chronologique, à cet endroit.

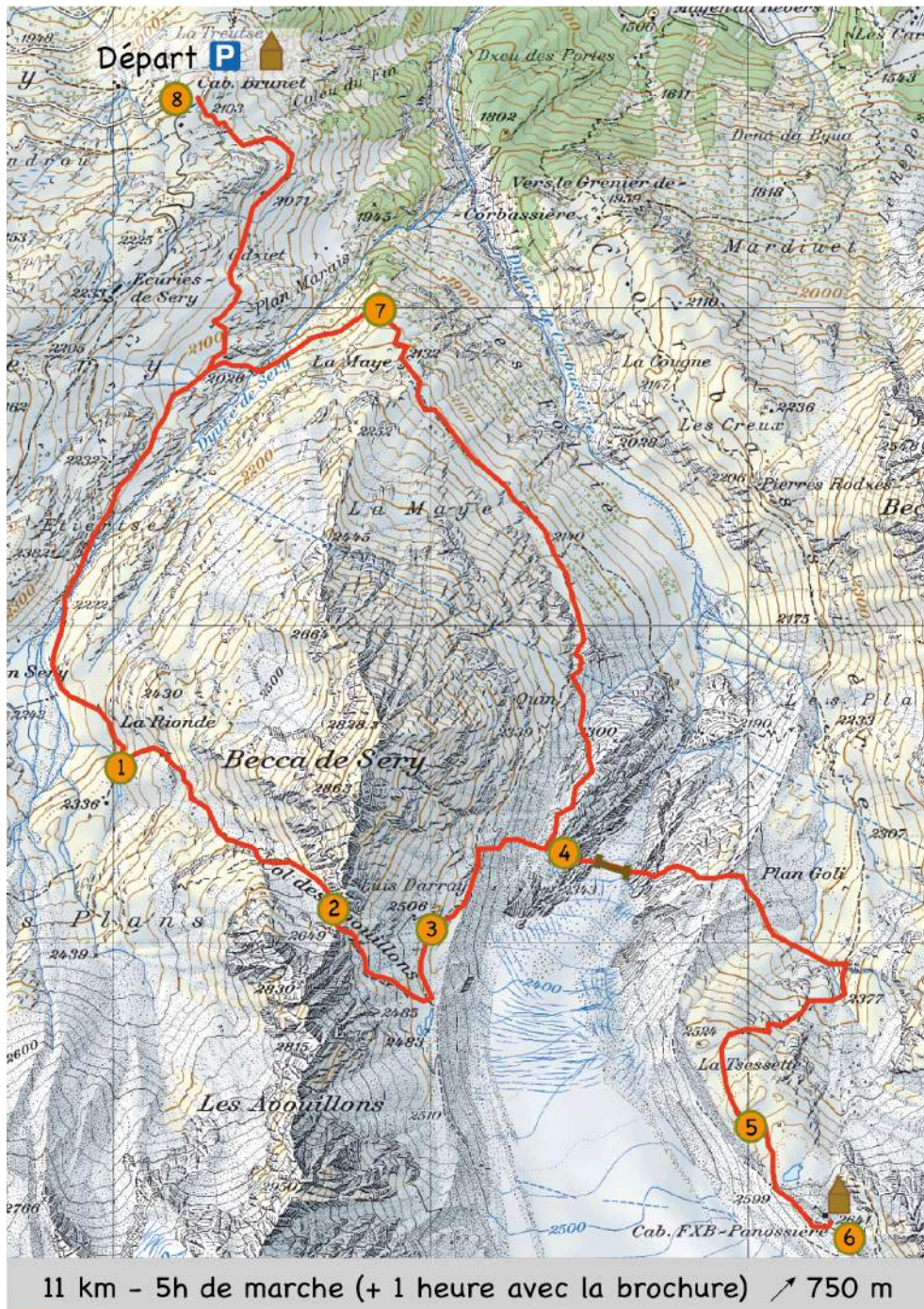
6. Concernant la lisibilité des objets, tous les objets géomorphologiques sont lisibles pour un public non-initié à l'exception de la terrasse de kame de Bruson et de la moraine tardiglaciaire observable depuis la Maye qui sont des formes anciennes moins lisibles, mais qui ont tout de même été sélectionnées afin de maintenir une chronologie pertinente.

7. La qualité des points de vue et l'aspect scénique ont été privilégiés au maximum. C'est le cas par exemple de la vue depuis le col des Avouillons. Cependant, la moraine tardiglaciaire ainsi que la terrasse de kame s'observent uniquement à distance.

8. Finalement, les sites sont repartis de manière équilibrée le long du sentier. Néanmoins, la partie entre l'arrêt n°7 et n°8 est passablement longue mais aucun site répondant à l'un des trois thèmes n'était présent.



SENTIER DU GLACIER DE CORBASSIÈRE



- Parking
- Sentier
- Passerelle de Corbassière
- Cabane
- Arrêt géomorphologique

Figure 27 : Les différents arrêts sur le sentier du glacier de Corbassière. Fond de carte : Swisstopo

5.3.2 Le respect des contraintes sur le sentier du Tour des Lacs

La figure 28 met en évidence la carte du sentier du Tour des lacs avec les sites sélectionnés répondant aux différents critères. Finalement, un total de 8 sites a été retenu ; cela est dû au fait que le sentier est déjà long en soi.

1 + 2. Concernant le sentier du Tour des Lacs, les deux premières contraintes - Choix d'un sentier en boucle à la journée et respect du tracé du sentier déjà existant – ont été strictement respectées.

3. Le sentier présentait des sites intéressants, notamment d'un point de vue de la géomorphologie glaciaire, qui ont été retirés car ils ne rentraient pas dans les thématiques annoncées. En effet, il est possible d'observer de nombreuses roches moutonnées, un glacier couvert, une moraine tardiglaciaire et de nombreux lacs proglaciaires.

4. L'observation directe du public et l'utilisation du terrain ont été maximisées sauf au site n°1 où la brochure explique ce qu'est le permafrost mais il n'y a pas de possibilité de voir directement du permafrost sur le sentier. Cette observation lacunaire est remplacée par une carte de la répartition spatiale du permafrost sur le sentier.

5. Concernant l'articulation des sites, ces derniers ont été organisés selon la logique suivante : le premier arrêt a pour objectif de définir la notion de permafrost qui sert de base à la compréhension des sites suivants qui sont des exemples, soit de formes liées au permafrost, soit des illustrations de risques liés à la torrentialité.

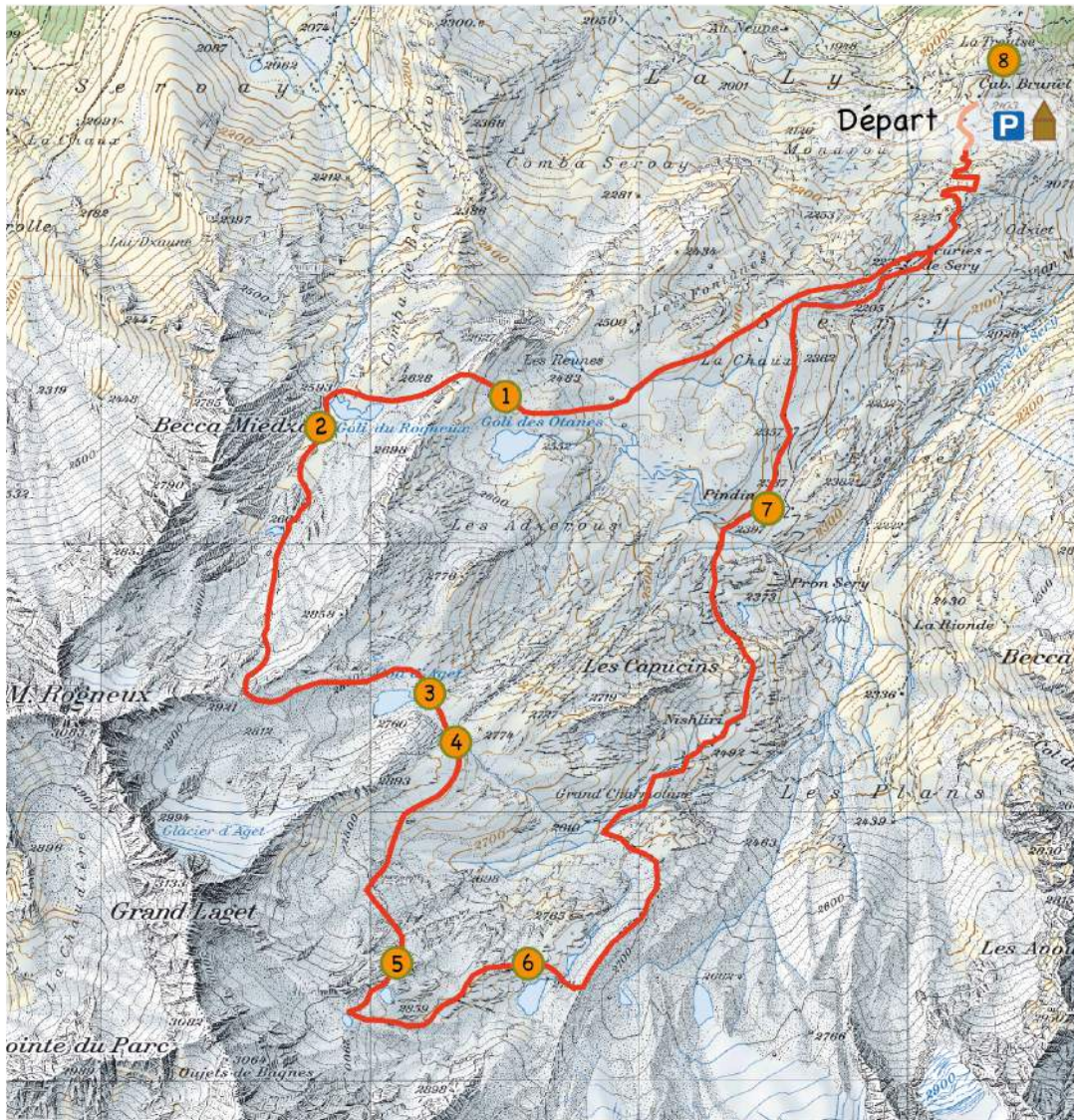
6. La lisibilité des objets géomorphologiques est la contrainte qui a été la plus difficile à satisfaire. En effet, la thématique du permafrost - qui n'est notamment pas visible - est plus compliquée à transmettre à un public non-initié. Les sites sélectionnés sont, par nature, moins lisibles que les sites du sentier du glacier de Corbassière, ce qui représentait un challenge de taille pour la réalisation de ce sentier.

7. La qualité des points de vue et l'aspect scénique ont été privilégiés au maximum. Ce sentier offre davantage la possibilité d'observer les sites de très près comme les pierres redressées et les sols polygonaux que le sentier de Corbassière.

8. Finalement, les sites sont répartis harmonieusement le long du sentier. Néanmoins, les arrêts n°3 et n°4 sont très rapprochés. En effet, il faut s'adapter au terrain et ce n'est pas toujours facile de tenir compte de toutes les contraintes.



SENTIER DU TOUR DES LACS



14 km - 7h de marche (+ 1 heure avec la brochure) ↗ 1250 m

Parking Sentier Cabane Arrêt géomorphologique

Figure 28 : Les différents arrêts sur le sentier du Tour des Lacs. Fond de carte : Swisstopo

6. Le contenu et le support

.....

6.1 Un contenu scientifique simplifié

L'élaboration du contenu des deux brochures se base sur les bonnes pratiques en interprétation qui ont été expliquées au chapitre 3.4.

6.1.1 Des thèmes comme fil conducteur

Bringer (1993) et Page (1994) proposent de présenter l'information sous la forme d'une histoire ou d'un thème et pas seulement des faits déconnectés entre eux (voir chapitre 3.4.1). Les deux sentiers de découverte géomorphologique des Combins sont articulés autour de trois thèmes (fig. 29). Ces derniers sont utilisés dans la brochure afin de garantir un fil conducteur selon un code couleur précis.

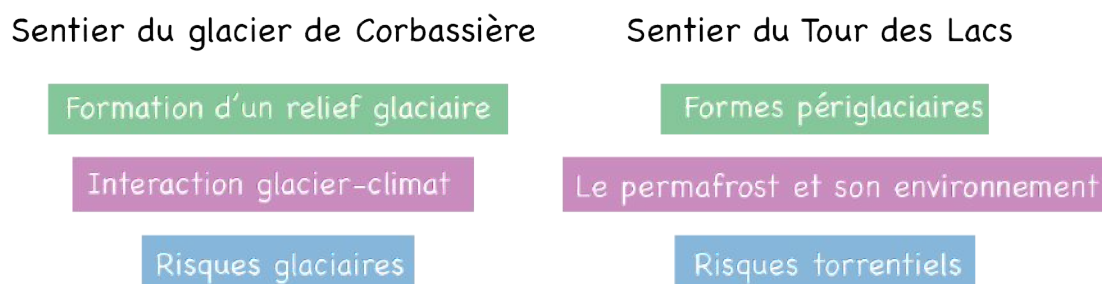


Figure 29 : Les trois thèmes du sentier du glacier de Corbassière et du sentier du Tour des Lacs

Le premier des trois thèmes - **Formation d'un relief glaciaire / Formes périglaciaires** – axe son explication sur la *géomorphologie glaciaire et périglaciaire* d'un site. Le contenu permet de faire comprendre au public la *formation d'un site* d'un point de vue géomorphologique. **Les explications relatives à ce thème ont pour but de reprendre les bases géomorphologiques de chacun afin d'effectuer une mise à niveau.** Le but est de faire observer activement et de faire comprendre au public les processus et les formes glaciaires et périglaciaires présentes au pied du massif des Combins. De plus, il est important de montrer que le monde minéral rend la montagne dynamique et non figée. *Comment se forme un relief glaciaire ? Quelles formes un glacier laisse-t-il dans le paysage ? Quelles formes liées au permafrost pouvons-nous observer dans le massif des Combins ?*

Les deux thèmes qui suivent : « **Interaction glacier – climat / Le permafrost et son environnement** » et « **Risques glaciaires / Risques torrentiels** » permettent de ne pas se focaliser uniquement sur la géomorphologie mais d'approfondir des thématiques liées au *climat* et aux *risques*, tout en gardant un vocabulaire simplifié adapté au public. **Ces thèmes permettent à un public connaissant déjà les bases de la géomorphologie d'approfondir certaines thématiques plus complexes.**

Le deuxième thème – **Interaction glacier – climat / Le permafrost et son environnement** - permet de mettre en évidence un des agents responsables des variabilités morphologiques et glaciologiques du paysage des Combins : le climat. L'objectif est de faire prendre conscience des changements paysagers dans une perspective de réchauffement et variation climatique et de souligner les conséquences de ces changements morphologiques sur l'environnement. *Comment se forme un glacier ? Quels ont été les effets du Petit Age Glaciaire sur les glaciers ? Quel est l'impact du réchauffement climatique sur les*

glaciers? Pourquoi les glaciers atteignaient le Plateau suisse il y a 25'000 ans ? Qu'est-ce que le permafrost ? Quel est le lien entre le permafrost et le climat ?

Le troisième thème – **Risques glaciaires / Risques torrentiels** – a pour objectif de faire prendre conscience des risques liés au réchauffement climatique et au retrait glaciaire, en terme de stabilité des versants et de glissement des parties amont des glaciers, en particulier les glaciers froids et les glaciers suspendus. Les risques liés à une fonte du permafrost et à la formation de laves torrentielles sont également mis en évidence. *Quels sont les risques glaciaires face au réchauffement climatique ? Quel est le lien entre le réchauffement climatique et la dégradation du permafrost ? Quels sont les risques d'une dégradation du permafrost pour les infrastructures ?*

Table 3 : Le choix des thèmes pour chacun des sites du sentier du glacier de Corbassière

Sites	Thématiques
Le système glaciaire du Petit Combin	Formation d'un relief glaciaire
Un serpent de glace au sein des Alpes	Interaction glacier - climat
Les moraines du Petit Age Glaciaire	Formation d'un relief glaciaire Interaction glacier - climat
Un champ de roches polies par l'action des glaces	Formation d'un relief glaciaire
Retrait glaciaire et déstabilisation des moraines	Interaction glacier - climat Risques glaciaire
Régime thermique et risques glaciaires	Formation d'un relief glaciaire Risques glaciaire
Une autre moraine, une autre époque	Interaction glacier – climat Formation d'un relief glaciaire
Un dernier témoin de l'extension glaciaire	Formation d'un relief glaciaire Interaction glacier - climat

Table 4 : Le choix des thèmes pour chacun des sites du sentier du Tour des lacs

Sites	Thématiques
Qu'est ce que le permafrost ?	Le permafrost et son environnement
Le glacier rocheux du Goli du Rogneux	Formes périglaciaires
Glacier et permafrost au Goli d'Aget	Le permafrost et son environnement
D'étranges formes polygonales	Formes périglaciaires
Des pierres qui tiennent debout	Formes périglaciaires
De la solifluxion qui remobilise une moraine	Le permafrost et son environnement Formes périglaciaires
Permafrost et réchauffement climatique	Risques torrentiels
Laves torrentielles et vulnérabilité	Risques torrentiels

6.1.2 Faire des liens avec le public

Plusieurs auteurs comme Tilden (1977), Bringer (1993), Badman, (1994), Page (1994) et Moscardo (1999), Martin & al. (2010) insistent sur le fait qu'il est indispensable de faire des liens entre les objets de la médiation et la vie du public. (voir chapitre 3.4.3)

Dans le cas du sentier du Tour des Lacs, il est possible de mettre en scène la présence de permafrost le long du sentier. En utilisant une carte topographique ainsi que le tracé du sentier avec des couleurs, le public peut s'imaginer si oui ou non il marche sur du permafrost (fig. 30).

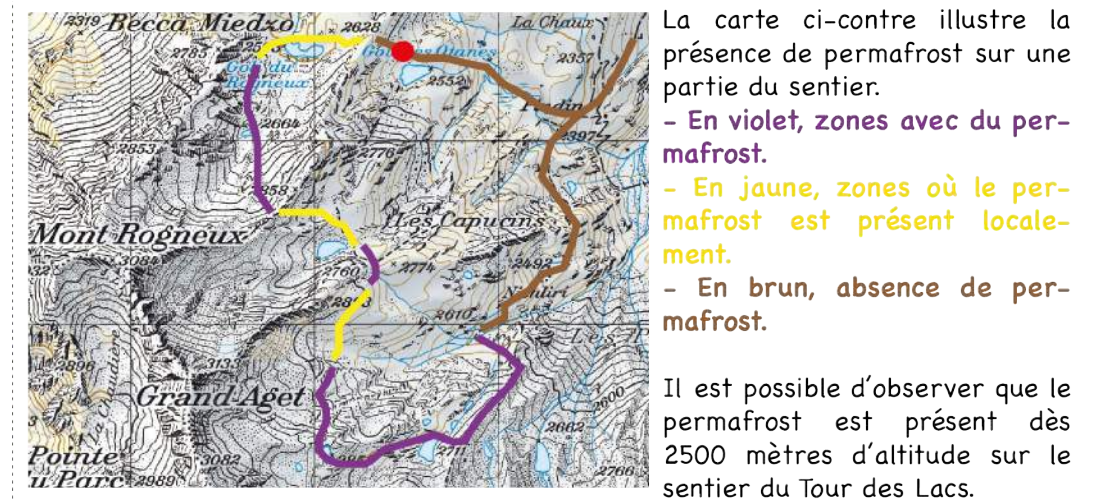


Figure 30 : Faire des liens entre le public et les objets de la médiation selon Tilden (1977), Bringer (1993), Badman, (1994), Page (1994) et Moscardo (1999), Martin et al. (2010) appliqué au sentier de Corbassière

6.1.3 Les 6F de Summermatter

Comme mentionné dans le chapitre 3.4, Summermatter (2003) s'est basé sur l'analyse de plusieurs brochures géodidactiques afin de proposer plusieurs outils scripto-illustratifs utiles à l'élaboration du contenu de la médiation. Ces outils peuvent se résumer selon les 6F : *familiarité, fascination, fidélité, fonctionnalité, formation et fusion*.

Dans le cadre des deux sentiers, les règles de la familiarité et de la fascination ont été respectées. Les mots scientifiques et techniques ont été évités au maximum, les évaluateurs de la brochure ont relevé le bon rapport entre le texte et les images (voir chapitre 7). De plus, des titres accrocheurs et humoristiques tels que « D'étranges formes polygonales » et « Glacier : créateur de paysage » qui invitent à la lecture ont été privilégiés (fig. 31 ; en haut). Les paragraphes ont été voulus le plus court possible en les agrémentant de photographies et de schémas représentatifs des situations décrites (fig. 31 ; en bas).

Glacier: créateur de paysages...


- 4 D'ÉTRANGES FORMES POLYGONALES!
- 5 DES PIERRES QUI TIENNENT DEBOUT
-  PETITE MISE EN JAMBE



Figure 31 : Les règles de la fascination et de la familiarité (Summermatter, 2003) appliquées aux deux sentiers géotouristiques

La règle de la fidélité a été respectée par l'utilisation de schémas simples. Des photographies avec calques ont été créés afin de faire comprendre au public des concepts techniques (fig. 32 ; en haut). L'utilisation de nombreuses photos annotées a également été privilégiée. Cette méthode permet de faire observer au public des éléments paysagers qui ne sont pas facilement reconnaissables pour un œil peu habitué (fig. 32 ; en bas).

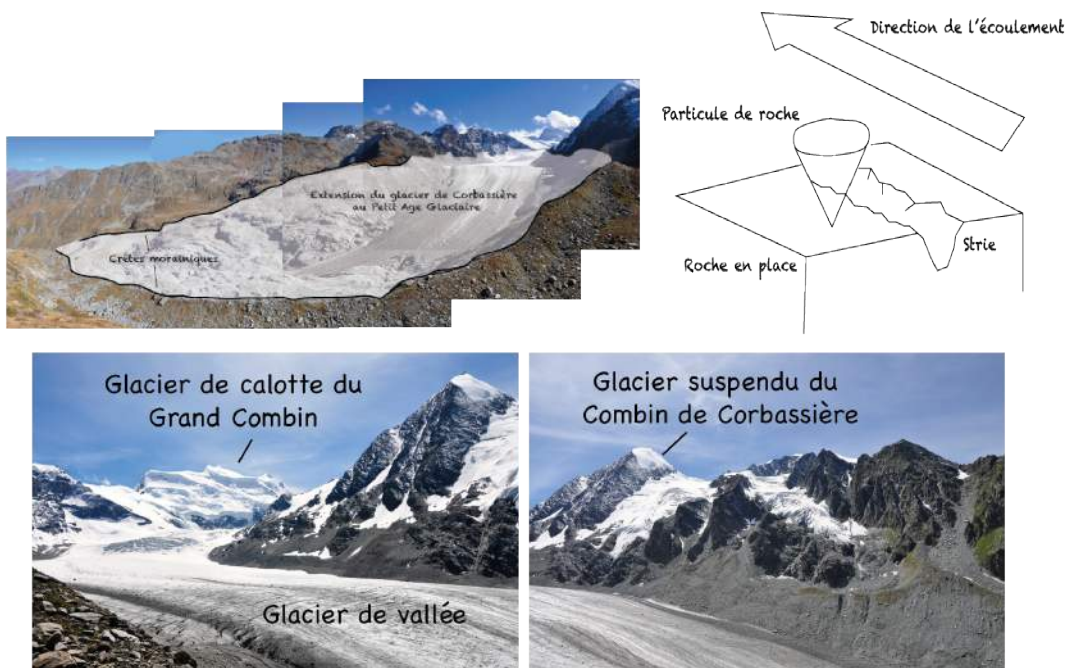


Figure 32 : La règle de la fidélité (Summermatter, 2003) appliquée au sentier du glacier de Corbassière

Les deux sentiers géotouristiques répondent à la règle de la fonctionnalité. En effet, ils ont un format de dimension de poche qui permet de l'emporter sur le terrain. Une carte de l'itinéraire avec les différentes étapes ainsi que des informations relatives à la dénivellation et au temps de marche sont présents (fig. 33 ; à gauche). Une fiche comportant des informations pratiques telles que l'accès en voiture, en transports publics, les difficultés du sentier, l'équipement ainsi que le comportement à adopter en régions de montagne est également disponible dans les deux brochures (fig. 33 ; à droite).

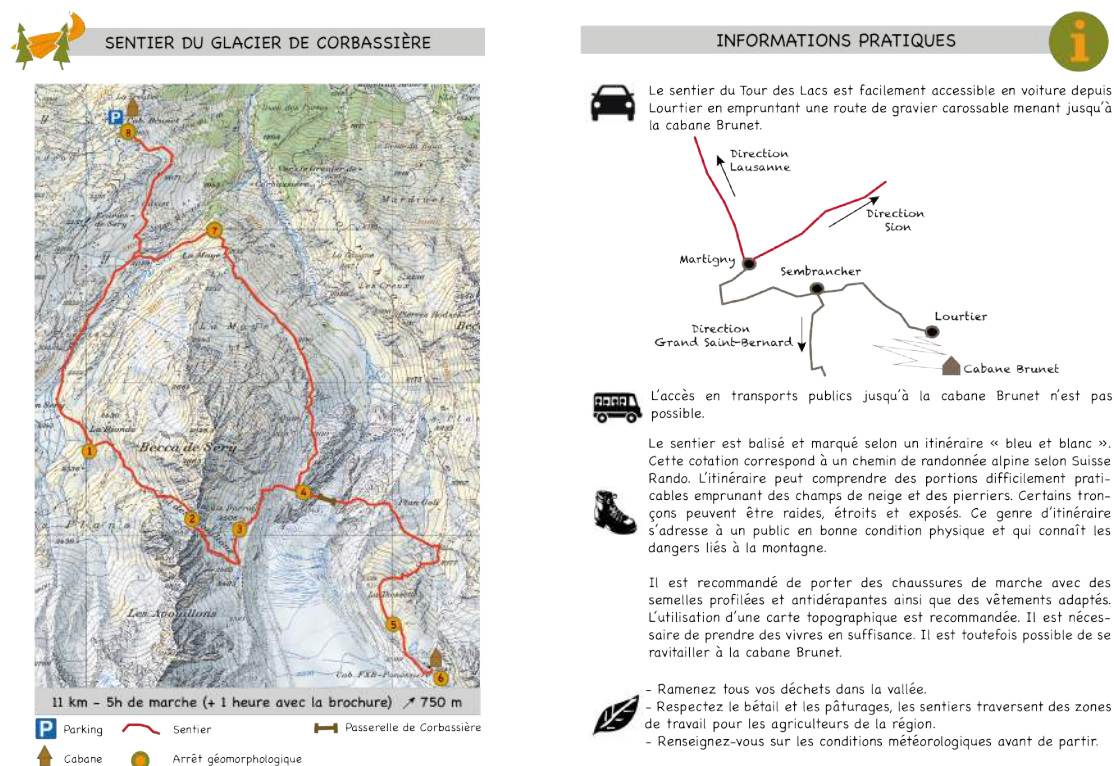


Figure 33 : La règle de la fonctionnalité (Summermatter, 2003) appliquée aux deux sentiers

Finalement, les deux sentiers répondent à la règle de la formation (fig. 34). En effet, l'objectif de ces sentiers est de transmettre un message auprès du public. Une bibliographie a été prévue à la fin des deux brochures afin de permettre au public d'approfondir certains thèmes.

Voulez-vous en savoir davantage? Voici quelques références bibliographiques:

- Delaloye, R. & Morand, S. (1997). Du Val Ferret au Grand-Combin (Alpes Valaisannes): Inventaire des glaciers rocheux et analyse spatiale numérique du pergélisol à l'aide d'un Système d'Information Géographique (IDRISI) (Travail de Diplôme non publié). Université de Fribourg, Institut de Géographie
- Genoud, M. (2008). Inventaire, évaluation et projets de valorisation des géomorphosites du val de Bagnes. (Mémoire de Master) [en ligne]. Université de Lausanne, Faculté des Géosciences et Environnement, Institut de géographie.
- Kääb A., Reynolds J.M., Haeberli W. (2005). Glacier and permafrost hazards in high mountains. In Huber U.M., Bugmann H.K.M., Reasoner M.A. (Dir.): Global change and mountain regions - a state of knowledge overview. Dordrecht: Springer, 225-234.
- Morard S., Scapozza C., Duhem V., Reynard E., Delaloye R. (2009). Géomorphologie de la montagne - fiches pour l'enseignant. Société Suisse de Géomorphologie (SSGM), site internet : <http://www.unifr.ch/geoscience/geographie/montagne>.
- Pissart, A. (1973). L'origine des sols polygonaux et striés du Chambeyron (Basses Alpes). Résultats d'expériences de terrain. Bulletin de la Société Géographique de Liège, 9, 33-53.
- Ravel, L. (2009). Evolution géomorphologique de la haute montagne dans le contexte actuel du réchauffement climatique, Cahiers de géographie, 8, 113-124
- Reynard, E., Lambiel, C., Delaloye, R., Devaud, G., Baron, L., Chapellier, D., Marescot, L. & Monnet, R. (2003). Glacier/permafrost relationships in forefields of small glaciers (Swiss Alps). Permafrost, Phillips, Springman & Arenson (eds), 947-952.
- Schoeneich, P., De Jong, C. (2008). Evolution de l'environnement alpin. Quel environnement alpin demain ? Pour quelles activités ? Revue de géographie alpine, 4, 53-63

Figure 34 : La règle de la formation (Summermatter, 2003) appliquée aux deux sentiers

6.1.4 La création d'une brochure interactive pour le public

Dans leur article, Cayla & al. (2010) déclarent que l'interactivité est la clé de voûte des processus de médiation (voir chapitre 3.4.2). Dans le processus d'élaboration des deux sentiers géotouristiques, l'interactivité émotionnelle et cognitive ont été placées au centre des préoccupations par :

- **Une utilisation de questions pour maximiser l'interactivité cognitive.** En posant des questions, l'objectif est de solliciter le public et de rendre le processus d'apprentissage actif. Dans ce cas, c'est l'interactivité cognitive qui est maximisée car elle permet d'apporter une réflexion qui va susciter l'intérêt du public à construire son propre bagage de connaissance (fig. 35).

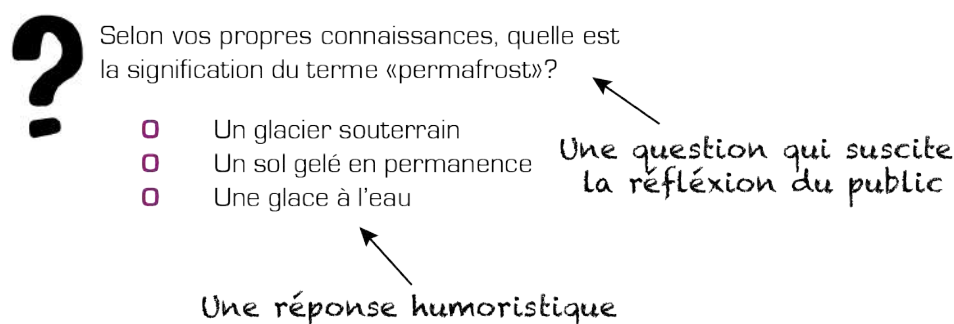


Figure 35 : Solliciter la réflexion du public en posant des questions afin de maximiser l'interactivité cognitive selon Cayla & al. (2010)

- **L'interactivité émotionnelle** prend la forme, dans les brochures, de mises en scène du paysage d'autrefois superposé au paysage actuel. Ce point s'apparente au chapitre « Faire des liens avec le public ». Une interactivité émotionnelle est suscitée chez le randonneur en lui montrant que le sentier de randonnée **sur lequel il est en train de marcher** était situé sous plusieurs mètres de glace il y a 150 ans. De même, lors de l'explication sur le Würm, on replace un environnement qui est familier à la majorité des randonneur (le Plateau suisse) à une période où il était englacé. On suscite ainsi des émotions auprès des randonneurs (fig. 36).



Figure 36 : L'interactivité émotionnelle selon Cayla & al. (2010) appliquée aux sentiers du pied des Combins

- L'utilisation de « points d'observation » a pour objectif de rendre le sentier interactif en maximisant l'observation directe du randonneur. Les formes observées sont directement connectées au visuel du public depuis le sentier. L'observation directe du public est une contrainte importante. En effet, dans un sentier géodidactique, il est indispensable de pouvoir observer directement les formes du relief d'une manière active (fig. 37).

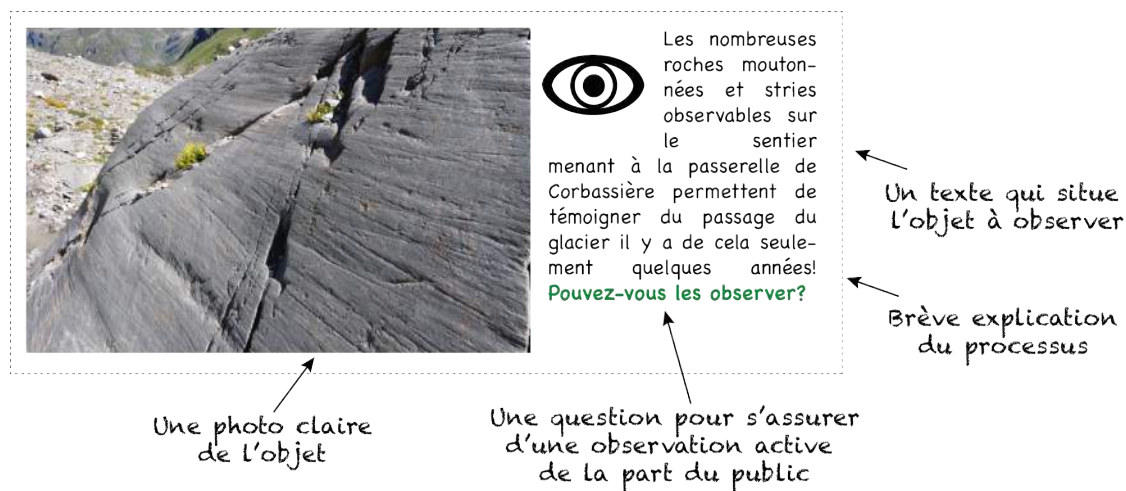


Figure 37 : Utiliser le terrain afin de faire observer activement le public

6.1.5 La démarche d'interprétation de Bringer

Comme mentionné dans le chapitre 3.4.4, l'intérêt de la démarche d'interprétation de Bringer (1993) réside dans le fait qu'elle permet de synthétiser d'une manière très claire l'information abordée dans les chapitres précédents (fig. 38).



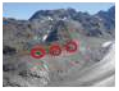
Les bonnes pratiques en interprétation de Bringer (1993)	Appliqués aux deux produits géotouristiques	L'information se construit autour d'une histoire ou de thèmes servant de fil conducteur	Trois thèmes Information d'un relief glaciaire Risques glaciaires Interaction glacier-climat
Les messages et les illustrations visent à provoquer l'intérêt et la curiosité du public	Question suscitant la curiosité Quelles conditions climatiques ont permis la formation de la moraine et de la terrasse de kame? Quand se sont-elles formées?	Un lien est établi entre des faits relevant du passé et les réalités des temps présents	Reconstitution du glacier 
Un lien est établi entre le lieu traité et l'expérience personnelles des gens	Le retrait glaciaire 	Au-delà des idées reçues, une signification cachée des choses est révélée au public	Destabilisation des moraines 
La participation du public est sollicitée	Quiz Un glacier rocheux n'est pas seulement un amoncellement de pierres. Selon vous, qu'est-ce que c'est? <input type="checkbox"/> Un glacier recouvert de pierres <input type="checkbox"/> Des pierres mélangées au permafrost <input type="checkbox"/> Un glacier mort	Le public retire de la visite des messages clairs facilement mémorisables et liés à la signification essentielle du lieu	Le but premier de l'intégralité de la brochure

Figure 38 : La démarche d'interprétation de Bringer (1993) appliquée aux deux sentiers

6.2 La représentation graphique des informations

6.2.1 La conception graphique

Comme mentionné dans le chapitre 3.4.1, Ham (1992), Bitgood (2000) et Moscardo & al. (2007) soulignent l'importance de la conception des « *interpretative labels* ». Dans le cadre des deux sentiers géotouristiques, les logos utilisés attirent l'œil et permettent de reconnaître, de structurer et de localiser rapidement les informations importantes. Les logos « Œil » et « Point d'interrogation » sont particulièrement importants car ils guident le lecteur tout au long de la brochure. L'œil met en évidence les postes où des observations du paysage sont nécessaires et le point d'interrogation permet de repérer rapidement les questions qui permettent aux randonneurs de tester leur connaissances. Concernant la conception des titres, les mêmes auteurs relèvent qu'il est préférable d'utiliser des titres évocateurs et accrocheurs. Ils insistent sur une utilisation de lettres capitales sur un fond de couleur. Dans le cadre des deux sentiers, plusieurs paragraphes importants ont été mis en évidence par l'utilisation d'une autre police et d'un fond de couleur (fig. 39).

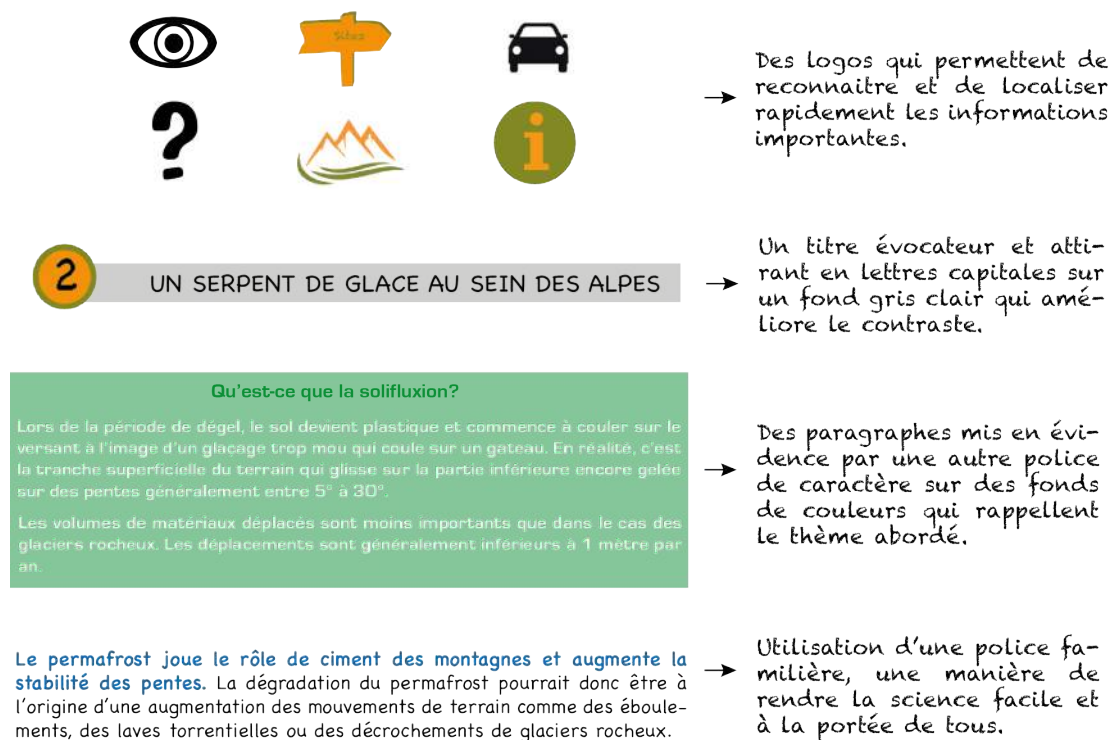




Figure 39: La conception graphique selon Ham (1992), Bitgood (2000) et Moscardo & al. (2007) appliquée aux deux brochures

6.2.2 Une partition de l'information

Une partition de l'information, relevée par Ham (1992) Moscardo & al. (2007) et Martin (2012), a été réalisée dans l'élaboration du contenu. Une partition de l'information en plusieurs « cases » a été systématiquement réalisée afin d'éviter la présence de textes longs et continus. L'information est découpée en petits paragraphes qui sont encadré par des pointillés qui, à leur tour, sont entourés par des pointillés plus fins (fig. 40).

 **Comment reconnaître la solifluxion dans le paysage? Approchez-vous d'un bourrelet et observez!**

La solifluxion forme des bourrelets. Il est possible de comparer ce processus à un glacier rocheux miniature qui glisse vers l'aval.



Cela concerne des matériaux meubles et fins gorgés d'eau qui sont souvent occupés par de la végétation. Cette saturation peut venir tant des précipitations que de la fonte des neiges ou du dégel du sol.

Les moraines sont également fréquemment affectées par de la solifluxion, certainement en raison de leur forte proportion en matériel fin et la présence possible de résidus de glace.

Figure 40 : La partition de l'information selon Ham (1992) Moscardo & al. (2007) et Martin (2012) appliquée à l'arrêt n°7 du Tour des Lacs

6.2.3 Utilisation d'un code couleur

Moscardo & al. (2007) et Martin & al., (2010) prônent une utilisation d'un code couleur pour les différents thèmes. Dans le cadre des deux brochures, un code couleur pour chacun des thèmes a été utilisé. Ce code permet d'identifier très rapidement quel thème est abordé dans les explications. De plus, ces couleurs permettent de structurer l'information afin que le randonneur ne soit pas perdu dans une grande quantité d'information. D'un point de vue pratique, la figure 41 illustre quel type d'information est mis en évidence dans le code couleur du thème. Dans le cas de ce poste, le thème est écrit en blanc sur fond rose, des paragraphes sont mis en évidence sur le fond du thème ainsi que le titre et des éléments importants sont surlignés dans la couleur du thème. Le premier thème - **Formation d'un**

relief glaciaire / Formes périglaciaires est mis en évidence par la couleur verte et le thème – Risques glaciaires / Risques torrentiels est de couleur bleu.

3 GLACIER ET PERMAFROST AU GOLI D'AGET

Situation

L'arrêt n°3 se situe devant le Goli d'Aget. Cette halte permet l'observation de la rencontre entre un glacier et un glacier rocheux!

Le permafrost et son environnement

Vous êtes actuellement dans un ancien cirque glaciaire qui était occupé par le petit glacier de cirque du Grand Aget durant le **Petit Age Glaciaire**.

Qu'est-ce que le Petit Age Glaciaire?

Le Petit Age Glaciaire est une période de péjoration climatique qui s'échelonne de 1350 à 1850 après J.-C. Les températures étaient en moyenne de 1°C inférieures à aujourd'hui. Cette crise climatique froide a atteint son apogée vers 1350, 1600 et finalement 1850. Les glaciers alpins ont alors fortement avancé comme c'était le cas du glacier d'Aget.

Que se passe-t-il lorsqu'un glacier rencontre du permafrost?



Durant le Petit Age Glaciaire, le glacier de cirque du Grand Aget s'est avancé jusqu'à recouvrir une zone qui était autrefois occupée par du permafrost (+). Sur le terrain, cette extension est marquée par la limite entre les pierres et la pelouse alpine.

Emplacement actuel du glacier d'Aget

Extension du glacier d'Aget lors du Petit Age Glaciaire

Figure 41 : Utilisation d'un code couleur par thème selon Moscardo & al. (2007) et Martin & al., (2010) appliquée à l'arrêt n°3 du sentier du Tour des Lacs

6.2.4 Une mise en évidence d'une partie de l'information

Bringer (1993) insiste sur la nécessité de hiérarchiser les points d'intérêts d'un site. Les deux brochures présentent, tout de même, une information relativement dense et complète, une mise en évidence et une sélection d'une partie de l'information est donc nécessaire afin de maximiser la structure de la brochure. Les points indispensables à la compréhension de la matière ont été mis en évidence par le logo « Œil », le logo « Point d'interrogation » ainsi que le texte sur fond de couleur relative au thème abordé (fig. 42). Cette figure est présente dans la partie « En guise d'accueil » des deux brochures et permet d'avertir les lecteurs et randonneurs pressés qu'ils peuvent lire uniquement une sélection de l'information sans perdre le sens du message de la brochure.

Voulez-vous lire l'essentiel?
Lisez en priorité:

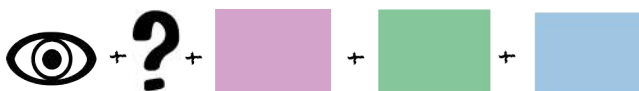


Figure 42 : La hiérarchisation de l'information selon Bringer (2003) appliquée aux deux brochures

6.3 Un message pour chacun des sites

6.3.1 Le sentier autour du glacier de Corbassière

Le premier arrêt, **Le système glaciaire du Petit Combin**, se situe sur le sentier de montée en direction du col des Avouillons, en dessus de la marge proglaciaire du Petit Combin. Pour le thème *Formation d'un relief glaciaire*, le site permet d'observer un système glaciaire dans son entier d'un point de vue morphologique (glacier, moraines, marge proglaciaire). La marge proglaciaire du Petit Combin est particulièrement mise en évidence car c'est la seule du sentier et une des plus impressionnantes du secteur.

Le deuxième arrêt, **Un serpent de glace au sein des Alpes**, se situe au col des Avouillons qui offre une vue époustouflante sur le glacier. Le rôle du climat dans la formation des glaciers est particulièrement mis en évidence dans le thème *Interaction glacier – climat*. Les notions de base de la glaciologie (ablation - accumulation, ligne d'équilibre) ainsi que l'importance du type de climat seront également expliqués.

L'arrêt n°3, **Les moraines du Petit Age Glaciaire**, se situe sur le sentier de descente du col, en amont du cordon morainique bien visible. Ce site a pour objectif, via le thème *Formation d'un relief glaciaire*, de faire comprendre au public la formation des moraines en général et les impacts morphologiques d'un glacier lors des périodes de stagnation. Le thème *Interaction glacier - climat* sensibilise le public à l'existence du Petit Age Glaciaire et à l'extension des glaciers durant cette période.

L'arrêt n°4, **Un champ de roches polies par l'action des glaces**, se situe dans le champ de roches moutonnées avant la passerelle traversant le glacier. Ce site permet, à travers le thème *Formation d'un relief glaciaire*, d'introduire le concept de l'érosion glaciaire. Ce concept est développé à l'échelle d'une vallée glaciaire, d'un verrou et des stries.

Le cinquième arrêt, **Retrait glaciaire et déstabilisation des moraines**, se situe sur la montée en direction de la cabane Panossière. L'évolution de la position du front du glacier depuis 1886 est mise en évidence et illustrée avec des images d'époque et des graphiques. Cet arrêt se focalise également sur le thème *Risques glaciaires*. Nous nous concentrons sur le recul du glacier de Corbassière qui a pour conséquence la déstabilisation des deux moraines latérales qui sont en train de s'effondrer menaçant les infrastructures et la sécurité des randonneurs.

L'arrêt n°6, **Régime thermique et risques glaciaires**, se situe également dans la montée en direction de la cabane Panossière. Cet arrêt aborde le thème *Formation d'un relief glaciaire* avec notamment une explication sur les différents types de glaciers (glacier de vallée et glacier suspendu) et sur le régime thermique et la rhéologie des glaciers (froids et tempérés). Cet arrêt permet également d'aborder le thème des *risques glaciaires* en mettant en évidence les enjeux du réchauffement climatique en lien avec les différents types de glacier et leur rhéologie, notamment avec le glacier suspendu du Combin de Corbassière et le glissement de la partie amont du glacier du Grand Combin.

L'arrêt n°7, **Une autre moraine, une autre époque**, s'observe à distance depuis les alpages de la Maye mais se situe en réalité sur le côté droit de la vallée glaciaire de Corbassière. Ces alpages sont atteignables en continuant sur le sentier en direction de la cabane Brunet, après la grande descente en serpent sur la moraine latérale gauche du

glacier. Le thème abordé est essentiellement *Interaction glacier – climat* et a pour objectif de faire observer une moraine (forme que le public doit être capable de reconnaître à la suite du site n°3) ayant la particularité d'être plus ancienne et végétalisée. L'objectif est de faire comprendre au public les conditions climatiques qui ont permis la formation de cette moraine et d'introduire la question des variations climatiques depuis le Tardiglaciaire.

L'arrêt n°8, ***Un dernier témoin de l'extension glaciaire***, est observable depuis la cabane Brunet et marque la fin de l'itinéraire. Le thème *Formation d'un relief glaciaire* détaille la formation d'une terrasse de kame dominant le Châble. L'observation de cette forme a pour objectif de donner au public la preuve morphologique que le glacier de la vallée de Bagnes atteignait le village du Châble autour de 17'000 ans BP. Finalement, le thème *Interaction glacier – climat* aura pour but de continuer le raisonnement du public sur les variations climatiques, de remonter le temps au delà du Dryas récent jusqu'au Würm et à l'englacement du Plateau suisse.

6.3.2 Le sentier du Tour des Lacs

Le premier arrêt, ***Qu'est-ce que le permafrost ?***, se situe au niveau du Goli des Otanes, avant le col de la Becca Miedzo. Le thème de ce site est *Le permafrost et son environnement* et permet d'aborder une définition du permafrost et sa répartition spatiale au sein de l'arc alpin ainsi que sur le sentier du Tour des Lacs.

Le deuxième arrêt, ***Le glacier rocheux du Goli du Rogneux***, se situe dans la combe de la Becca Miedzo, à côté du Goli du Rogneux. Le thème abordé est *Formes périglaciaires* et a pour objectif de faire observer un glacier rocheux. Le but est de faire comprendre au public qu'est-ce qu'un glacier rocheux et quelle est la particularité de la glace présente à l'intérieur du glacier rocheux. Ce site veut montrer que la haute montagne et le monde minéral sont dynamiques.

L'arrêt n°3, ***Glacier et permafrost au Goli d'Aget***, se situe dans l'ancien cirque glaciaire du Grand Aget, au niveau du Goli d'Aget. Le thème abordé est essentiellement *Le permafrost et son environnement* et a pour objectif de faire observer l'ancien cirque glaciaire occupé par le glacier d'Aget lors du Petit Age Glaciaire. Cet arrêt permet également d'aborder la formation des moraines de poussée.

Les arrêts n°4 et 5, ***D'étranges formes polygonales et Des pierres qui tiennent debout***, ont pour objectif, via le thème *Formes périglaciaires* de faire découvrir la formation des sols polygonaux et des pierres redressées. Le but est de faire comprendre qu'un milieu de haute montagne est actif à l'échelle d'un versant, avec les glaciers rocheux, mais également à l'échelle de formes beaucoup plus petites, comme les sols polygonaux et les pierres redressées.

De la solifluxion qui remobilise une moraine est le sixième arrêt de ce sentier ; il se situe en amont des trois petits lacs, sur un promontoire rocheux avec une vue sur la moraine latérale gauche du glacier du Petit Combin. Le thème *Le permafrost et son environnement* fait observer la moraine latérale gauche du glacier du Petit Combin ainsi que les processus de remobilisation du matériel morainique. Le thème *Formes périglaciaires* explique comment reconnaître les formes de solifluxion et donne une explication sur le processus en soit.

Permafrost et réchauffement climatique et Laves torrentielles et vulnérabilité sont, respectivement, le septième et le huitième arrêt du sentier ; le premier se situe vers le lieu-dit de Pindin et le deuxième se situe à la cabane Brunet. Ces arrêts mettent en évidence les risques d'une potentielle dégradation du permafrost dans les Alpes en lien avec le réchauffement climatique. Le dernier arrêt se focalise sur la morphologie d'un système torrentiel et les problèmes de vulnérabilités des infrastructures face aux laves torrentielles.

6.4 Le support

6.4.1 Comment choisir le support de la médiation ?

Le type de support est un choix à effectuer parmi d'autres qui marque « *le début du processus de conception du produit* » (Martin & al., 2010). Dans la plupart des cas, le choix du type de support est guidé par des contraintes financières ainsi que des contraintes liés à un mandat (Martin & al., 2010 ; Ham, 1992).

Le support doit être choisi d'une manière cohérente avec les trois autres domaines de l'élaboration du produit (Martin & al., 2010). Le choix du support physique est principalement lié au site. En effet, il faut tenir compte de la difficulté d'accès, du climat, des précipitations et des dangers naturels (Martin & al., 2010). Par exemple, dans un terrain de haute montagne avec d'abondantes précipitations hivernales et un climat rigoureux, il faut tenir compte de l'entretien du support, dans le cas d'un choix orienté vers des panneaux.

Pour des sentiers autoguidés, les supports les plus populaires sont les panneaux et les brochures. Un des points positifs des brochures est qu'il est possible de les emmener par la suite chez soi ; cela donne donc la possibilité à l'individu de se replonger dans la matière découverte lors de la randonnée pour, potentiellement, approfondir des thèmes en particulier (Ham, 1992). A l'inverse, les panneaux n'offrent pas cette possibilité de redécouvrir l'information sur le long terme. De plus, bien qu'ils puissent être intégrés esthétiquement dans le paysage, ils peuvent entraver un point de vue (Martin & al., 2010). Malgré cela, les panneaux ont de nombreux avantages comme le fait qu'ils offrent la possibilité à un groupe de réaliser sa propre lecture de l'information au lieu que, dans le cadre d'une brochure, une seule personne lit tandis que les autres écoutent passivement (Ham, 1992).

6.4.2 Le choix du support dans le cadre des deux sentiers

Pour le sentier géotouristique des Combins, le choix du support s'est orienté vers une brochure de format A5. Ce format représente une taille idéale pour ce genre de brochure à emporter et à lire sur le terrain. La brochure comporte entre 1 à 2 pages par arrêt géomorphologique ainsi que des pages introductives qui contiennent :

- Deux pages d'accueil qui présentent la brochure, c'est-à-dire le terrain d'étude, les thèmes principaux, une aide à l'utilisation du support ainsi qu'une page d'informations pratiques sur l'accès au sentier, sur l'équipement indispensable et l'attitude à adopter dans ce type d'environnement alpin (fig. 43).



EN GUISE D'ACCUEIL

De la cabane Brunet à la cabane Panossière en passant par le col des Avouillons et la passerelle de Corbassière, le sentier de découverte géomorphologique du glacier de Corbassière vous emmène pour une odyssée à travers le 5ème plus grand glacier des Alpes en se penchant sur plusieurs questions:

Qu'est-ce que la géomorphologie?

Comment se forme un glacier?

Que s'est-il passé lors du Petit Age Glaciaire?

Savez-vous que les glaciers, à l'époque, atteignaient le Plateau suisse?

Quel est l'impact du réchauffement climatique sur les glaciers?

Formation d'un relief glaciaire Le sentier s'articule autour de trois thèmes. Le premier axe son explication sur la géomorphologie glaciaire d'un site. Le contenu permet de vous apporter des clés afin que vous puissiez lire le paysage, le décrypter pour ensuite comprendre son passé et son évolution.

Interaction glacier-climat Les deux autres thèmes permettent d'approfondir des thématiques liées au climat et aux risques glaciaires en haute montagne.

Risques glaciaires



Observez le paysage!



Testez vos connaissances! Les réponses sont dans le paragraphe qui suit la question.

Voulez-vous lire l'essentiel?
Lisez en priorité:



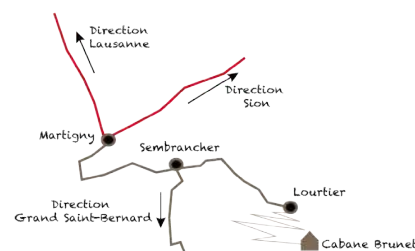
INFORMATIONS PRATIQUES



Le sentier autour du glacier de Corbassière est facilement accessible en voiture depuis Lourtier en empruntant une route de gravier carrossable menant jusqu'à la cabane Brunet.



L'accès en transports publics jusqu'à la cabane Brunet n'est pas possible.



Le sentier est balisé et marqué selon un itinéraire «rouge et blanc». Cette cotation correspond à un chemin de randonnée de montagne selon Suisse Rando. L'itinéraire peut comprendre des portions difficilement praticables selon les conditions météorologiques. Il emprunte des tronçons raides, étroits et exposés. Ce genre d'itinéraire s'adresse à un public en bonne condition physique.

Il est recommandé de porter de bonnes chaussures de marche ainsi que des vêtements adaptés. L'utilisation d'une carte topographique est recommandée. Il est nécessaire de prendre des vivres en suffisance. Il est toutefois possible de se ravitailler aux cabanes Brunet et Panossière.



- Ramenez tous vos déchets dans la vallée.
- Respectez le bétail et les pâturages, les sentiers traversent des zones de travail pour les agriculteurs de la région.
- Renseignez-vous sur les conditions météorologiques avant de partir.

Figure 43 : Les deux brochures contiennent deux pages d'accueil

- Une carte topographique annotée avec le sentier et les différents arrêts ainsi qu'une table des matières afin d'orienter le randonneur sur le terrain. Les kilomètres des sentiers, les temps de marche ainsi que la dénivellation y figurent également (fig. 44).



SENTIER DU GLACIER DE CORBASSIÈRE



ARRÊTS GÉOMORPHOLOGIQUES



Conseils

Chaque arrêt a un message précis et il est préférable, afin d'avoir la meilleure compréhension, de ne pas seulement faire une partie de l'itinéraire ni de le faire dans le sens inverse. Chaque arrêt est lié, de près ou de loin, au précédent ou au suivant.

- 1 Le système glaciaire du Petit Combin
- 2 Un serpent de glace au sein des Alpes
- 3 Les moraines du Petit Age Glaciaire
- 4 Un champ de roches polies par les glaces
- 5 Retrait glaciaire et déstabilisation des moraines
- 6 Régime thermique et risques glaciaires
- 7 Une autre moraine, une autre époque
- 8 Un dernier témoin de l'extension glaciaire

Figure 44 : Les deux brochures contiennent une carte topographique et une liste des arrêts

- Une page qui définit la géomorphologie. Cette page a pour objectif d'introduire ce qu'est la géomorphologie au grand public et de montrer l'importance de cette science dans les problématiques d'aménagements en régions de montagne et dans le monitoring des risques naturels (fig. 45).

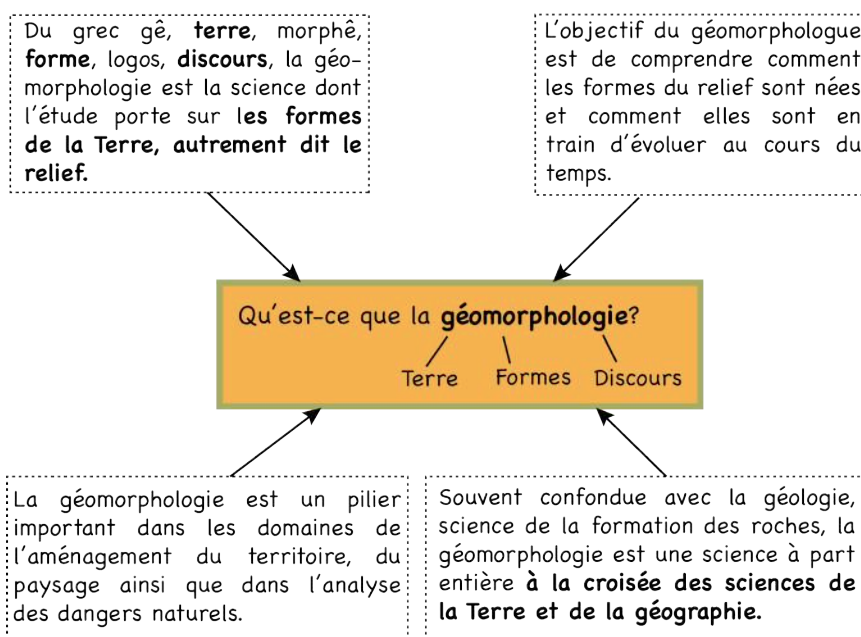


Figure 45 : Les deux brochures contiennent une introduction à la géomorphologie sous la forme d'une « petite mise en jambe ».

Une question de l'enquête qui a servi à élaborer le profil du public (chapitre 4) s'est focalisée sur la langue des explications de la brochure. Sur un échantillon de 45 personnes, les randonneurs soumis à l'enquête ont déclaré à plus de 90% souhaiter des explications en français (fig. 46). Moins de 20% souhaiterait des explications en anglais ou en allemand. Le total n'est pas de 100% car plusieurs personnes ont répondu qu'ils voulaient les explications dans plusieurs langues. La réalisation du produit final s'est faite exclusivement en français. De plus, vu la provenance des randonneurs (majoritairement des habitants du val de Bagnes, du Valais francophone, de Suisse romande et de France), la réalisation du sentier dans une autre langue que le français ne se justifie pas entièrement, du moins pour le moment.

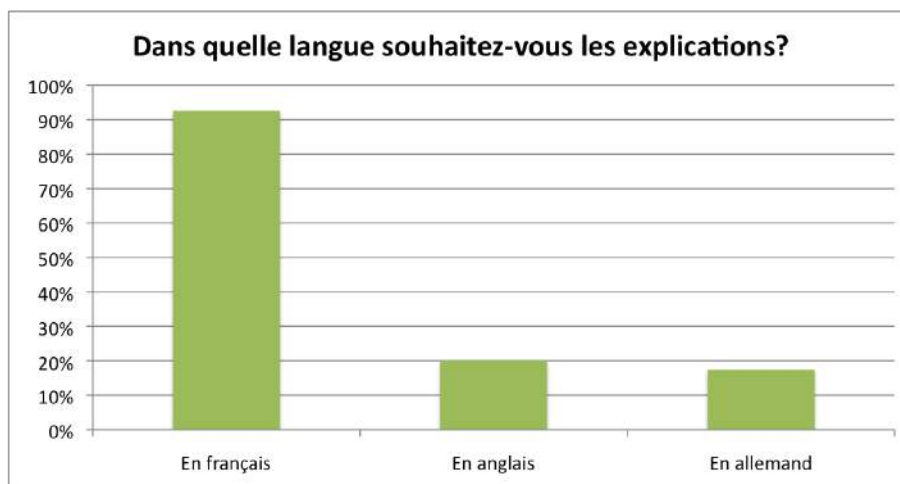


Figure 46 : Les randonneurs souhaitent des explications en français à plus de 90%. Echantillon : N=45 personnes interrogées.

Ce dernier chapitre permet de clore la partie relative à l'élaboration des deux produits géotouristiques qui représente le quatrième objectif ainsi que la partie empirique et pratique de ce mémoire. Les trois dernière parties ont permis d'illustrer comment les deux brochures de découverte géomorphologique ont été créées en maximisant les quatre domaines de questionnements de la méthode de Martin & al. (2010). Ces deux brochures géotouristiques (annexe 3 et 4) doivent encore passer un dernier obstacle avant de pouvoir être délivrées en version finale ; l'évaluation par le public.

7. Evaluation des deux brochures

.....

Ces trois derniers chapitres ont permis d'exposer la partie relative à l'élaboration des deux produits géotouristiques qui représente le quatrième objectif ainsi que la partie empirique et pratique de ce mémoire. Ces trois parties ont permis d'illustrer comment les deux brochures de découverte géomorphologique ont été créées en maximisant les quatre domaines de questionnements de la méthode de Martin & al. (2010). Ces deux brochures géotouristiques (annexe 3 et 4) doivent encore passer un dernier obstacle avant de pouvoir être délivrées en version finale ; l'évaluation par le public.

7.1 La première phase d'évaluation

Dans un premier temps, seul le sentier du glacier de Corbassière a été évalué. En effet, ce sentier a été le premier des deux à être élaboré et il n'est pas évident de réaliser pour la première fois cet exercice de médiation géoscientifique écrite, spécialement au niveau du vocabulaire à utiliser, de la longueur du texte et de la réalisation graphique. Pour ces raisons, il a été décidé de commencer une première phase d'évaluation tôt dans le processus de réalisation. Cette évaluation est plutôt orientée « *feedback* » et a été réalisée en posant des questions directrices aux évaluateurs : « *Quels sont les explications et le vocabulaire que vous ne comprenez pas ? Est-ce que la brochure est attirante d'un point de vue graphique ?* ».

Les commentaires ont principalement été fait sur le fond et sur la forme. L'évaluation se concentre particulièrement sur la non-compréhension de certaines explications, sur l'utilisation d'un vocabulaire inadéquat ainsi que sur la qualité visuelle du graphisme. L'évaluation n'a pas été réalisée sur le sentier du Tour des Lacs car l'objectif de cette première évaluation était de déterminer quelques « *grands problèmes* ». Lors de l'élaboration du deuxième sentier, nous avons pris conscience de ces problèmes et les avons évité au maximum.

Cette évaluation a été faite à plusieurs reprises lors du processus d'élaboration de la brochure sur un total de 9 personnes. La brochure a été lue par un public (fig. 47) qui a l'habitude de faire de la randonnée en montagne, cependant ces personnes n'ont pas de connaissances particulières en géomorphologie autres que celles apprises à l'école obligatoire ou éventuellement au gymnase. Le profil des évaluateurs de cette première phase est relativement hétérogène. La tranche d'âge se situe entre 23 et 67 ans et leur formation est variée. Certains ont fait un apprentissage, d'autres une maturité mais la majorité est au bénéfice d'une formation universitaire. En terme de situation professionnelle, la majorité sont des étudiants mais de jeunes professionnels et des retraités sont également représentés également dans le panel de sélection. Une représentation équilibrée des célibataires et des couples mariés avec enfants est présente.

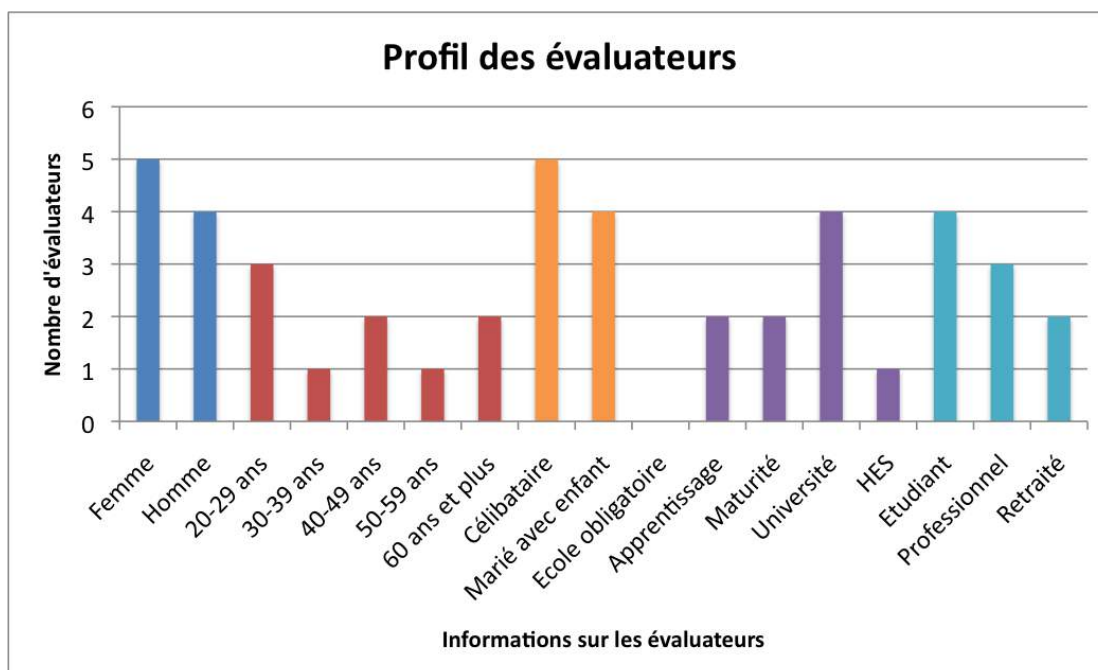


Figure 47 : Le profil des évaluateurs lors de la première phase d'évaluation

7.2 Résultats de la première phase d'évaluation

Trois problèmes majeurs sont ressortis après la première phase d'évaluation :

- Le vocabulaire et les schémas utilisés étaient parfois trop techniques
- Certains paragraphes étaient parfois trop longs et n'étaient pas assez aérés
- Certains détails graphiques n'étaient visuellement pas optimisés

7.2.1 Vocabulaire trop technique

Dans l'ensemble, le public a compris le message et les explications de la brochure. Cependant, certains mots techniques compliqués n'ont pas été assimilés par plus de la moitié des personnes. Ces mots ou phrases ont donc été supprimés ou simplifiés car ils étaient trop techniques et ils avaient pour conséquences de ne pas rendre accessible le contenu de la brochure (Table 5) entre autre :

Table 5 : Les différents mots techniques qui ont été simplifiés ou supprimés

Mots techniques	Mots simplifiés
La glace basale	La glace
Une température proche du point de fusion	Une température proche de 0°C
Des cordons morainiques	Des moraines
L'érosion sous jacente	L'érosion
Le substratum rocheux	La roche située sous le glacier
Le glissement du corps de glace	Le glissement du glacier
Un mince filet d'eau sous pression	Un mince filet d'eau
La stabilisation des marges du glacier	Supprimé
Un système « hydroclimatique » glaciaire	Supprimé

D'autres mots ont été jugés trop compliqués par au moins une personne : ces derniers ont tout de même été conservés tels quel pour garder une certaine rigueur scientifique.

Une compaction des cristaux
Des sédiments
Un verrou

Une densification de la neige
L'écoulement du glacier

7.2.2 Schémas trop techniques

La « petite mise en jambe » initiale et les concepts de la géomorphologie n'ont été ni compris, ni appréciés par la totalité des interrogés. Le schéma était, selon eux, beaucoup trop conceptuel et théorique. Néanmoins, définir la géomorphologie était primordiale. Une explication simple, divisée en blocs - texte a été privilégiée (fig. 48 ; à droite). Le schéma conceptuel a donc été supprimé (fig. 48 X ; à gauche).

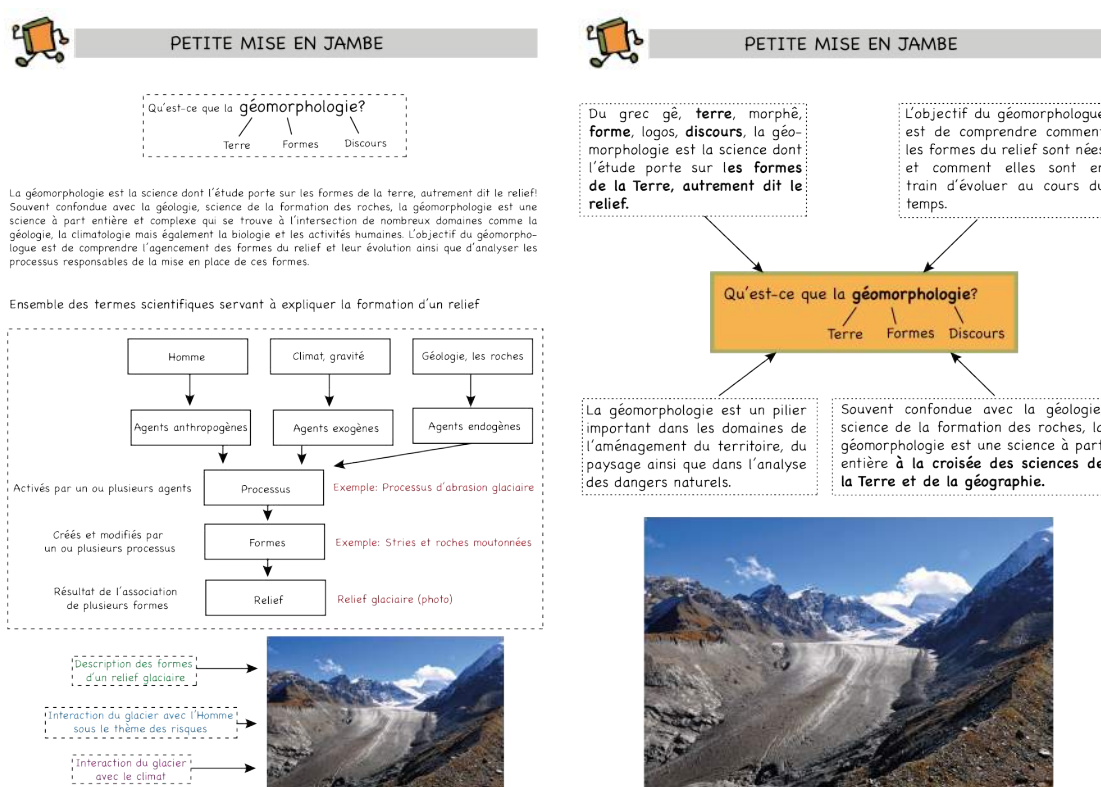


Figure 48 : « Petite mise en jambe » initiale jugée trop compliquée (à gauche) ; « Petite mise en jambe » simplifiée suite à la première phase d'évaluation (à droite)

7.2.3 Paragraphes trop longs et pas assez aérés

Dans les premières version de la brochure, plusieurs interrogés ont constaté un manque de mise en évidence des parties importantes du texte. A certains arrêts, le texte explicatif constitue un bloc continu sans variation de style, ni de mise en évidence comme sur la figure 49 située à gauche. Lorsque le texte est trop long, les évaluateurs ne le lisaient tout simplement pas.

Le problème a été résolu en utilisant des blocs de textes de la couleur du thème couplés avec une police de caractère différente du reste du texte (fig. 49 ; à droite). Ces changements mettent, dorénavant, l'accent sur l'information importante à ne surtout pas manquer. Les

paragraphes sont plus petits, sont entrecoupés par des illustrations et la lecture devient alors harmonieuse.



Le glacier a également la capacité de façonner des formes plus petites qu'une vallée glaciaire ou qu'un verrou. Ce sont **les stries** et **les roches moutonnées**.

Les roches moutonnées se forment grâce à la présence d'un mince film d'eau provenant de la fonte qui s'écoule sous haute pression entre la glace basale et la roche en place. Ce film d'eau, qui contient des particules de roches très fines, va produire un polissage de la roche. Ce processus donne naissance au poli glaciaire des roches moutonnées qui ont une apparence très lisse. Lorsque le glacier a fondu, les formes d'érosion qu'il a produites apparaissent à l'air libre.

Quant aux **stries**, ce sont des particules de roches présentes dans la glace qui vont raclez la roche en place et former des stries.

Les nombreuses roches moutonnées et stries observables sur le sentier menant à la passerelle de Corbassière permettent de témoigner du passage du glacier il y a de cela seulement quelques années!

Les roches moutonnées se forment grâce à la présence d'un mince film d'eau provenant de la fonte de la glace par frottement. L'eau s'écoule sous pression entre la glace et la roche en place. Ce film d'eau, qui contient des particules de roches très fines, va produire un polissage de la roche. Ce processus donne naissance au poli glaciaire des roches moutonnées qui ont une apparence très lisse.

Quant aux stries, ce sont des particules de roches présentes dans la glace qui vont inciser la roche en place et former de petits sillons de quelques millimètres dans la roche. Ces derniers vont alors indiquer le sens et la direction de l'écoulement du glacier.

Direction de l'écoulement

Particule de roche

Roche en place

Strie

Source: Adapté de Bass & Pouch, 1998

Direction de l'écoulement

Particule de roche

Roche en place

Strie

Les nombreuses roches moutonnées et stries observables sur le sentier menant à la passerelle de Corbassière permettent de témoigner du passage du glacier il y a de cela seulement quelques années!
Pouvez-vous les observer?

Figure 49 : La première version comportait des paragraphes trop longs et le texte n'était pas mis suffisamment en évidence (à gauche) ; sur la version finale, l'information et les différents schémas sont articulés harmonieusement (à droite)

7.2.4 Problèmes graphiques

Plusieurs problèmes graphiques ont pu être relevés suite à la première phase d'évaluation (fig. 50). Les mots « quiz » et « observation » ne permettent pas une identification facile, ne ressortent pas particulièrement bien et ne sont pas mis en valeur. Ces mots ont été remplacés par des logos qui ont l'avantage d'attirer l'œil rapidement et permettent une mise en valeur d'un point de vue visuel. Par la même occasion, les logos « œil » ainsi que le texte associé sont délimités par un trait fin qui les met en évidence sous la forme d'un bloc texte. De plus, afin de mettre davantage en valeur les « quiz » la police de caractère a été changée et est différentes du reste du texte.

Concernant les en-têtes, ces dernières étaient peu attractives visuellement, beaucoup de place était perdue et le titre n'était pas mis en évidence. La ligne noire faisant office de séparation a été supprimée et a été remplacée par une fine bande grise claire mise en transparence et agrémentée d'un titre en lettres capitales.

Concernant les titres de chapitres, à l'instar des en-têtes, le graphisme les mettait également peu en valeur. En effet, l'encadré de couleur sur fond blanc n'est pas attirant pour l'œil. Un fond vert écrit en blanc rappelle davantage la couleur du thème et améliore l'harmonisation de la page.

Situation

Le site n° 8 s'observe à distance depuis les alpages de la Maye mais se situe en réalité sur le côté droit de la vallée glaciaire de Corbassière. Le point de vue est atteignable en continuant sur le sentier en direction de la cabane Brunet, après la grande descente en serpent sur la moraine latérale gauche du glacier.

Formation d'un relief glaciaire

Quiz

Le site n°3 nous a fait découvrir qu'une moraine indique la position précise d'un glacier à une époque donnée. En étant à une altitude différente, cette moraine nous indique également la position du glacier de Corbassière à une certaine époque. Selon vous, cette moraine est :

- Plus récente que celle du Petit Age Glaciaire
 Plus vieille que celle du Petit Age Glaciaire



Observation

En regardant sur la rive droite de la vallée creusée par le glacier de Corbassière, à proximité d'un chalet d'alpage et en vous aidant de la photographie, observez la moraine latérale droite du glacier de Corbassière.

Quiz

Cette moraine est donc plus vieille que les moraines du Petit Age Glaciaire observées au site n°3. Selon vos observations, en quoi cette moraine est-elle différente de la précédente?

- Forme acérée Végétation bien établie Pente raide
 Forme émoussée Basse en altitude Pente douce
 Minérale Haute en altitude Présence d'arbres

Situation

L'arrêt n°7 s'observe à distance depuis les alpages de la Maye mais se situe en réalité sur le côté droit de la vallée glaciaire de Corbassière. Le point de vue est atteignable en continuant sur le sentier en direction de la cabane Brunet.

Formation d'un relief glaciaire

L'arrêt n°3 nous a fait découvrir qu'une moraine indique la position précise d'un glacier à une époque donnée. En étant à une altitude différente, cette moraine nous indique également la position du glacier de Corbassière mais à une autre époque. Selon vous, cette moraine est :

- Plus récente que celle du Petit Age Glaciaire
 Plus vieille que celle du Petit Age Glaciaire



En regardant sur la rive droite de la vallée creusée par le glacier de Corbassière, à proximité d'un chalet d'alpage et en vous aidant de la photographie, observez la moraine latérale droite du glacier de Corbassière.



Cette moraine est donc plus vieille que les moraines du Petit Age Glaciaire observées au site n°3. Selon vos observations, en quoi cette moraine est-elle différente de la précédente?

- Forme acérée Végétation bien établie Pente raide
 Forme émoussée Basse en altitude Pente douce
 Minérale Haute en altitude Présence d'arbres

Figure 50 : La première version avant la première phase d'évaluation (à gauche) ; la version finale (à droite)

7.3 Deuxième phase d'évaluation

7.3.1 Méthodologie

Quant à la deuxième phase d'évaluation, cette dernière a été réalisée lorsque les brochures ont été considérées comme « *produits finis* ». Cette évaluation avait pour objectif de finaliser et de peaufiner les deux sentiers. Les brochures ont été évaluées à l'aide de questionnaires qui ont été remis à des personnes de mon entourage n'ayant pas de connaissances en géomorphologie. Le questionnaire portait sur des questions ciblées relatives au fond et à la forme (annexe 2).

Le questionnaire a pu être remis à un total de 14 personnes, 7 personnes ont évalué le sentier du glacier de Corbassière et 7 personnes ont évalué le sentier du Tour des Lacs. Le questionnaire était composé de trois parties distinctes :

1. La première partie portait sur des questions générales sur la brochure telles que le choix du support, le format de la brochure, la lisibilité de la carte et la compréhension des informations pratiques.
2. La deuxième partie évaluait le contenu de la brochure en particulier le niveau de compréhension de l'information scientifique, le niveau de complexité du contenu et les connaissances acquises.
3. La troisième partie avait pour objectif d'évaluer la forme de la brochure, notamment le graphisme, la pertinence des différents logos, des schémas, des quiz ainsi que la clarté générale de la brochure.

7.3.2 Portrait des évaluateurs

Le profil des évaluateurs des deux brochures est relativement hétérogène (fig. 51). La tranche d'âge se situe entre 21 et 70 ans et leur formation est variée. La répartition entre les différents types de formation des évaluateurs est relativement homogène. Certains ont fait un apprentissage, une maturité, une haute école spécialisée et d'autres sont au bénéfice d'une formation universitaire. Les interrogés sont des personnes qui ont l'habitude de faire de la randonnée en montagne, cependant ils n'ont pas de connaissances particulières en géomorphologie autres que celles apprises à l'école obligatoire ou éventuellement au gymnase. En terme de situation professionnelle, la majorité sont pour la plupart des jeunes professionnels. Les étudiants et des retraités sont tout de même représentés mais dans une proportion plus faible. Une représentation équilibrée des célibataires et des couples mariés avec enfants est également présente. Ces évaluateurs sont un panel représentatif des randonneurs qu'il est possible de rencontrer sur les sentiers de randonnée dans le massif des Combins.

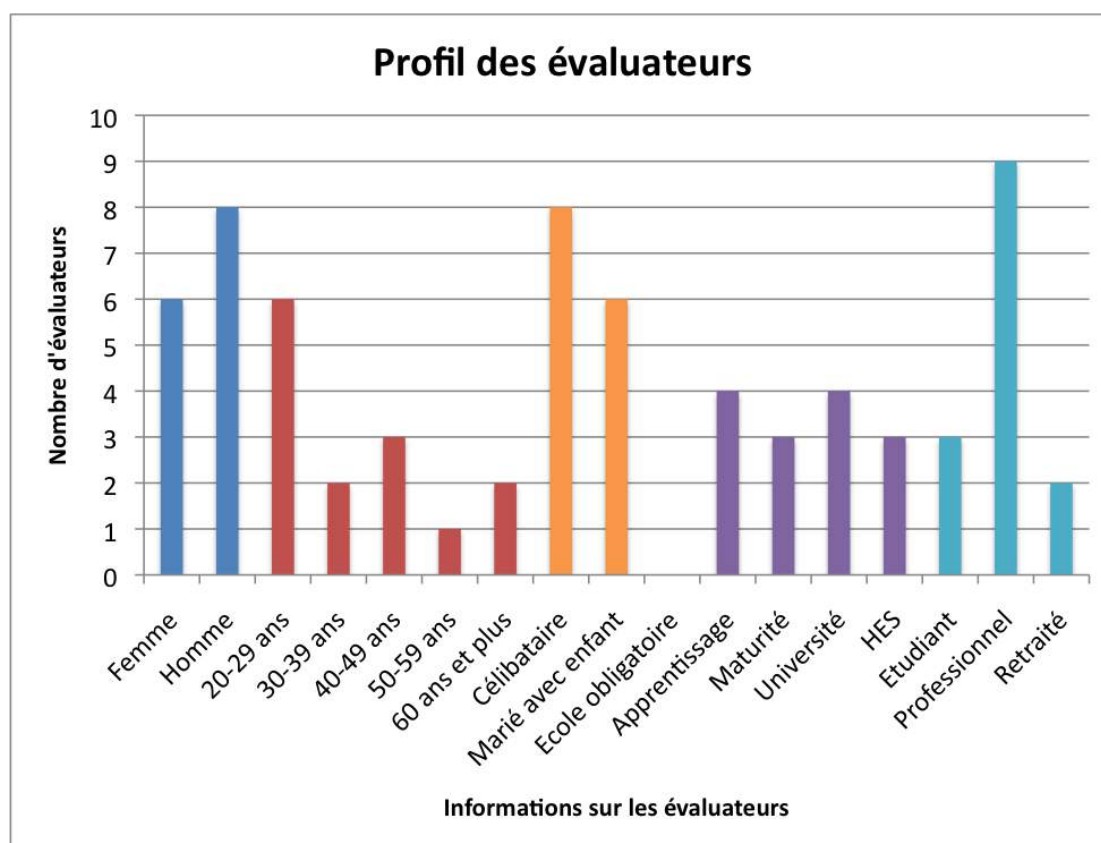


Figure 51 : Le profil des évaluateurs lors de la deuxième phase d'évaluation

Il est important de noter que les évaluateurs de la brochure n'ont pas pu se rendre directement sur le terrain pour l'évaluation, comme cela avait notamment été le cas dans la recherche de Berrebi (2006) à cause d'un manteau neigeux encore très persistant à cette altitude en ce début de saison, le sentier ouvrait officiellement fin juin. La partie qui consiste à évaluer la carte de situation directement sur le terrain, la facilité de trouver chaque site ainsi que la pertinence de l'encadré « situation » n'ont pas pu être évalués.

7.3.3 Résultats de l'évaluation

Les résultats de cette deuxième phase d'évaluation est une validation des changements effectués lors de la première phase. En effet, les deux brochures ont été très appréciées par les utilisateurs. Parmi les commentaires spontanés, on retrouve :

« Cette brochure donne envie de découvrir la région ».

« Très intéressant, j'ai appris beaucoup de choses que je vais essayer d'observer dans le paysage lors d'une prochaine randonnée ».

« Je trouve qu'il y a beaucoup de texte mais il est très intéressant ».

« Le contenu est très clair et complet mais sans que cela devienne compliqué et rébarbatif ».

« J'ai bien aimé faire les quiz, cela permet de bien réfléchir car ils ne sont pas faciles ! »

« J'ai beaucoup apprécié le sentier du Tour des Lacs, c'est instructif de découvrir des formes du permafrost pas facilement visibles sans la brochure ».

« Intéressant et agréable à lire, le vocabulaire est très accessible. La seule chose dont j'ai peur est le temps de marche pour faire la randonnée du Tour des Lacs qui est déjà très longue sans la brochure ».

Fondamentalement, peu de différence a été observée entre les résultats de l'évaluation des deux sentiers. En effet, ils ont été réalisés selon la même logique d'interprétation. Les problèmes identifiés lors de la première phase d'évaluation ont tout de suite été évités lors de l'élaboration de la deuxième brochure. Les résultats qui suivent ne distinguent donc pas les deux brochures entre elles

Au niveau des réponses portant sur la première partie du questionnaire, les deux sentiers confondus, les évaluateurs ont trouvé les informations pratiques pour l'accès compréhensibles et utiles. Cependant, concernant la partie « En guise d'accueil », plusieurs remarques négatives ont été relevées. Les évaluateurs trouvaient que le texte ne constituait pas une bonne introduction de la brochure. En effet, il est trop long pour être lu lors d'un départ de randonnée, peu accrocheur et ne met pas suffisamment en valeur la brochure et les thèmes principaux (fig. 52 ; à gauche). La solution (fig. 52 ; à droite) a été de supprimer le texte continu et de garder une simple phrase introductive suivi de plusieurs questions qui attirent l'œil et qui donnent envie de découvrir la brochure.

Un sentier autour du glacier de Corbassière

De la cabane Brunet à la cabane Panossière en passant par le col des Avouillons et la passerelle de Corbassière, le sentier de découverte géomorphologique du glacier de Corbassière vous emmène pour une odyssée à travers le 5ème plus grand glacier des Alpes ! Ce sentier est constitué de 8 arrêts qui documentent différents aspects de la géomorphologie du massif des Combins. L'itinéraire fait une boucle au départ de la cabane Brunet et suit le sentier du « Tour de la Becca de Sery ». Le détour jusqu'à la cabane Panossière offre un panorama grandiose sur le Grand Combin. Il faut compter environ 5 heures pour faire le sentier dans son intégralité en utilisant la brochure.

Le Haut Val de Bagnes, une région encore peu connue

Le massif des Combins se situe dans le Haut Val de Bagnes, une région considérée comme étant l'un des berceaux de la glaciologie avec les découvertes de Jean-Pierre Perraudin sur la dynamique des glaciers. Cette région gagne à se faire connaître par les amoureux de la nature de part un environnement très alpin et minéral et son cadre « hors des sentiers battus ». En effet, situé au cœur de la chaîne alpine, au pied des plus prestigieux 4000 des Alpes, il offre la possibilité de s'évader au plus près des cimes.

Figure 52 : La version avant la deuxième phase d'évaluation (à gauche) ; la version modifiée suite à la deuxième phase d'évaluation (à droite)

De la cabane Brunet à la cabane Panossière en passant par le col des Avouillons et la passerelle de Corbassière, le sentier de découverte géomorphologique du glacier de Corbassière vous emmène pour une odyssée à travers le 5ème plus grand glacier des Alpes en se penchant sur plusieurs questions:

Qu'est-ce que la géomorphologie?

Comment se forme un glacier?

Que s'est-il passé lors du Petit Age Glaciaire?

Savez-vous que les glaciers, à l'époque, atteignaient le Plateau suisse?

Quel est l'impact du réchauffement climatique sur les glaciers?

Concernant la clarté de la carte de situation, à l'exception d'une personne qui ne comprenait pas d'où partait le sentier, les autres l'ont trouvé très claire. Pour répondre favorablement à cette mauvaise compréhension du départ du sentier, le mot « Départ » a été ajouté sur la carte à côté de la cabane Brunet et du parking. Il est vrai que le premier arrêt, n'étant pas situé à la cabane Brunet, cela peut causer des hésitations. Concernant le choix du support, à l'exception d'une personne qui aurait souhaité avoir les explications sur une application mobile et une autre sous la forme de panneaux, la majorité des interrogés sont satisfaits du type de support ainsi que du format de la brochure. Deux personnes auraient toutefois préféré une brochure plus petite qui puisse se glisser dans la poche.

La deuxième partie du questionnaire portait sur l'appréciation du contenu de la brochure. Pour les deux brochures confondues, tous les interrogés ont compris le message principal de la brochure, ont trouvé l'enchaînement des arrêts cohérents et globalement, ils ont trouvé que les explications étaient suffisamment simples et pas trop détaillée. A l'exception de deux personnes, les interrogés ne voulaient pas davantage d'explications. Ces deux personnes ont déclaré qu'elles étaient très intéressées par la matière et qu'elles auraient souhaité davantage d'informations mais ont admis que ce n'est pas le but de cette brochure d'apporter des informations très détaillées et plus techniques. Trois personnes ont, tout de même, déclaré qu'il y avait passablement, voire trop de texte mais ces dernières ont mis en avant le haut intérêt des explications. Selon elles, le texte est de très bonne qualité et la lecture est agréable. Finalement, à l'unanimité, les interrogés souhaitent réutiliser les connaissances acquises lors de ces deux sentiers afin de lire le paysage lors de leur prochaines randonnées dans les Alpes.

La dernière partie du questionnaire évaluait le graphisme utilisé dans les brochures. L'utilisation des différents logos comme « l'œil » et « le point d'interrogation » a été très appréciée par les évaluateurs afin d'avoir une meilleure visibilité et structure de l'information. L'utilisation des différents quiz dont le but est de maximiser l'interactivité avec le public a été généralement apprécié à l'exception de trois personnes. Une personne a jugé que les réponses étaient trop proches des questions ce qui atténuait le suspense de la réponse. Quant aux schémas et à la police de caractère utilisés, ils ont été jugés satisfaisants par le public. Les schémas ont été particulièrement appréciés par leur facilité de compréhension au premier coup d'œil, à l'exception du schéma de l'arrêt n°1 du sentier du Tour des Lacs. Plusieurs évaluateurs ont jugé le schéma peu lisible et compliqué à la compréhension. Le schéma en question (fig. 53 ; en haut) a donc été supprimé et a été remplacé par une simple carte topographique annotée avec le sentier du Tour des Lacs découpé en tronçon selon une légende couleur qui montre la présence de permafrost sur le sentier (fig. 53 ; en bas).

Finalement, le ratio entre les images, les schémas et le texte a été apprécié par l'intégralité des évaluateurs.

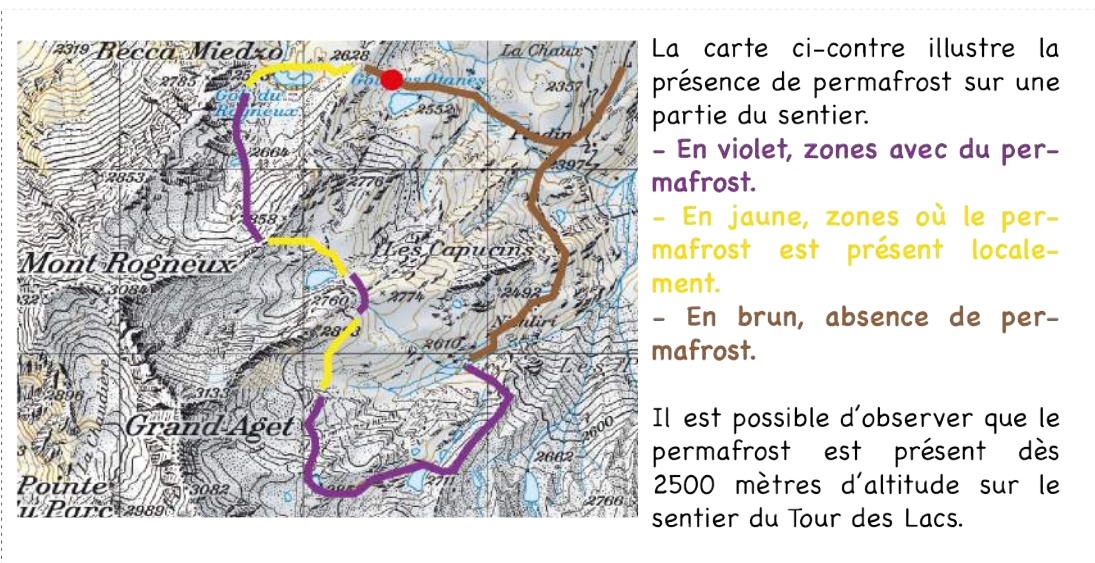
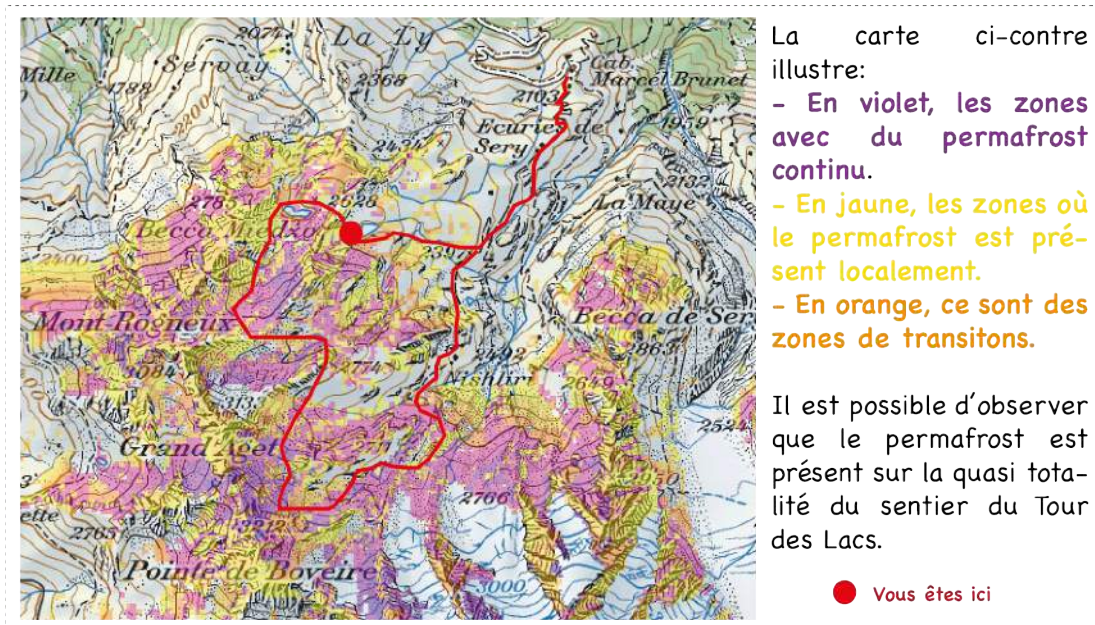


Figure 53 : La version avant la deuxième phase d'évaluation (en haut) ; la version simplifiée et modifiée

8. Partie conclusive

.....

8.1 Retour sur les objectifs

Nous pouvons tout d'abord conclure que tous les objectifs que nous nous étions fixés au début de ce travail ont été remplis. La réussite de ces objectifs a amené à la création de deux produits géotouristiques finis qui ont tenu compte et qui ont maximisé les quatre domaines de questionnement de la méthodologie de Martin & al. (2010). Cette partie revient sur les différents objectifs et met en évidence et discute les points qui ont particulièrement bien fonctionné et ceux qui ont moins bien marché.

8.1.1 L'élaboration du profil du public

Ce premier objectif s'est focalisé sur le public potentiellement intéressé à une future offre géotouristique dans la région des Combins. La question du public est essentielle à se poser en amont de la réalisation d'un projet géotouristique.

Il a été décidé de dresser le portrait du public à l'aide d'enquêtes de terrain dans les différentes cabanes ainsi que sur les sentiers eux-mêmes. Réaliser cette enquête de terrain a été indispensable afin de répondre au mieux à la demande du public afin que l'offre géotouristique soit optimisée. Tester le niveau de connaissance du public par le biais de différentes questions précises relatives à la géomorphologie est extrêmement important et intéressant. En effet, élaborer un produit géotouristique sans connaître précisément le niveau de connaissance du public est difficile.

La sélection du public lors des enquêtes a été particulièrement difficile à réaliser. En effet, il est primordial de viser tous les types de public. Cependant, une partie des questionnaires a été laissée aux cabanes, donc nous n'avions pas les moyens de connaître le profil des interrogés ; ces derniers pouvaient très bien faire partie d'un groupe homogène (même type de connaissance, de profil socio-démographique et d'intérêts). De plus, en raison d'un manque de randonneurs sur certains sentiers de la région, il a été difficile de réaliser un profil propre à chaque sentier. Vu que certains sentiers sont classés « randonnée alpine » on peut donc en conclure que ce sont des personnes plus expérimentées et qui ont également davantage de connaissances. Il se peut donc que la brochure du Tour des lacs ne tienne pas assez compte du niveau de connaissance et ne réponde pas entièrement aux attentes du public. Ce facteur devrait être vérifié en évaluant la brochure directement sur le terrain avec des randonneurs expérimentés.

8.1.2 La sélection des sites

Une fois le profil du public réalisé, le deuxième objectif était de choisir des sites propices à la médiation géoscientifique et à l'élaboration du sentier. La méthodologie adoptée a été de choisir les sites en fonction de certaines contraintes préalablement établies. Un des problèmes de cette méthodologie était que certains sites très intéressants à valoriser étaient automatiquement mis de côté car ils ne répondaient pas, par exemple, aux deux contraintes les plus importantes soit le choix d'un sentier en boucle à la journée à partir d'un lieu accessible en voiture et le strict respect du tracé des sentiers déjà existants. A part ce point négatif, la méthodologie adoptée a su sélectionner des sites qui répondaient spécifiquement à une activité de médiation géoscientifique. En absence de toute méthode de sélection des sites ayant pour objectif une activité de médiation, la création de cette méthodologie contenant une liste de contrainte à respecter selon un ordre d'importance a été satisfaisante.

8.1.3 Le contenu et le support

Le troisième objectif du mémoire concernait les modalités de transmission du message au public. En effet, l'objectif était de créer un message clair ayant pour but d'instruire, de cultiver, de sensibiliser l'individu mais également de le divertir (Martin & al., 2010). Le but des sentiers n'étaient pas de créer « *un monologue savant ; une grande quantité d'informations sous forme d'un discours scientifique simplifié, sans se soucier de s'adapter au lecteur* » (Martin, 2012 :6) mais un contenu interactif faisant appel à de bonnes pratiques en interprétation sur le fond et la forme.

Maximiser les différentes interactivités (cognitive, manuelle et émotionnelle) n'est pas facile mais entièrement faisable avec un produit géotouristique sous format papier. En effet, l'interactivité manuelle est la seule qui n'a pas pu être optimisée. Avec du recul, créer des produits destinés au géotourisme à l'aide d'une application mobile permet facilement de maximiser davantage l'interactivité. Néanmoins, lors de l'évaluation de la brochure, une seule personne aurait préférée utiliser ce type de support interactif. Il est vrai qu'un support papier paraît un peu vieillot dans notre monde où la technologie est reine mais à quoi bon utiliser une application mobile dans un environnement de haute montagne sans réseau mobile, avec du soleil qui se reflète sur l'écran, de devoir porter une tablette lors de toute la randonnée et de devoir la ranger dans le sac après chaque arrêt ? D'ailleurs, une randonnée en montagne devrait permettre une déconnexion avec le monde extérieur et la possibilité de laisser sa tablette à la maison.

L'évaluation des deux brochures n'était pas un objectif en soi mais est une étape indispensable afin de maximiser, avant tout, le contenu des brochures. L'objectif de cette évaluation en deux phases était d'obtenir différents types de feedback de la part d'un panel de testeurs. Dans un premier temps, une évaluation axée particulièrement sur la non-compréhension de certaines explications, sur l'utilisation d'un vocabulaire inadéquat ainsi que sur le niveau de qualité visuel du graphisme a été réalisée. Lors de la première phase d'évaluation, l'avis des évaluateurs a été extrêmement important afin d'améliorer le contenu de la brochure. Les différents problèmes graphiques qui ont été relevés dans les chapitres précédents rejoignent la théorie sur la conception graphique des produits géotouristiques. Avoir le recul nécessaire et se rendre compte par soi-même des différents problèmes est une tâche difficile à réaliser surtout si l'élaboration de produits géotouristiques est une activité nouvelle. L'avis de personnes externes est donc très important. Quant à la deuxième partie, elle avait pour objectif de finaliser et de peaufiner les deux sentiers. Le contenu textuel et graphique ainsi que le type de support choisi ont été très appréciés de la part du public. L'évaluation aurait dû être idéalement faite directement sur le sentier mais les conditions d'enneigement ne le permettaient pas encore. Finalement, l'évaluation des deux brochures permet d'affirmer que l'objectif « création d'un contenu vulgarisé et graphiquement valorisé » a été rempli.

8.2 Perspectives

8.2.1 Perspectives de recherche

Concernant les perspectives de recherche, nous avons constaté l'absence de méthode de sélection des sites destinés à une activité de médiation. Il serait donc possible de formaliser et de développer davantage une méthodologie qui a pour objectif de sélectionner des sites propices à cette activité. Pralong (2005) a développé une « *méthode d'évaluation des valeurs touristiques et d'exploitation de sites géomorphologiques dans un contexte touristique et de loisirs* ». Sa méthode passe par l'obligation de réaliser un inventaire et ne se focalise pas sur le choix strict des sites pour une activité de médiation. Martin (2012) n'est pas en faveur d'une utilisation des méthodes d'inventaires de géomorphosites pour la médiation. En effet, « *les inventaires sont plus souvent mobilisés dans d'autres buts : analyse de la vulnérabilité ou de l'importance scientifique des sites. Lorsqu'on tente d'utiliser ces méthodes d'évaluation dans un objectif de médiation, on constate régulièrement un décalage avec les besoins pratiques de la médiation, dont les priorités sont différentes* » (Martin, 2012)

Martin (2012) trouverait utile de créer une méthode afin de sélectionner les sites spécifiquement pour une activité de médiation. Cette méthode ne devrait pas donner « *une importance surdimensionnée aux résultats d'une évaluation classique (centrée sur la valeur scientifique) par rapport aux autres aspects de la médiation, comme les exigences liées au public ou à la simplicité du message principal* » (Martin, 2012)

Dans le cadre de ce mémoire, la méthodologie adoptée pour la sélection des sites se base sur plusieurs contraintes :

1. Le choix d'un sentier en boucle à la journée à partir d'un lieu accessible en voiture
2. Le strict respect du tracé des sentiers déjà existants
3. Le respect des thèmes choisis
4. L'observation directe du public et l'utilisation du terrain
5. Une articulation des sites pertinente
6. La lisibilité des objets géomorphologiques
7. La qualité des points de vue et l'aspect scénique
8. Une répartition harmonieuse des sites sur le sentier

Cette méthodologie pourrait servir de base au développement d'une méthode de sélection des sites. Un avantage de cette méthode serait d'élaborer des critères, certes restrictifs, comme par exemple « le strict respect du tracé des sentiers déjà existants » mais qui est indispensable dans le cadre d'une médiation. Ces critères filtreraient en amont les sites pris en considération afin d'éviter un travail de sélection inutile dès le départ contrairement à un inventaire où tous les sites sont considérés.

8.2.2 Comparaison avec d'autres réalisations géotouristiques

Le chapitre 3.5 a présenté plusieurs réalisations de sentiers géotouristiques dans les Alpes. La plupart de ces sentiers ont été élaborés ces dernières années, notamment ceux réalisés par le bureau Relief. Ces nouveaux produits géotouristiques élaborés à partir des années 2000 respectent plusieurs critères méthodologiques notamment les bonnes pratiques en interprétation sur le fond et la forme du produit. Ces années sont marquées par l'essor de ces pratiques touristiques et par un développement conséquent du champ de recherche sur la médiation géoscientifique, le géotourisme ainsi que des méthodes didactiques en sciences de la Terre notamment les travaux réalisés par, entre autres, Pralong (2003 ; 2005 ; 2006), par Summermatter (2003), par les publications de Moscardo (1999 ; 2003 ; 2007) par Martin & al. (2010).

En revanche, il est possible de comparer ces nouveaux produits géotouristiques avec les anciens comme Maisch & al. (1993), Casartelli & al. (1995) et Kunz (1997). Ces trois réalisations ont particulièrement attiré notre attention car elles présentent des produits géotouristiques peu accessibles au grand public. En effet, la majorité des textes sont longs, sont peu illustrés, la matière est peu vulgarisée, la conception graphique n'est pas une priorité et est peu valorisée. De plus, les différentes formes d'interactivités et d'observation active de la part du public ne sont pas utilisées. En revanche, l'information scientifique est très complète et s'adresse à un public d'experts ou de personnes très motivées. Ces réalisations sont « *un monologue savant ; une grande quantité d'informations sous forme d'un discours scientifique simplifié, sans se soucier de s'adapter au lecteur* » (Martin, 2012 :6), ce qui est à éviter au maximum lors de la réalisation d'un produit destiné au géotourisme.

Notre brochure de découverte géomorphologique utilise, certes un support, qui peut paraître démodé dans notre monde où la technologie est reine mais maximise une part importante des bonnes pratiques en interprétation.

8.2.3 Perspectives de valorisation

Un fois les deux sentiers réalisés et terminés, nous avons contacté la commune de Bagnes afin de leur présenter le projet terminé et de voir si ces derniers seraient intéressés par une potentielle diffusion de ces brochures. La commune de Bagnes a accueilli avec beaucoup d'intérêt l'élaboration des sentiers géotouristiques portant sur des thématiques environnementales actuelles. Une diffusion de ces deux brochures est en cours de réalisation et sera mise sur pied pour l'été 2016. Il a été décidé également d'implanter des petits panneaux sur l'emplacement de chaque arrêt géomorphologique des deux sentiers afin que les randonneurs puissent situer avec précision l'endroit exact de chaque site. De plus, ces panneaux comporteront une flèche qui indiquera l'orientation des formes à observer ainsi qu'un intitulé du type « *Sentier de découverte géomorphologique des Combins ; possibilité de se procurer la brochure à la cabane Brunet* ». Ces petites panneaux devront être enlevés pendant l'hiver et remis au printemps de l'année suivante en raison des conditions climatiques hivernales de cette région. Les brochures seront disponibles aux offices du tourisme de Verbier et du Châble, au village de Lourtier ainsi qu'à la cabane Brunet qui est située au départ des deux sentiers.

Il est important de noter qu'un des facteurs qui a freiné, dans un premier temps, la commune de Bagnes à publier et diffuser ces sentiers est le fait que les sentiers empruntés par ces deux brochures, Tour des Lacs et Tour de la Becca de Sery via le col des Avouillons, sont peu

parcourus par les randonneurs car ils sont longs et difficiles. En effet, la majorité des randonneurs partent de la cabane Brunet et marchent, via La Maye, jusqu'à la passerelle de Corbassière sans passer le col des Avouillons. De plus, la longueur et la difficulté des sentiers rendraient difficile une utilisation des brochures au sein des écoles de la vallée de Bagnes. Malgré la difficulté de ces sentiers, la commune de Bagnes a décidé de les publier. Actuellement, il est possible d'envisager deux hypothèses : soit la brochure du glacier de Corbassière va encourager les randonneurs à emprunter le sentier qui passe le col des Avouillons. La brochure aura donc pour conséquence de dynamiser un sentier moins emprunté auparavant par les randonneurs et de changer les habitudes de ces derniers. Dans l'autre cas de figure, le sentier aura peu de succès et les brochures resteront invendues. Il est donc important, dans le cadre de réalisations futures de sentiers géotouristiques, en plus d'élaborer le profil du public, de prendre en compte l'affluence des randonneurs sur les sentiers.

La commune de Bagnes serait également intéressée, à moyen terme, de compléter cette offre géotouristique par la création de panneaux géodidactiques uniquement sur le tronçon cabane Brunet – cabane Panossière, tronçon le plus parcouru. L'idée serait de créer une sélection de poste ayant les mêmes thématiques que la brochures mais accessible à un public beaucoup plus large y compris les familles et les scolaires.

Bibliographie

Badman, T. (1994). Interpreting Earth science sites for the public. In D. O'Halloran, C. Green, M. Harley, M. Stanley, et J. Knill (Eds), *Geological and Landscape Conservation*. London: Geological Society, 429-432.

Baillifard, S. (2006). *Création d'un géoparc dans la vallée de Bagnes : étude de faisabilité* (travail de diplôme non publié). Haute école valaisanne, Sierre.

Baillifard, S., Richon, J., Marthaler, M. (2012). *La géologie, quelle aventure! Enquête géologique dans le val de Bagnes*. Wabern: Swisstopo.

Beniston, M. (2005). Changement climatique et impacts possibles dans la région alpine. *Revue de géographie alpine*, 93, 2, 13-24.

Benedetti S. et Reynard E. (2003). Géologie, géomorphologie et tourisme didactique dans le site de Salanfe (Evionnaz, Valais). In *Géomorphologie et tourisme, Acte de la Réunion annuelle de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm)*, Finhaut, 21-23 septembre 2001, Travaux de recherches n°24, Lausanne, Institut de géographie, Université de Lausanne, 185-194.

Berrebi, Y. (2006). *Les sentiers didactiques : Analyse de la perception du public face à quatre réalisations géodidactiques* (mémoire de Licence) [en ligne]. Université de Lausanne, Institut de Géographie.

Bitgood, S. (2000). The role of attention in designing effective interpretive labels. *Journal of Interpretation Research*, 5, 2, 31-45.

Bringer, J.-P. (1993). L'interprétation de notre patrimoine. L'introduction du concept en France : bilan et perspectives. *Cahier Espaces Hors série*, 158-168.

Bouët, M. (1985). *Climat et météorologie de la Suisse romande*. Lausanne: Payot.

Burri, M. (1974). Histoire et préhistoire glaciaire des vallées des Dranses (Valais). *Eclogae geol. Helv.*, 67, 1, 135-154.

Burri, M., Fricker, K., Grasmuck, C., Marro, C. (1992). Feuille 1345 *Chanrion*. Atlas géologique de la Suisse, Feuille n° 91 au 1 : 25'000.

Burri, M., Maro, C. (1992). Notice explicative de la « Feuille 1345 *Orsières* avec la partie nord de la feuille 1366 *Mont Vélan* ». Atlas géologique de la Suisse, Feuille n° 91 au 1 : 25'000.

Burri, M., Alliman, M., V. Chessex, R., Dal Piaz, G.V., Della Valle, G., Dubois, L., Gouffon, Y., Guermani, A., Hagen, T., Krummenacher, D. & Looser, MO. (1998). Feuille 1346 *Chanrion* avec partie nord de la feuille 1366 *Mont Vélan*. Atlas géologique de la Suisse, Feuille n°101 au 1 : 25'000.

Burri, M., Alliman, M., V. Chessex, R., Dal Piaz, G.V., Della Valle, G., Dubois, L., Gouffon, Y., Guermani, A. (1999). Notice explicative de la « Feuille 1346 *Chanrion* avec partie nord de la feuille 1366 *Mont Vélan* ». Atlas géologique de la Suisse, Feuille n°101 au 1 : 25'000.

- Casartelli, G, Pelfini, M., Smiraglia, C. (1995). *Il ghiacciaio dei forni in Valfurva; Sentiero glaciologico del Centenario*. Guide Natura: Lyasis
- Casty, C., Wanner, H. (2005). Temperature and precipitation variability in the European Alps since 1500. *International Journal of Climatology*, 25, 1855-1880.
- Cayla, N. (2009). Les sentiers d'interprétation glaciaire: des outils de valorisation différenciés des glaciers et de leur territoire. *Cahiers de géographie, collection EDYTEM*, 8, 221-232
- Cayla, N., Hobléa, F. & Gasquet, D. (2010). Guide des bonnes pratiques de médiation des géosciences sur le terrain. *Géologie de la France*, 1, 47-55.
- Coratza, P. (2004). Géomorphologie et culture. Exemples de valorisation en Emilie Romagne (Italie). In *Paysages géomorphologiques, Compte-rendu du séminaire de 3ème cycle CUSO 2003*, Travaux de recherches n° 27, Lausanne, Institut de géographie, 211-225.
- Coutterand, S (2010). *Etude géomorphologique des flux glaciaires dans les Alpes nord-occidentales au Pléistocène récent, du maximum de la dernière glaciation aux premières étapes de la déglaciation*. Université de Savoie.
- Delaloye, R. & Morand, S. (1997): *Du Val Ferret au Grand-Combin (Alpes Valaisannes): Inventaire des glaciers rocheux et analyse spatiale numérique du pergélisol à l'aide d'un Système d'Information Géographique (IDRISI)* (Travail de Diplôme non publié). Université de Fribourg, Institut de Géographie.
- Delaloye, R. (2004). *Contribution à l'étude du pergélisol de montagne en zone marginale*. Thèse de doctorat. Fribourg : Faculté des sciences.
- Delaloye, R., Perruchoud, E., Avian, M., Kaufmann, V., Bodin, X., Hausmann, H., Ikeda, A., Käab, A., Kellerer-Pirklbauer, A., Krainer, K., Lambiel, C., Mihajlovic, D., Staub, B., Roer, I. & Thibert, E. (2008). *Recent interannual variations of rockglaciers creep in the European Alps*. Proceedings of the Ninth International Conference on Permafrost, July 2008, Fairbanks, Alaska, 1, 343-348.
- Dowling, R K., Newsome, D. (2006) *Geotourism. Sustainability, impacts and management*, Amsterdam : Elsevier.
- Durand, H., Juvet, F. (2003). Le temps du tourisme triomphant, In J. Spindler, H. Durand. (Eds.). *Le tourisme au XXIe siècle*. Paris: L'Harmattan, 29-57.
- Escher, A. (1988). *Structure de la nappe du Grand St-Bernard entre le val de Bagnes et les Mischabel*. Berne: Service hydrologique et géologique national
- Forster, S. et al. (2011). *Le tourisme – tout naturellement! De l'idée au produit touristique intégrant la nature et la culture, en passant par l'analyse de marché*. Bienne : SANU.
- Genoud, M. (2008). *Inventaire, évaluation et projets de valorisation des géomorphosites du val de Bagnes*. (Mémoire de Master) [en ligne]. Université de Lausanne, Faculté des Géosciences et Environnement, Institut de géographie.
- Gouffon, Y., Burri, M. (1997). Les nappes des Pontis, de Siviez-Mischabel et du Mont-Fort dans les vallées de Bagnes, d'Entremont (Valais, Suisse) et d'Aoste (Italie). *Eclogae geol.*

Helv. 90, 1, 29-41.

Ham, S. (1992). *Environmental interpretation. A practical guide for people with big ideas and small budgets*, Golden : Fulcrum.

Harris, C., Vonder Muhl, D., Isaken, K., Haeberli, W., Sollid, J.L., King, L., Holmund, P., Dramis, F. (2003). Warming permafrost in European mountains. *Global and Planetary Change*, 39, 215-225

Hose T. A. (1996). Geotourism, or can tourists become casual rocks hounds ? In R. Matthew, P. Doyle, J. Larwood. (Eds) *Geology on your doorstep : the role of urban geology in earth heritage conservation*, London: Geological Society, 207-228.

Kääb A., Reynolds J.M., Haeberli W. (2005). Glacier and permafrost hazards in high mountains. In Huber U.M., Bugmann H.K.M., Reasoner M.A. (Dir.): *Global change and mountain regions - a state of knowledge overview*. Dordrecht: Springer, 225-234.

Keene, P. (1994). Conservation through on-site interpretation for a public audience. Dans D. O'Halloran, C. Green, M. Harley, M. Stanley, & J. Knill (Eds), *Geological and Landscape Conservation. Proceedings of the Malvern International Conference. Great Malvern, 17-24 July 1993*, London: Geological Society, 407-411

Kramar, N. (2003). Le cycle orogénique comme outil didactique. *Actes du colloque sur l'enseignement et la vulgarisation des sciences de la Terre*. Nice.

Kramar, N., Pralong J.-P. (2005). La didactique des sciences : une chance pour les sciences de la Terre. In E. Reynard et L. Dambo. *Vivre dans les milieux fragiles : Alpes et Sahel. Hommage au Prof. J. Winistörfer*. Travaux de recherches n° 31, Lausanne, Institut de Géographie, 43-56.

Kunz, P. (1997). *Trois itinéraires géologiques dans la commune d'Évolène «Haut Val d'Hérens - Valais»: présentation de la géologie et géomorphologie régionales, le long de sentiers balisés*. Les Haudères: Evolèn'Art.

Lambiel, C. (1999). *Inventaire des glaciers rocheux entre le Val de Bagnes et le Val d'Hérémence (Valais)*. (Mémoire de Licence non publié). Université de Lausanne, institut de géographie.

Lambiel, C. (2006). *Le pergélisol dans les terrains sédimentaires à forte déclivité: distribution, régime thermique et instabilités*. Thèse de doctorat. Lausanne : Faculté des géosciences et de l'environnement, Institut de géographie.

Maisch, M., Burga, C. A., Fitze, P. (1993). *Lebendiges Gletschervorfeld-Begleitbuch zum Gletscherlehrpfad Morteratsch*. Zürich

Marthaler, M. (2001). *Le Cervin est-il africain? Une histoire géologique entre les Alpes et notre planète*. Lausanne: L.E.P

Marthaler, M. (2003). La mémoire de la Terre cachée derrière les panoramas. In E. Reynard, C. Holzmann, D. Guex, N. Summermatter. (Eds), *Géomorphologie et Tourisme*. Travaux et Recherches n° 24, Lausanne, Institut de Géographie, 105-114.

Marthaler, M. (2004). Lecture et analyse d'un paysage : Zermatt et le Cervin. Un exemple de la mémoire de la terre révélée par les panoramas. In *Paysages géomorphologiques, Compte-rendu du séminaire de 3ème cycle CUSO 2003*, Travaux de recherches n° 27, Lausanne, Institut de géographie, 52-68.

Martin, S. (2012). *Valoriser le patrimoine par la médiation indirecte et la visualisation des objets géomorphologiques*. Thèse de doctorat. Lausanne : Faculté des géosciences et de l'environnement, Institut de géographie et durabilité

Martin, S., Regolini-Bissig, G., Perret, A. et Kozlik, L. (2010). Elaboration et évaluation de produits géotouristiques. *Téoros, Géotourisme*, 29, 2, 55-66

Megerle, H. (2008). *Geotourismus. Innovative Ansätze zur touristischen Inwertsetzung und nachhaltigen Regionalentwicklung*. Nurnberg: Kerrsting.

Morard S., Scapozza C., Duhem V., Reynard E., Delaloye R. (2009) : *Géomorphologie de la montagne - fiches pour l'enseignant*. Société Suisse de Géomorphologie (SSGm), site internet : <http://www.unifr.ch/geoscience/geographie/montagne>.

Moscardo, G. (1999). *Making visitors mindful. Principles for creating sustainable visitor experiences through effective communication. Advances in tourism applications*. Champaign: Sagamore.

Moscardo, G. (2003). Interpretation and sustainable tourism. Functions, examples and principles. *Journal of tourism studies*, 14,1, 112-123.

Moscardo, G., Ballantyne, R. & Hughes, K. (2007). *Designing interpretive signs. Principles in practice*. Golden: Fulcrum.

Origet du Cluzeau, C. (1998). *Le tourisme culturel. Que sais-je?* Paris: Presses universitaires de France.

Page, K. N. (1994). Information signs for geological and geomorphological sites: basic principle. In D. O'Halloran, C. Green, M. Harley, M. Stanley, & J. Knill (Eds), *Geological and Landscape Conservation. Proceedings of the Malvern International Conference. Great Malvern*, 17-24 July 1993. London: Geological Society, 433-437

Pralong J.-P. (2001). *Des Muverans à la Dent-Blanche : parcours dans les mers et les océans de nos montages* (mémoire de licence non publié). Université de Lausanne, Institut de géographie.

Pralong, J.-P. (2003). Valorisation et vulgarisation des sciences de la Terre. Les concepts de temps et d'espace et leur application à la randonnée pédestre. In E. Reynard, C. Holzmann, D. Guex, & N. Summermatter (Eds), *Géomorphologie et tourisme. Actes de la réunion annuelle de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm)*. Finhaut, 21-23 septembre 2001, Travaux et recherches n°24, Lausanne, Institut de Géographie, 115-127.

Pralong, J.-P. (2005). A method for assessing tourist potential and use of geomorphological sites. *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 3, 189-196.

Pralong, J-P. (2006). *Géotourisme et utilisation de sites naturels d'intérêt pour les sciences de la Terre : les régions de Crans-Montana-Sierre (Valais, Alpes suisses) et Chamonix-Mont-Blanc (Haute-Savoie, Alpes françaises)*, Thèse de doctorat. coll. « Travaux et recherches » n° 32. Lausanne : Institut de géographie.

Pralong A., Funk M. (2006). On the instability of avalanching glaciers. *Journal of Glaciology*, 52, 176, 31-48

Ravel, L. (2009). Evolution géomorphologique de la haute montagne dans le contexte actuel du réchauffement climatique, *Cahiers de géographie*, 8, 113-124

Ravel, L., Deline, P. (2008). La face ouest des Drus (massif du Mont-Blanc): évolution de l'instabilité d'une paroi rocheuse dans la haute montagne alpine depuis la fin du Petit Age Glaciaire. *Géomorphologie*, 4, 261–272.

Ravel, L., Bodin, X., Deline, P. (2014). Using terrestrial Laser scanning for the recognition and promotion of high alpine géomorphosites. *Geoheritage*, 1, 115-135

Reynard, E. (1999). Gestion patrimoniale et intégrée des ressources en eau dans les stations touristiques de montagne, les cas de Crans-Montana-Aminona et Nendaz (Valais), Thèse de doctorat. coll. « Travaux et recherches » n° 17. Lausanne : Institut de géographie.

Reynard, E., Lambiel, C., Delaloye, R., Devaud, G., Baron, L., Chapellier, D., Marescot, L., Monnet, R. (2003). Glacier/permafrost relationships in forefields of small glaciers (Swiss Alps). *Proceedings of the 8th International Conference on Permafrost*, Zurich, 2, 947-952.

Reynard, E., Laigre L. et Kramar N. (Eds) (2011). *Les géosciences au service de la société. Actes du colloque en l'honneur du Professeur Michel Marthaler*, 24-26 juin 2010, Lausanne (Géovisions n° 37). Institut de géographie, Université de Lausanne.

Rossier, A. (2011). *Précipitations extrêmes dans le val de Bagnes : occurrence et prévision*. (mémoire de Licence) [en ligne]. Université de Lausanne, Institut de Géographie.

Rougier, H., Fournier, P. (2011). *Les hauts de Chamoson, sentier de découverte géographique*. Lausanne : L.E.P

Schoeneich, P., De Jong, C. (2008). Evolution de l'environnement alpin. Quel environnement alpin demain ? Pour quelles activités ? *Revue de géographie alpine*, 4, 53-63

Schneider, V. (2009). *Valorisation du patrimoine glaciaire de la cluse du Rhône et du Chablais*. (mémoire de Licence) [en ligne]. Université de Lausanne, Faculté des geosciences et de l'environnement, Institut de Géographie.

Summermatter, N. (2003). Quelques réflexions sur les techniques scripto-illustratives utilisées dans les brochures relatives aux itinéraires didactiques. Dans E. Reynard et al. (Eds), *Géomorphologie et tourisme: Actes de La réunion annuelle de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm)*, Finhaut, 21-23 Septembre 2001. Lausanne: Université, Faculté des Lettres, Institut de Géographie (coll. «Travaux et recherches» n° 24). 129-143.

Tilden, F., Craig, R. B. (1977). *Interpreting our heritage*. Chapel Hill: University of North Carolina Press.

Tubb, K. N. (2003). An evaluation of the effectiveness of interpretation within Dartmoor National Park in reaching the goals of sustainable tourism development, *Journal of sustainable tourism*, 11, 6, 476-498.

Zemp, M., Haeberli, W, Hoelzle, M and Paul, F. (2006). Alpine glaciers to disappear within decades?, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L13504,

Zryd, A. & Dumoulin, H. (2010). *Glaciers: passé-présent du Rhône au Mont-Blanc*. Genève: Slatkine.

Annexes

1. Le questionnaire d'identification du public
2. Le questionnaire de la deuxième phase d'évaluation
3. La fiche d'inventaire « *Système glaciaire de Corbassière* » (Genoud, 2008)
4. La brochure « *Sentier du glacier de Corbassière* » (version papier)
5. La brochure « *Sentier du Tour des Lacs* » (version papier)

**Vous randonnez au pied du massif des Combins?
Votre avis nous intéresse!**

Ce questionnaire s'inscrit dans le cadre d'un travail de mémoire à l'Université de Lausanne portant sur la réalisation d'un sentier géodidactique au pied du massif des Combins dans un but de médiation des sciences de la Terre auprès du grand public. Merci pour les quelques minutes que vous y consacrez ! Si une question vous incommode, passez à la suivante !

Votre relation avec la montagne (cochez la réponse qui convient)

A quelle fréquence venez-vous faire de la randonnée en montagne ?

- Tous les weekend
- Quelques fois par mois
- Moins de 5 fois pendant l'été

Quelles difficultés de randonnées faites-vous en général ?

- Randonnée facile (itinéraire jaune)
- Randonnée difficile (itinéraire rouge et blanc)
- Randonnée alpine (itinéraire bleu et blanc)

Quels types de randonnées réalisez-vous actuellement ?

- Une randonnée à la journée
- Une randonnée de 2 jours avec une nuit en refuge
- Une itinérance de plus de 3 jours

Précisez sur quel sentier vous randonnez:.....

La randonnée que vous apprêtez à faire est plutôt orientée :

- Sportive
- Amusement
- Découverte

Votre relation avec les sciences de la Terre

Seriez-vous intéressé à des explications sur la formation du paysage et des glaciers le long des différents sentiers au pied du massif des Combins ?

Pas du tout 1 2 3 4 5 Extrêmement intéressé

Si oui, dans quelle langue souhaitez-vous les explications ? (Plusieurs réponses possibles)

- En Français
- En Anglais
- En Allemand

Evaluer vos connaissances en sciences de la Terre :

Non-initié 1 2 3 4 5 Expert

Provenance de ces connaissances : (Plusieurs réponses possibles)

- Formation universitaire
- Autodidacte
- Participation à des excursions géologiques guidées
- Sentier géodidactique
- Lecture d'ouvrages
- Autre :.....

A votre avis, comment se forme un glacier ?

Une brève explication :.....
.....

Faites un schéma si nécessaire :

A votre avis, depuis quelle date les glaciers ont drastiquement reculé dans les Alpes ?

Pouvez-vous citer des formes paysagère qui sont créés par les glaciers ? En d'autres terme, quels sont les impacts des glaciers sur le paysage ?

.....
.....

Connaissez-vous le terme de *permafrost/pergélisol*?

Une brève explication :.....
.....

Si oui, connaissez-vous les conséquences d'une dégradation du *permafrost* ?

Une brève explication :.....
.....

Connaissez-vous le terme de *glacier rocheux* ? Comment se forme un glacier rocheux ?

Une brève explication :.....
.....

Votre profil

Langue parlée :

Domicile : Suisse. Commune :.....
 Etranger. Pays :.....

**Vous randonnez
actuellement :**

- Seul
- En couple
- Entre amis
- En famille avec des enfants

Formation (plus haut degré obtenu):

- école obligatoire apprentissage
- maturité Uni/EPF
- Formation professionnelle Autre

Sexe : Homme Femme

Année de naissance : 19....



contact : elodie.bouvier@unil.ch

Nous vous remercions de votre participation à cette étude!

Questionnaire pour l'évaluation des deux brochures

1. Questions générales

1.1 Les informations pratiques pour accéder au sentier vous semblent-elles satisfaisantes ?

- Oui
- Plutôt oui
- Plutôt non
- Non Si non, pourquoi ?:.....

1.2 La carte de la situation des arrêts est-elle claire ?

- Oui
- Plutôt oui
- Plutôt non
- Non Si non, pourquoi ?:.....

1.3 Le choix du support s'est orienté vers une brochure. Auriez-vous préféré un autre support ?

- Oui, j'aurai aimé avoir des panneaux
- Oui, j'aurai aimé utiliser une application SmartPhone
- Non, une brochure papier me convient parfaitement

1.4 Appréciez-vous le format (A6) de la brochure ?

- Oui
- Plutôt oui
- Plutôt non
- Non Si non, pourquoi ?:.....

2. Le contenu de la brochure (information scientifique)

2.1 Avez-vous compris le message principal de la brochure ?

- Oui
- Plutôt oui
- Plutôt non
- Non Si non, pourquoi ?:.....

- 2.2 L'enchaînement des arrêts est-il cohérent ?
- Oui
 - Plutôt oui
 - Plutôt non
 - Non Si non, pourquoi ?:.....
- 2.3 Les explications fournies sont-elles suffisamment simples ?
- Oui
 - Plutôt oui
 - Plutôt non
 - Non Si non, pourquoi ?:.....
- 2.4 Les informations sont-elles trop détaillées ?
- Oui
 - Plutôt oui
 - Plutôt non
 - Non
- 2.5 Auriez-vous voulu davantage de détails ?
- Oui
 - Plutôt oui
 - Plutôt non
 - Non
- 2.6 Y a-t-il trop de texte ?
- Oui
 - Plutôt oui
 - Plutôt non
 - Non
- 2.7 Les connaissances acquises vont seront-elles utiles pour lire le paysage lors de vos prochaines randonnées dans les Alpes ?
- Oui
 - Plutôt oui
 - Plutôt non
 - Non Si non, pourquoi ?:.....

3. *Graphisme*

3.1 L'utilisation de logos comme  permettent-ils d'avoir une meilleure visibilité de l'information ?

- Oui
- Plutôt oui
- Plutôt non
- Non Si non, pourquoi ?:.....

3.2 Les différents quiz vous ont-ils aidé à une meilleure compréhension et réflexion ?

- Oui
- Plutôt oui
- Plutôt non
- Non Si non, pourquoi ?:.....

3.3 Les différents schémas sont-ils clairs ?

- Oui
- Plutôt oui
- Plutôt non
- Non Si non, pourquoi ?:.....

3.4 Le ratio illustrations / texte est-il bon ?

- Oui
- Plutôt oui
- Plutôt non
- Non Si non, pourquoi ?:.....

3.5 La police de caractère de la brochure rend-elle la lecture agréable ?

- Oui
- Plutôt oui
- Plutôt non
- Non Si non, pourquoi ?:.....

4. *Informations personnelles*

4.1 **Formation** (plus haut degré obtenu):

- Ecole obligatoire
- Maturité
- Formation professionnelle
- Apprentissage
- Formation universitaire

4.2 **Sexe :** Homme
 Femme

4.3 **Année de naissance :** 19....

BAGgla013

N° 32 Système glaciaire de Corbassière

Corbassière

Coordonnées : 589400 / 91350	Altitude min. : 1590	Altitude max. : 4314
Type : POL.	Surface : 2'873'0000 m ²	Propriété : PUB.



Bassin versant de Corbassière (violet) avec les principaux glaciers (turquoise) et la zone alluviale d'importance nationale (bleu-gris). Zone alluviale partie avale (gauche) et amont (droite) (M. Genoud).

Description

Le plus grand site de l'inventaire et probablement le plus spectaculaire et esthétique. Il comprend la grande majorité des formes glaciaires, périglaciaires, gravitaires et fluviatiles caractérisant un environnement alpin. Il pourrait faire l'objet d'une étude approfondie à lui tout seul et servir de site exemplaire dans des projets d'éducation à l'environnement en milieu alpin ou de géotourisme.

La limite du site correspond au bassin versant du glacier de Corbassière dans le massif du Grand-Combin. Ce dernier est l'un des plus grand massif montagneux du Valais et des Alpes. Il culmine à 4314 mètres d'altitude (point le plus élevé du Val de Bagnes) au Combin de Grafeneire. Un glacier de calotte occupe la partie la plus élevée du massif sur le Plateau des Maisons Blanches. Il évolue en un glacier de vallée, sous forme d'une vaste langue glaciaire qui occupe la majeure partie du paysage de la partie amont du site. Elle est également alimentée par le glacier de cirque du Grand-Combin dans le versant Nord des Mulets de la Tsessette. Une superbe cascade de séracs au centre de la langue de glace marque la séparation entre les premiers contreforts du Grand-Combin en amont et la partie plus plane de la vallée de Corbassière en aval. La partie terminale du glacier de Corbassière est un glacier couvert qui se termine aujourd'hui en amont d'un grand verrou structural moutonné. Celui-ci est entaillée en son centre par la Dyure de Corbassière qui forme en aval une plaine alluviale dans le fond d'une auge glaciaire.

Valeur culturelle		
Importance religieuse	Aucune importance	0
Importance historique	Il a été le lieu de construction d'une des plus vieilles cabanes alpines de la région et un haut lieu de l'alpinisme.	0,75
Importance littéraire et artistique	Il est resté à l'écart des œuvres artistiques et littéraires du passé. Il est par contre aujourd'hui l'une des icônes les plus photographiées par les touristes et les plus utilisées dans le marketing régional.	0,5
Importance géohistorique	Il a permis d'établir une partie de l'histoire glaciaire de la région mais n'est pas majeur dans le développement des géosciences.	0,25
Valeur culturelle	Sa valeur culturelle est assez moyenne.	0,38

Valeur économique		
Produits économiques	La cabane de Panossière attire un grand nombre de touristes séduits par l'esthétique du site et le fait de se trouver au pied du point culminant de la région que certains tentent de gravir.	0,5
Valeur économique	Sa valeur économique est moyenne.	0,5

Synthèse	
Valeur globale	Un site d'une très grande valeur tant du point de vue scientifique, qu'esthétique ou écologique. Sa valeur globale est très importante.
Valeur éducative	Il permet d'apprécier une très grande géodiversité ainsi que l'un des plus beaux sommets de la région. C'est un condensé de vallée alpine qui peut servir à de nombreuses illustrations et explications sur l'histoire, l'évolution et la dynamique des environnements alpins. Il faut toutefois ne pas avoir peur de l'effort pour s'y rendre si l'on veut l'étudier dans le détail. Sa valeur éducative est importante.
Atteintes	Aucune
Mesures de gestion / valorisation	<p>Une bonne partie du site est protégée par l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale et d'une moindre mesure par son classement en tant qu'IFP.</p> <p>Ce site sera utilisé pour un projet de valorisation des paysages glaciaires du Val de Bagnes. Il servira à illustrer ce à quoi pouvait ressembler le Val de Bagnes par le passé à des échelles spatiales et temporelles différentes.</p>

Références

Références bibliographiques : BÜRRI, M. (1974) ; BÜRRI, M. ET AL. (1999) ; COQUE, R. (2006) ; OFEFP (1991c) ; SCHNEEBELI, W. & RÖTHLISBERGER, F. (1976) ; WERNER, P. (2001).

Auteur : Mathieu Genoud, avril 2008.

Des paléosols ont permis de dater les dépôts et de reconstituer les avancées et retraits du glacier (SCHNEEBELI, W. & RÖTHLISBERGER, F. 1976). Il semble que les crêtes soient déposées en âge décroissant de l'extérieur vers l'intérieur du vallum. Selon ce modèle de déposition, le glacier était plus large mais de hauteur relativement identique lors du dépôt des 3 cordons extérieurs. Puis lors des dernières avancées, la langue, plus étroite mais plus élevée, a déposé une moraine principale qui se superpose aux cordons extérieurs. En aval, la complexité diminue et seul ce cordon principal est bien construit.

Les processus périglaciaires sont aussi responsables de la formation du complexe de glaciers rocheux des Otanes (voir ce site, BAGper005, pour les détails). Plusieurs dynamiques fluviales sont également à l'origine des formes de ce site. C'est le cas du marais de Plan Goli qui occupe un petit ombilic ou de la partie aval de la zone alluviale dont la morphologie est commandée par la dynamique d'érosion et de sédimentation de la Dyure de Corbassière.

Evaluation

Valeur Scientifique

<i>Valeur scientifique</i>		
Intégrité	Les formes et processus géomorphologiques à l'origine de ce site sont très bien préservés.	1
Représentativité	Il représente très bien les diverses vallées glaciaires du fond du Val de Bagnes ainsi que la plupart des formes et processus géomorphologiques des environnements alpins.	1
Rareté	Système glaciaire complet dont la particularité est de pouvoir apprécier le développement de tout l'appareil géomorphologique de la région et qui comprend le point culminant du terrain.	1
Valeur paléogéographique	De par la diversité des formes et des processus mais aussi de leurs âges, on peut apprendre beaucoup sur l'histoire de la Terre et du climat sur ce site.	1
<i>Valeur Scientifique</i>	<i>Sa valeur scientifique est maximale.</i>	<i>1</i>

Valeurs Additionnelles

<i>Valeur écologique</i>		
Influence écologique	Une multitude de biotopes se développent dans la mosaïque d'environnements étalés entre le milieu glaciaire et la plaine alluviale à l'aval.	1
Site protégé	Il se situe sur le territoire de la zone protégée du Haut Val de Bagnes et de l'IFP #1703 et une bonne partie du site est inventorié comme marge proglaciaire d'importance nationale.	1
<i>Valeur écologique</i>	<i>Sa valeur écologique est maximale.</i>	<i>1</i>

<i>Valeur esthétique</i>		
Points de vue	Le site le plus spectaculaire du terrain d'étude. Même si l'entier du site n'est pas évident à saisir, on le voit de nombreux points de vue sous un grand nombre d'angles de vue.	1
Contraste, développement vertical et structuration de l'espace	Culminant à plus de 4000 mètres d'altitude, son développement vertical est imposant. Les contrastes de formes et de couleurs sont importants entre la partie aval et amont du site.	1
<i>Valeur esthétique</i>	<i>Sa valeur esthétique est maximale.</i>	<i>1</i>

Valeur culturelle		
Importance religieuse	Aucune importance	0
Importance historique	Il a été le lieu de construction d'une des plus vieilles cabanes alpines de la région et un haut lieu de l'alpinisme.	0,75
Importance littéraire et artistique	Il est resté à l'écart des œuvres artistiques et littéraires du passé. Il est par contre aujourd'hui l'une des icônes les plus photographiées par les touristes et les plus utilisées dans le marketing régional.	0,5
Importance géohistorique	Il a permis d'établir une partie de l'histoire glaciaire de la région mais n'est pas majeur dans le développement des géosciences.	0,25
Valeur culturelle	Sa valeur culturelle est assez moyenne.	0,38

Valeur économique		
Produits économiques	La cabane de Panossière attire un grand nombre de touristes séduits par l'esthétique du site et le fait de se trouver au pied du point culminant de la région que certains tentent de gravir.	0,5
Valeur économique	Sa valeur économique est moyenne.	0,5

Synthèse	
Valeur globale	Un site d'une très grande valeur tant du point de vue scientifique, qu'esthétique ou écologique. Sa valeur globale est très importante.
Valeur éducative	Il permet d'apprécier une très grande géodiversité ainsi que l'un des plus beaux sommets de la région. C'est un condensé de vallée alpine qui peut servir à de nombreuses illustrations et explications sur l'histoire, l'évolution et la dynamique des environnements alpins. Il faut toutefois ne pas avoir peur de l'effort pour s'y rendre si l'on veut l'étudier dans le détail. Sa valeur éducative est importante.
Atteintes	Aucune
Mesures de gestion / valorisation	<p>Une bonne partie du site est protégée par l'inventaire des zones alluviales d'importance nationale et d'une moindre mesure par son classement en tant qu'IFP.</p> <p>Ce site sera utilisé pour un projet de valorisation des paysages glaciaires du Val de Bagnes. Il servira à illustrer ce à quoi pouvait ressembler le Val de Bagnes par le passé à des échelles spatiales et temporelles différentes.</p>

Références

Références bibliographiques : BÜRRI, M. (1974) ; BÜRRI, M. ET AL. (1999) ; COQUE, R. (2006) ; OFEFP (1991c) ; SCHNEEBELI, W. & RÖTHLISBERGER, F. (1976) ; WERNER, P. (2001).

Auteur : Mathieu Genoud, avril 2008.

BROCHURE DE DÉCOUVERTE GÉOMORPHOLOGIQUE



SENTIER DU GLACIER DE CORBASSIÈRE

Par Elodie Bouvier, Université de Lausanne, 2015

Photo de couverture: Le Grand Combin vu depuis la cabane Panossière.
Sauf indication contraire, toutes les illustrations sont de l'auteur.



EN GUISE D'ACCUEIL

De la cabane Brunet à la cabane Panossière en passant par le col des Avouillons et la passerelle de Corbassière, le sentier de découverte géomorphologique du glacier de Corbassière vous emmène pour une odyssée à travers le 5ème plus grand glacier des Alpes en se penchant sur plusieurs questions:

Qu'est-ce que la géomorphologie?

Comment se forme un glacier?

Que s'est-il passé lors du Petit Age Glaciaire?

Savez-vous que les glaciers, à l'époque, atteignaient le Plateau suisse?

Quel est l'impact du réchauffement climatique sur les glaciers?

Formation d'un relief glaciaire

Le sentier s'articule autour de trois thèmes. Le premier axe son explication sur la géomorphologie glaciaire d'un site. Il vous apporte des clés afin que vous puissiez lire le paysage, le décrypter pour ensuite comprendre son passé et son évolution.

Interaction glacier-climat

Les deux autres thèmes permettent d'approfondir des thématiques liées au climat et aux risques glaciaires en haute montagne.

Risques glaciaires



Observez le paysage!



Testez vos connaissances! Les réponses sont dans le paragraphe qui suit la question.

Voulez-vous lire l'essentiel?
Lisez en priorité:



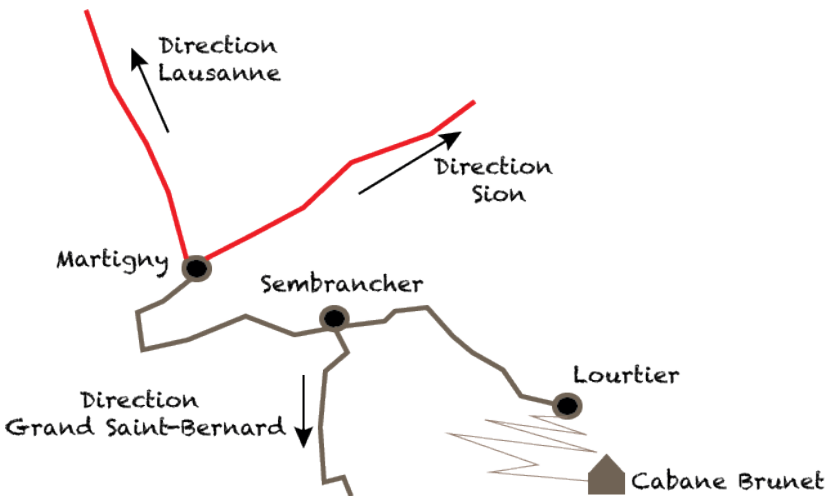
INFORMATIONS PRATIQUES



Le sentier autour du glacier de Corbassière est facilement accessible en voiture depuis Lourtier en empruntant une route de gravier carrossable menant jusqu'à la cabane Brunet.



L'accès en transports publics jusqu'à la cabane Brunet n'est pas possible.



Le sentier est balisé et marqué selon un itinéraire «rouge et blanc». Cette cotation correspond à un chemin de randonnée de montagne selon Suisse Rando. L'itinéraire peut comprendre des portions difficilement praticables selon les conditions météorologiques. Il emprunte des tronçons raides, étroits et exposés. Ce genre d'itinéraire s'adresse à un public en bonne condition physique.

Il est recommandé de porter de bonnes chaussures de marche ainsi que des vêtements adaptés. L'utilisation d'une carte topographique est recommandée. Il est nécessaire de prendre des vivres en suffisance. Il est toutefois possible de se ravitailler aux cabanes Brunet et Panossière.



- Ramenez tous vos déchets dans la vallée.
- Respectez le bétail et les pâturages, les sentiers traversent des zones de travail pour les agriculteurs de la région.
- Renseignez-vous sur les conditions météorologiques avant de partir.



PETITE MISE EN JAMBE

Du grec gê, **terre**, morphê, **forme**, logos, **discours**, la géomorphologie est la science dont l'étude porte sur les **formes de la Terre, autrement dit le relief.**

L'objectif du géomorphologue est de comprendre comment les formes du relief sont nées et comment elles sont en train d'évoluer au cours du temps.

Qu'est-ce que la **géomorphologie**?

Terre

Formes

Discours

La géomorphologie est un pilier important dans les domaines de l'aménagement du territoire, du paysage ainsi que dans l'analyse des dangers naturels.

Souvent confondue avec la géologie, science de la formation des roches, la géomorphologie est une science à part entière **à la croisée des sciences de la Terre et de la géographie.**





SENTIER DU GLACIER DE CORBASSIÈRE



Source: Swiss topo

11 km - 5h de marche (+ 1 heure avec la brochure) ↗ 750 m



Parking



Sentier



Passerelle de Corbassière



Cabane



Arrêt géomorphologique



Conseils

Chaque arrêt a un message précis et il est préférable, afin d'avoir la meilleure compréhension, de ne pas seulement faire une partie de l'itinéraire ni de le faire dans le sens inverse. Chaque arrêt est lié, de près ou de loin, au précédent ou au suivant.

- 1 Le système glaciaire du Petit Combin
- 2 Un serpent de glace au sein des Alpes
- 3 Les moraines du Petit Age Glaciaire
- 4 Un champ de roches polies par les glaces
- 5 Retrait glaciaire et déstabilisation des moraines
- 6 Régime thermique et risques glaciaires
- 7 Une autre moraine, une autre époque
- 8 Un dernier témoin de l'extension glaciaire

Situation

L'arrêt n°1 se situe sur le replat avant la montée au col des Avouillons. Il offre une vue grandiose sur le système glaciaire du Petit-Combin.

Formation d'un relief glaciaire



Observez le paysage! Le système glaciaire du Petit Combin permet d'introduire différents thèmes qui seront repris d'une manière plus complexe tout au long du sentier. La photo met en évidence trois parties propres à chaque système glaciaire: la présence d'un **glacier**, de **moraines** et d'une **marge proglaciaire**.

Le glacier du Petit Combin

Des moraines



La marge proglaciaire



Le glacier du Petit Combin est un glacier de calotte qui culmine à 3600 mètres. Le site n°2 expliquera en détail la formation d'un glacier et le site n°6 présentera les différents types de glaciers. Cette photo a été prise depuis le sentier du Tour des Lacs qui offre une vue magnifique sur le Petit Combin.

Les accumulations de matériel meuble déposées sur le pourtour du glacier sont **des moraines**. Les sites n°3 et 7 vont vous faire découvrir des moraines de différentes époques.



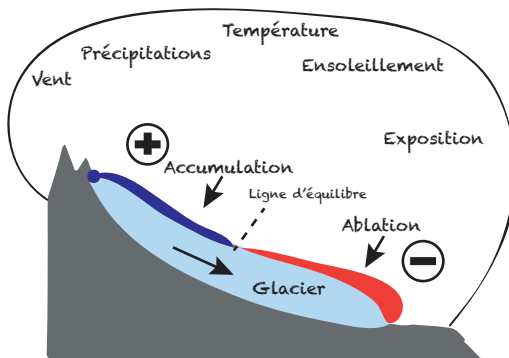
La marge proglaciaire du glacier du Petit Combin fait partie de l'inventaire fédéral sur les zones alluviales et est donc strictement protégée. Elle représente un milieu très important d'un point de vue écologique car c'est une zone de transition entre un glacier et une région récemment déglacée.

Situation

Après la montée au col, l'arrêt n°2 se situe au col des Avouillons et permet de s'octroyer une pause bien méritée, les yeux rivés sur un spectacle époustoufflant!

Interaction glacier-climat

Dans un premier temps, il faut savoir qu'un glacier n'est pas un gros bloc de glace inactif mais correspond à un fleuve de glace qui coule vers l'aval. C'est le front du glacier qui va reculer dans un contexte de réchauffement climatique.



Source: Adapté de Maisch, 1993



Selon vos propres connaissances, pourriez-vous citer les **2 facteurs** les plus importants à la formation d'un glacier?

- Vent
- Température
- Topographie
- Ensoleillement
- Précipitations
- Exposition

Température et précipitations!

Un glacier est entièrement dépendant du climat et est en perpétuelle interaction avec ce dernier. En effet, la formation de la glace et son maintien dépendent de conditions climatiques précises, principalement des **précipitations hivernales** et de la **température estivale** mais également d'autres facteurs moins importants comme le vent, l'ensoleillement, l'humidité et l'exposition.

Sans oublier le type de climat!

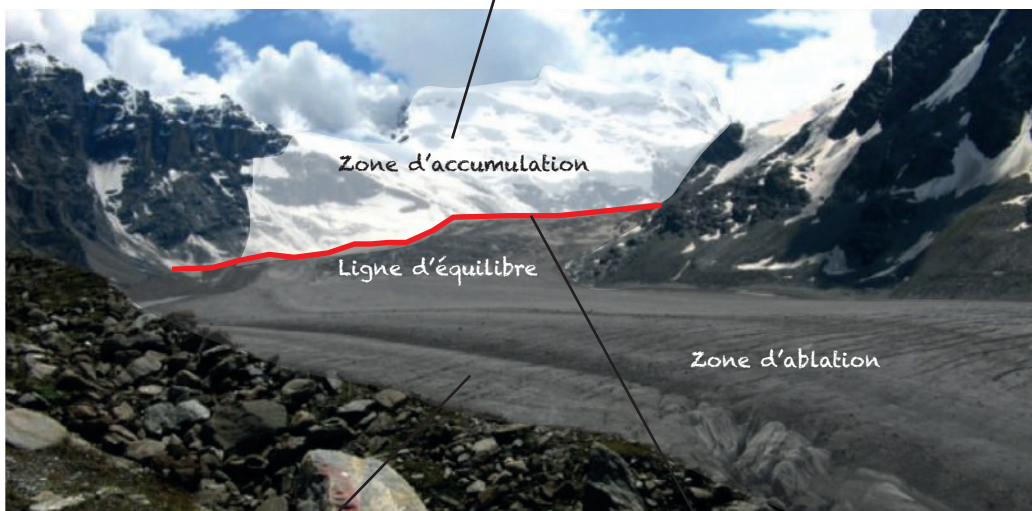
Le type de climat a également une influence sur l'altitude de formation des glaciers. **Un climat sec** aura pour conséquence la présence de glaciers uniquement en haute altitude comme c'est le cas dans la vallée de Zermatt où ces derniers se forment à partir de 3000 mètres. Au contraire, la vallée de Chamonix, ayant **un climat humide**, recevant beaucoup de précipitations, les glaciers se forment dès 2000 mètres d'altitude.



Sur la photographie ci-dessous, il est possible d'observer deux zones différentes; **un blanc éclatant dans la partie amont et un gris clair à l'aval.**

Pouvez-vous également observer cette différence de couleur marquante entre l'amont et l'aval du glacier depuis votre point de vue actuel?

La «zone d'accumulation» se situe à une altitude où les précipitations tombent sous forme de neige toute l'année. Les températures durant l'été ne sont pas assez chaudes pour faire fondre la neige qui s'accumule d'année en année. Cette accumulation de neige a pour conséquence **une compaction des cristaux** et **une densification de la neige** entraînant la formation de glace.



La langue du glacier voit le processus inverse. **L'épaisseur de glace qui fond est supérieure aux précipitations neigeuses.** Nous sommes dans la zone d'ablation. Lors de la fonte, les corps rocheux que le glacier transporte donnent un aspect grisé au glacier.

Les deux zones sont séparées par la ligne d'équilibre qui marque l'altitude des neiges correspondant à une zone où le glacier **n'a ni perdu ni gagné du volume.** En règle générale, elle correspond à la limite des neiges qui n'ont pas fondu à la fin de l'été.

Situation

L'arrêt n°3 se situe au pied de la descente du col des Avouillons. Cette halte permet l'observation des moraines du Petit Age Glaciaire

Formation d'un relief glaciaire



Une moraine résulte d'une accumulation de débris rocheux sur le pourtour d'un glacier et qui prend la forme d'une crête allongée. Ces débris proviennent de matériaux arrachés sous le glacier ou tombés des parois rocheuses qui le dominent. **Aidez-vous de la photo pour les repérer!**

Une moraine, c'est bien utile!

Les moraines soulignent les étapes dans la fonte du glacier. Durant la déglaciation, le glacier peut connaître successivement des périodes de fonte rapide durant lesquelles aucune moraine ne se construit et des périodes de stabilisation propices à l'accumulation de moraines. Une moraine est alors un excellent indicateur pour connaître **la position et la configuration du glacier à une certaine époque!**



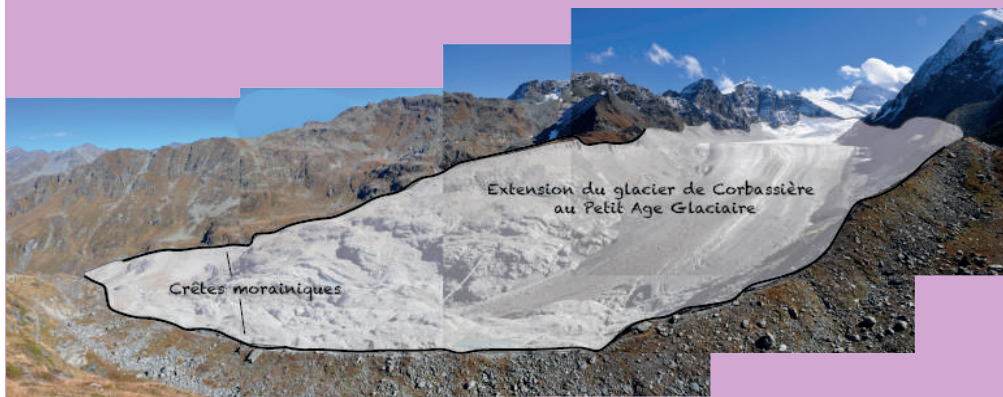
Les moraines permettent donc de connaître la position précise d'un glacier à une certaine époque, pourriez-vous évaluer à quelle période le glacier a déposé les moraines que vous observez ici?

- Dans les années 1970
- Au milieu du XIX^e siècle
- Lors de la dernière glaciation, il y a environ 25'000 ans

Interaction glacier-climat

Le milieu du XIX^e siècle, la fin d'une période froide!

En effet, les années 1850 marquent la fin d'une période que les scientifiques appellent le Petit Age Glaciaire. C'est une période de péjoration climatique qui s'échelonne de 1350 à 1850. Les températures étaient en moyenne de 1°C inférieures à aujourd'hui. Cette crise climatique froide a atteint son apogée vers 1350, 1600 et finalement en 1850. Les glaciers alpins ont alors fortement avancé et ont formé des moraines telles que celles du glacier de Corbassière. **Le sentier de randonnée sur lequel vous marchez actuellement était alors situé sous plusieurs mètres de glace!**



La terreur des glaciers

Certains alpages et pâturages ont alors été envahis par la glace et les villages se voyaient menacés par l'avancée glaciaire ou victime d'avalanches et de débâcles. La méconnaissance du milieu alpin par les habitants a donné naissance à de nombreuses légendes qui ont contribué à donner aux glaciers un aspect diabolique.

Situation

L'arrêt n°4 se situe sur le replat, avant d'emprunter la passerelle pour traverser le glacier. Dans ce champ de roches polies, les signes du passage du glacier sont omniprésents.

Formation d'un relief glaciaire

Glacier: créateur de paysages...

Pour comprendre comment un glacier façonne le paysage, il faut imaginer un bulldozer qui arrache, écrase et détruit. Un glacier agit d'une façon identique; lorsqu'il s'écoule en direction de l'aval sous son propre poids, il va écraser et polir les roches. Un glacier a **la capacité de creuser de profondes et larges vallées en forme de U**.

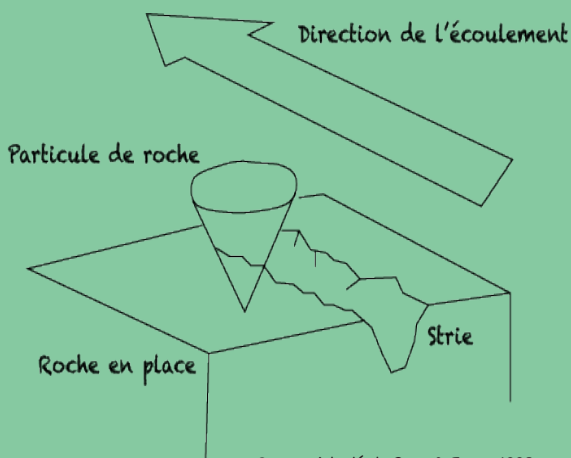
Un glacier n'est pas seulement constitué de glace! Lors de son avancée, il incorpore de nombreux débris de roche. Ces débris vont **s'incruster dans la glace et vont racler le sol** au fur et à mesure de son avancée. Cette érosion glaciaire, appelée «abrasion», n'est pas à l'identique d'un glaçon qui glisse sur une table. En effet, **la charge rocheuse agit comme un papier ponce**. Ce n'est pas la glace qui érode, mais les débris rocheux transportés par le glacier.



A Corbassière, le glacier a formé un **verrou**. Vous vous trouvez actuellement sur cette barre rocheuse que le glacier n'a pas réussi à raboter entièrement car les roches sont plus homogènes et plus dures que celles environnantes.

Les roches moutonnées se forment grâce à la présence d'un mince film d'eau provenant de la fonte de la glace par frottement. L'eau s'écoule sous pression entre la glace et la roche en place. Ce film d'eau, qui contient des particules de roches très fines, va produire un polissage de la roche. Ce processus donne naissance au poli glaciaire des roches moutonnées qui ont une apparence très lisse.

Quant aux stries, ce sont des particules de roches présentes dans la glace qui vont inciser la roche en place et former de petits sillons de quelques millimètres. Ces derniers vont alors indiquer le sens et la direction de l'écoulement du glacier.



Source: Adapté de Benn & Evans, 1998



Les nombreuses roches moutonnées et stries observables sur le sentier menant à la passerelle de Corbassière permettent de témoigner du passage du glacier il y a de cela seulement quelques années! **Pouvez-vous les observer?**

Situation

L'arrêt n°5 se situe sur la montée en direction de la cabane Panossière, avant la moraine qui marque la pente sommitale permettant d'arriver à la cabane.

Interaction glacier-climat

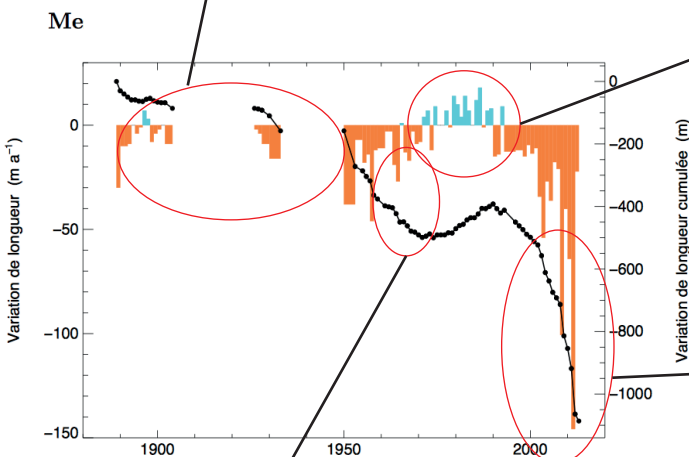
Le réchauffement subi par les Alpes, au cours du XX^e siècle, se situe entre 0.9 et 1.5°C. Il est désormais plus important que la moyenne mondiale qui est entre 0.7 et 0.8°C.

Dans ce contexte de réchauffement climatique depuis la fin du Petit Age Glaciaire, le paysage alpin est entré dans une phase de profondes mutations. **L'effet le plus visible de ces changements est indéniablement observable sur les glaciers.**

Depuis les années 1880, les grands glaciers alpins ont commencé à faire l'objet de suivi notamment en terme d'observations et de mesures de la variation annuelle de la longueur.

Les mesures au glacier de Corbassière ont débuté à partir de 1889 mais sont malheureusement incomplètes durant plusieurs décennies.

La fonte des années 1950 et 1960 est suivie d'une réavancée dans les années 1970 et 1980.



Depuis les années 1990, le glacier est en fort recul. Depuis 1880, ce sont plus de 1000 mètres cumulés de retrait qui sont observés dont un recul de plus de 100 mètres certaines années...

On peut observer une fonte massive dans les années 1950 et 1960.

Source: Commission glaciologique suisse



1900



1985

Un retrait sans précédent!

Depuis 150 ans, les glaciers alpins ont perdu environ 50% de leur surface. Les modèles de prévision annoncent que si les températures moyennes augmentent de 3°C d'ici la fin du XXI^e siècle, la surface des glaciers alpins diminueraient encore de 80%. Dans le cas d'une hausse de 5°C la plupart des glaciers pourrait disparaître d'ici 100 ans.



2012

Source: Zryd, 2010

Risques glaciaires

Suite à ce retrait, on assiste à **la déstabilisation des moraines du Petit Age Glaciaire**. Une fois le glacier retiré, les moraines latérales ne sont plus soutenues par ce dernier; elles se retrouvent donc en déséquilibre. Les processus de déstabilisation peuvent engendrer des glissements de terrain, du ravinement et des chutes de pierres.



Sous la cabane Panossière, **observez les nombreuses traces d'érosion et de ravinement** qui entraînent progressivement la déstabilisation de la moraine. Le sentier menant à la cabane Panossière était menacé par l'effondrement progressif de la moraine. La commune de Bagnes a ainsi construit la passerelle de Corbassière pour la sécurité des randonneurs.



Situation

L'arrêt n°6 se situe directement à la cabane Panossière. RelaxeZ-vous sur la terrasse devant un panorama époustouflant!

Formation d'un relief glaciaire



Observez les différentes morphologies des glaciers dans le massif des Combins!



En termes de **régime thermique**, on en distingue principalement deux types:

Les glaciers tempérés...

Ils ont une température générale proche de 0°C . Une des caractéristiques de ces glaciers est la présence d'un mince filet d'eau sous pression à la base du glacier qui permet le glissement de la glace. Le glacier n'est donc pas collé au terrain; c'est le cas de nombreux glaciers alpins en dessous de 3500 mètres environ.

Les glaciers froids...

Ils ont une température entièrement en dessous de 0°C . Ils sont gelés à leur base et il n'y a pas d'écoulement d'eau. Ce type de glacier adhère donc au terrain ce qui leur permet de tenir sur des pentes plus raides que les glaciers tempérés.



En vous référant aux explications précédentes, quelles morphologies de glaciers se rapportent le plus aux glaciers froids?

- Un glacier de vallée
- Un glacier suspendu
- Un glacier de calotte

Risques glaciaires

Les glaciers froids ont habituellement une morphologie de type **glacier suspendu** ou **glacier de calotte**. Le glacier suspendu du Combin de Corbassière et le glacier de calotte du Grand Combin sont donc des glaciers froids; ils sont hauts en altitude et leur pente est raide.

Le réchauffement climatique influence le régime thermique des glaciers!

Les glaciers froids sont particulièrement concernés par le réchauffement climatique. Des glaciers froids qui adhéraient jusqu'alors au terrain voient, dorénavant, leur température s'élever. **De l'eau se forme à leur base et ils se transforment progressivement en glaciers tempérés qui commencent à glisser.** Cela peut avoir pour conséquences des chutes de séracs, des avalanches de glace et des décrochements de fronts entiers de glaciers.

Qu'en est-il du glacier de Corbassière?

En novembre 2007, un volume de 500 millions de m³ s'est décroché et a glissé à l'amont du glacier de Corbassière. La cause est certainement une modification des propriétés de la glace due à une **augmentation des températures.**

Le volume de glace décroché a glissé sur une surface de seulement 80 mètres. Dans d'autres cas de figure, la glace peut atteindre des infrastructures humaines situées en aval comme cela a été le cas dans d'autres régions des Alpes.



Situation

L'arrêt n°7 s'observe à distance depuis les alpages de la Maye mais se situe en réalité sur le côté droit de la vallée glaciaire de Corbassière. Le point de vue est atteignable en continuant sur le sentier en direction de la cabane Brunet.

Formation d'un relief glaciaire



L'arrêt n°3 nous a fait découvrir qu'une moraine indique la position précise d'un glacier à une époque donnée. En étant à une altitude différente, cette moraine nous indique également la position du glacier de Corbassière mais à une autre époque. Selon vous, cette moraine est:

- Plus récente que celle du Petit Age Glaciaire
- Plus vieille que celle du Petit Age Glaciaire



En regardant sur la rive droite de la vallée creusée par le glacier de Corbassière, à proximité d'un chalet d'alpage et en vous aidant de la photographie, **observez la moraine latérale droite du glacier de Corbassière.**



Cette moraine est donc plus vieille que les moraines du Petit Age Glaciaire observées au site n°3. Selon vos observations, en quoi cette moraine est-elle différente de la précédente?

- | | | |
|--------------------------------------|---|---|
| <input type="radio"/> Forme acérée | <input type="radio"/> Végétation bien établie | <input type="radio"/> Pente raide |
| <input type="radio"/> Forme émoussée | <input type="radio"/> Basse en altitude | <input type="radio"/> Pente douce |
| <input type="radio"/> Minérale | <input type="radio"/> Haute en altitude | <input type="radio"/> Présence d'arbres |

Bravo! Vous avez bien observé! Une moraine ancienne comme celle que vous observez actuellement a une forme **émoussée, la pente est douce et la végétation y est bien établie** avec notamment **la présence d'arbustes**. En effet, le glacier a quitté ce lieu depuis plusieurs milliers d'années, la végétation a eu le temps de recoloniser l'environnement.

Au contraire, les moraines du Petit Age Glaciaire observées précédemment viennent tout juste d'être déglacées, elles ont un aspect très minéral et une pente raide.



Moraine ancienne



Moraine du Petit Age Glaciaire

Interaction glacier-climat

Cette moraine, plus basse en altitude que son homonyme datant du Petit Age Glaciaire est une conséquence de la présence du glacier de Corbassière à une altitude de plusieurs centaines de mètres inférieure à aujourd'hui. Il est donc possible de se demander:

Quelles conditions climatiques ont permis la formation de cette moraine? Quand s'est-elle formée?

Situation

Ce dernier arrêt se situe à la cabane Brunet qui offre une vue sur la terrasse de kame de Bruson. Traversez le parking, puis empruntez une sente sur 50 mètres jusqu'à un replat herbeux.

Formation d'un relief glaciaire

La terrasse de kame de Bruson est une autre preuve morphologique d'une ancienne position du glacier dans la vallée de Bagnes. Etant plus basse en altitude, la terrasse est donc **plus vieille que la moraine du poste précédent** et marque un stade où le glacier était encore plus étendu qu'à l'arrêt n°7.

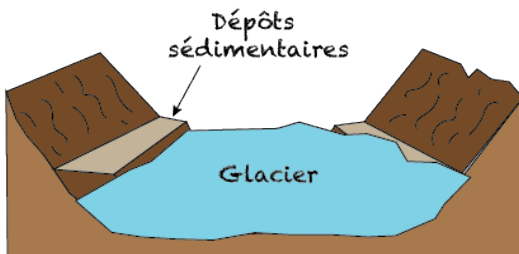


Regardez en direction de la vallée de Bagnes. La

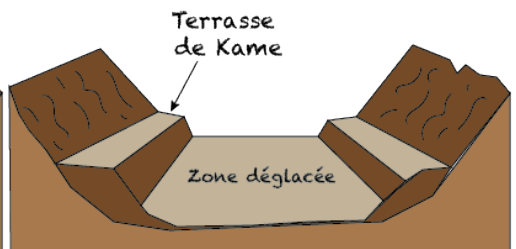
terrasse est facilement observable grâce à sa situa-

tion en hauteur par rapport au fond de la vallée et la présence d'un talus raide boisé.

① Lors de la présence du glacier de Bagnes dans la vallée, une dépression délimitée par le versant et par le bord du glacier se forme. Cette dépression est comblée par des sables et du gravier amenés par les eaux glaciaires et les versants. Ces sables s'accumulent et forment une surface plane surélevée par rapport à la base du glacier.



② La lente accumulation des sables et graviers et la fonte du glacier ont mis ces vestiges à nu. De part sa surface plane, cette terrasse a été massivement utilisée pour l'agriculture et l'établissement d'activités humaines; c'est la terrasse de kame de Bruson.



Interaction glacier-climat

La moraine et la terrasse de kame sont des preuves morphologiques de la présence des glaciers de Bagnes et de Corbassière à des altitudes plus basses qu'actuellement.

Pour comprendre la position des glaciers à cette époque, il faut revenir 25'000 ans en arrière, **une grande partie de la Suisse était alors située sous plusieurs centaines de mètres de glace**; seuls les plus hauts sommets alpins émergeaient. Le lac Léman n'existait pas encore, le Plateau suisse était le terrain de jeu des mammoths et des grands mammifères sauvages.

Le Würm...

Nous étions dans une période glaciaire appelée le Würm qui s'étend sur plus de 100'000 ans prenant fin il y a environ 10'000 ans. Elle représente la dernière période glaciaire, se caractérisant par **une diminution de près de 10°C des températures moyennes en Europe par rapport à l'actuel**. Cette période était marquée par une extension massive des glaciers des Alpes. Les glaciers alpins ont atteint le Plateau suisse jusqu' à Wangen an der Aare dans la région de Soleure. **Le glacier du Rhône atteignait l'emplacement actuel de la ville de Genève**. Le glacier du Rhin a, quant à lui, atteint la région du lac de Constance.

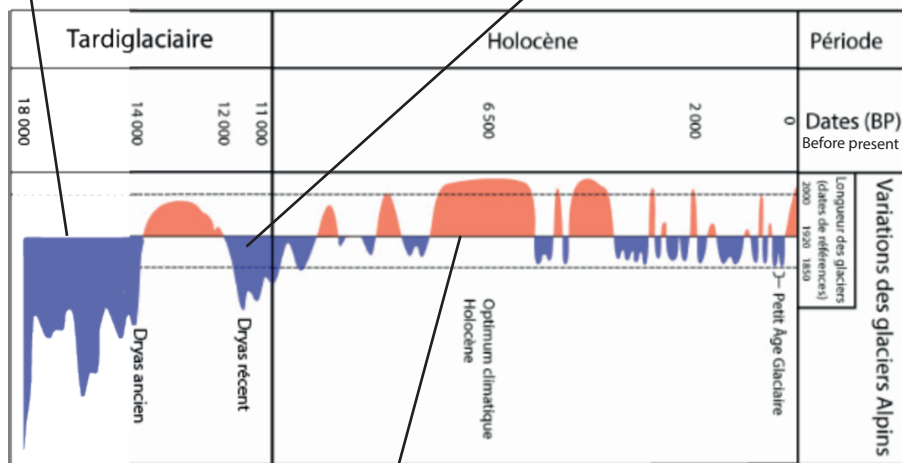


Il y a 18'000 ans...

C'est le début du Tardiglaciaire, une période qui correspond à la **fonte progressive des glaciers alpins**. La fonte n'a pas été linéaire, elle est faite de plusieurs avancées et reculs. Bien que nous soyons en présence de plusieurs périodes froides, le climat se réchauffe globalement. La terrasse de kame de Bruson s'est formée au sein de cette période durant le «**Dryas ancien**», il y a 16'000 ans lorsque le glacier de Bagnes était en plein recul et atteignait le village actuel du Châble.

Il y a 12'000 ans...

Le climat subit un **brutal refroidissement** appelé «**Dryas récent**», marquant la fin du Tardiglaciaire qui a pour conséquence la baisse de la ligne d'équilibre des glaciers d'environ 250 mètres par rapport au Petit Age Glaciaire. La moraine de l'arrêt n°7 date de cette récurrence plus froide. Elle a été érigée par le glacier de Corbassière et y indique la limite latérale droite. Il est donc possible de se rendre compte de l'étendue de la langue glaciaire qui descendait jusque dans la vallée de Bagnes !



Source: Adapté de Maisch, 1993

Il y a 6000 ans...

Nous sommes dans une période appelée «**Optimum climatique holocène**». Les glaciers fondent très rapidement au point qu'ils reculent davantage qu'aujourd'hui voire disparaissent du paysage alpin! Dans la majeure partie de l'Holocène **les glaciers ont souvent été plus petits qu'aujourd'hui**. L'extension actuelle des glaciers est largement héritée du Petit Age Glaciaire.



Venez découvrir un autre sentier de découverte géomorphologique au départ de la cabane Brunet!





SENTIER DU GLACIER DE CORBASSIÈRE

Voulez-vous en savoir davantage? Voici quelques références bibliographiques:

- Benn, D.I. et Evans, D.J.A. (2010). *Glaciers and Glaciation*. London : Hodder Education.
- Coutterand, S (2010). *Etude géomorphologique des flux glaciaires dans les Alpes nord-occidentales au Pléistocène récent, du maximum de la dernière glaciation aux premières étapes de la déglaciation*. Université de Savoie.
- Genoud, M. (2008). *Inventaire, évaluation et projets de valorisation des géomorphosites du val de Bagnes*. (Mémoire de Master) [en ligne]. Université de Lausanne, Faculté des Géosciences et Environnement, Institut de géographie.
- Maisch, M., Burga, C. A, Fitze, P. (1993). *Lebendiges Gletschervorfeld-Begleitbuch zum Gletscherlehrpfad Morteratsch*. Zürich
- Morard S., Scapozza C., Duhem V., Reynard E., Delaloye R. (2009). *Géomorphologie de la montagne - fiches pour l'enseignant*. Société Suisse de Géomorphologie (SSGm), site internet : <http://www.unifr.ch/geoscience/geographie/montagne>.
- Réseau suisse des observations glaciaires (2015). *Mesure de la variation du glacier de Corbassière* [Page web]. Disponible sur: <http://glaciology.ethz.ch/messnetz/glaciers/corbassiere.html> (consulté le 22.07.2015).
- Ravel, L. (2009). *Evolution géomorphologique de la haute montagne dans le contexte actuel du réchauffement climatique*, Cahiers de géographie, 8, 113-124
- Schoeneich, P., De Jong, C. (2008). *Evolution de l'environnement alpin. Quel environnement alpin demain ? Pour quelles activités ?* Revue de géographie alpine, 4, 53-63
- Zryd, A., Dumoulin, H. (2010). *Glaciers: passé-présent du Rhône au Mont-Blanc*. Genève: Slatkine.



Par Elodie Bouvier, Université de Lausanne, 2015

BROCHURE DE DÉCOUVERTE GÉOMORPHOLOGIQUE

SENTIER DU TOUR DES LACS

Par Elodie Bouvier, Université de Lausanne, 2015



Photo de couverture: Deux lacs turquoise au pied de la Pointe de Boveire.
Sauf indication contraire, toutes les illustrations sont de l'auteur.



Ce sentier permet la découverte d'un environnement de haute montagne où le minéral et la glace règnent! Un itinéraire qui est exigeant sur le plan physique mais qui promet de belles découvertes à travers des paysages grandioses en se penchant sur plusieurs questions:

Qu'est-ce que la géomorphologie?

Qu'est-ce que le permafrost?

Qu'est-ce que la dégradation du permafrost?

Quel est l'impact du réchauffement climatique sur le permafrost?

Qu'est-ce qui rend un environnement de haute montagne dynamique?

Formes périglaciaires

Le sentier s'articule autour de trois thèmes. Le premier axe son explication sur les différentes formes créées par la présence du permafrost.

Le permafrost et son environnement

Les deux autres thèmes permettent de comprendre les relations entre le permafrost, le climat et l'environnement, ainsi que les risques torrentiels liés à la fonte du permafrost en haute montagne. Ces thèmes vont vous guider le long de la brochure afin de ne pas perdre le fil.

Risques torrentiels



Observez le paysage!



Testez vos connaissances! Les réponses sont dans le paragraphe qui suit la question.

Voulez-vous lire l'essentiel?
Lisez en priorité:



+



+





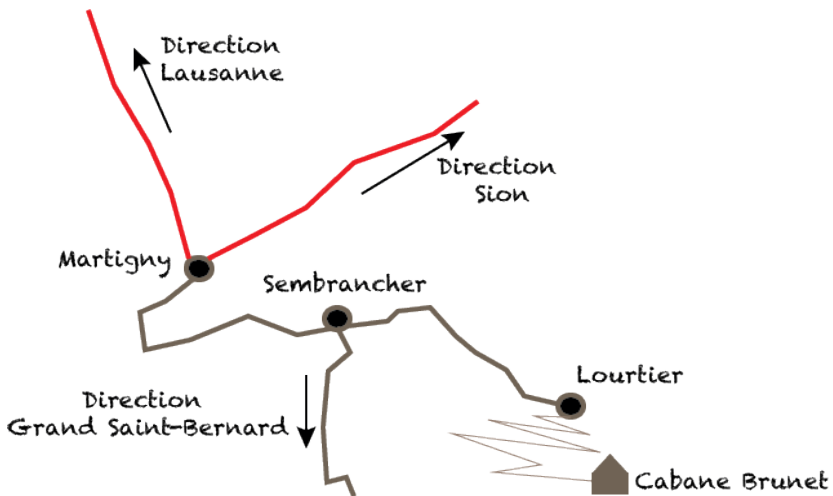
INFORMATIONS PRATIQUES



Le sentier du Tour des Lacs est facilement accessible en voiture depuis Lourtier en empruntant une route de gravier carrossable menant jusqu'à la cabane Brunet.



L'accès en transports publics jusqu'à la cabane Brunet n'est pas possible.



Le sentier est balisé et marqué selon un itinéraire « bleu et blanc ». Cette cotation correspond à un chemin de randonnée alpine selon Suisse Rando. L'itinéraire peut comprendre des portions difficilement praticables empruntant des champs de neige et des pierriers. Certains tronçons peuvent être raides, étroits et exposés. Ce genre d'itinéraire s'adresse à un public en bonne condition physique et qui connaît les dangers liés à la montagne.



Il est recommandé de porter des chaussures de marche ainsi que des vêtements adaptés. L'utilisation d'une carte topographique est recommandée. Il est nécessaire de prendre des vivres en suffisance. Il est toutefois possible de se ravitailler à la cabane Brunet.



- Ramenez tous vos déchets dans la vallée.
- Respectez le bétail et les pâturages, les sentiers traversent des zones de travail pour les agriculteurs de la région.
- Renseignez-vous sur les conditions météorologiques avant de partir.

PETITE MISE EN JAMBE



Du grec gê, **terre**, morphê, **forme**, logos, **discours**, la géomorphologie est la science dont l'étude porte sur **les formes de la Terre, autrement dit le relief**.

L'objectif du géomorphologue est de comprendre comment les formes du relief sont nées et comment elles sont en train d'évoluer au cours du temps.

Qu'est-ce que la **géomorphologie**?

Terre

Formes

Discours

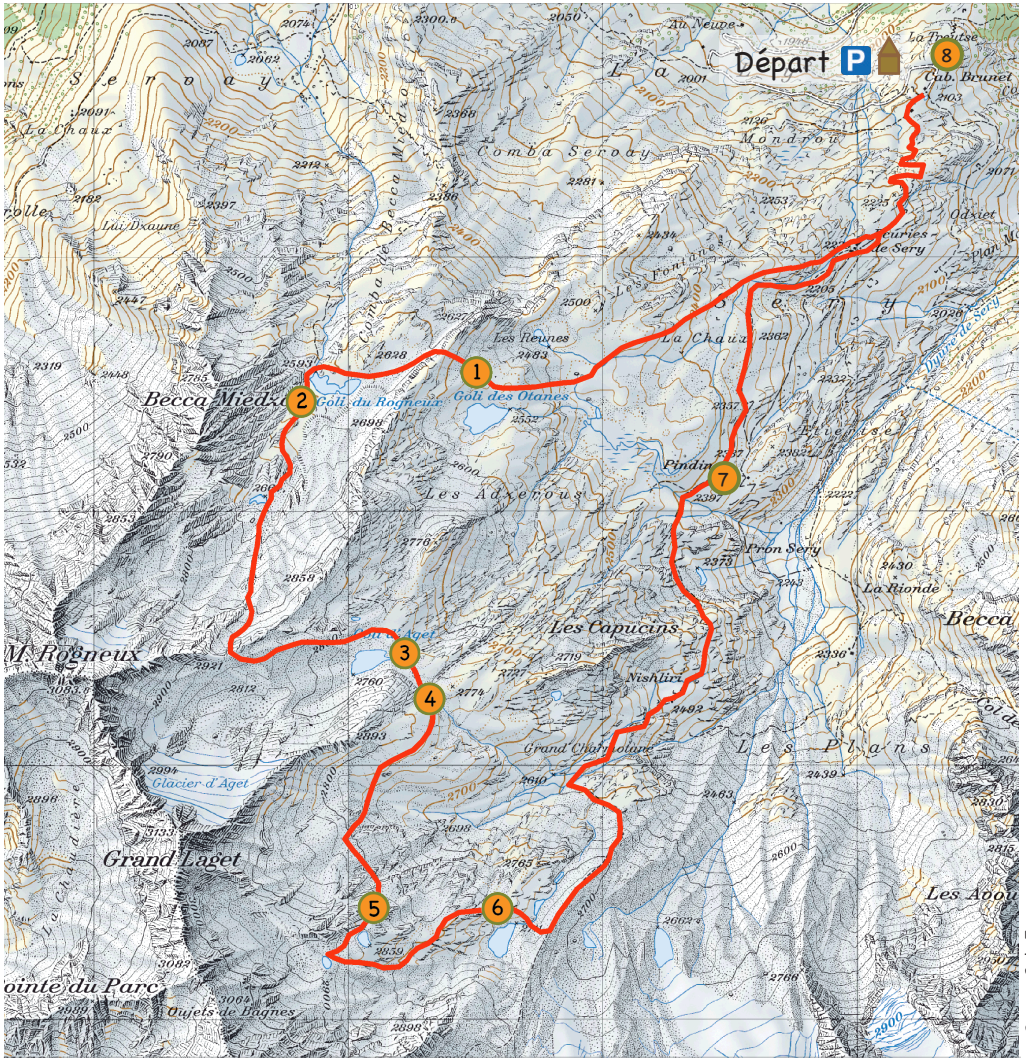
La géomorphologie est un pilier important dans les domaines de l'aménagement du territoire, du paysage ainsi que dans l'analyse des dangers naturels.

Souvent confondue avec la géologie, science de la formation des roches, la géomorphologie est une science à part entière **à la croisée des sciences de la Terre et de la géographie**.





SENTIER DU TOUR DES LACS



Source: SwissTopo

14 km - 7h de marche (+ 1 heure avec la brochure) ↗ 1250 m



Parking



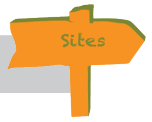
Sentier



Cabane



Arrêt géomorphologique



Conseils

Chaque arrêt a un message précis et il est préférable, afin d'avoir la meilleure compréhension, de ne pas seulement faire une partie de l'itinéraire et ni le faire dans le sens inverse. Chaque arrêt est lié, de près ou de loin, au précédent ou au suivant.

- 1 Qu'est-ce que le permafrost?
- 2 Le glacier rocheux du Goli du Rogneux
- 3 Glacier et permafrost au Goli d'Aget
- 4 D'étranges formes polygonales!
- 5 Des pierres qui tiennent debout
- 6 De la solifluxion qui remobilise une moraine
- 7 Permafrost et réchauffement climatique
- 8 Laves torrentielles et vulnérabilité

Situation

L'arrêt n°1 se situe au niveau du Goli des Otanes, un arrêt bien mérité après la longue montée à travers les pâturages.

Le permafrost et son environnement

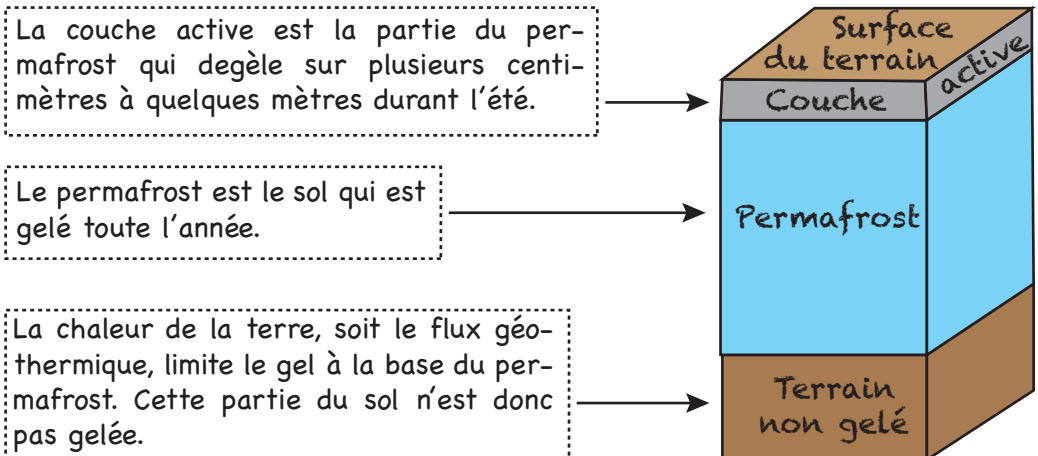
Une fois passé le col menant à la combe de la Becca Miedzo (arrêt n°2), le paysage va changer! Les verts pâturages où paissaient jusqu'alors les vaches vont se transformer en un désert minéral fait de cailloux et d'éboulis. Nous rentrons dans le **domaine périglaciaire**, c'est un environnement qui est relatif à la présence de **permafrost**.



Selon vos propres connaissances, quelle est la signification du terme «permafrost»?

- Un glacier souterrain
- Un sol gelé en permanence
- Une glace à l'eau

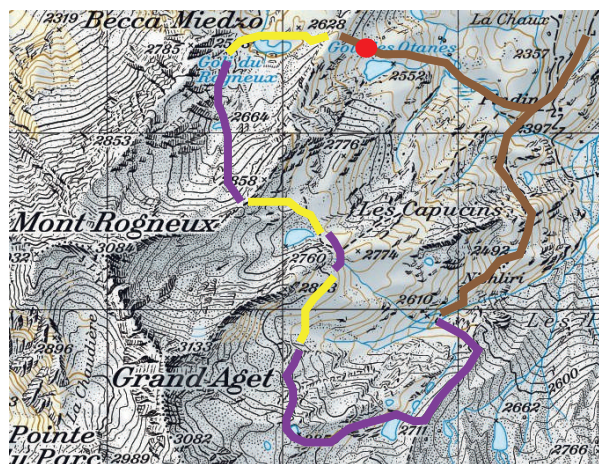
Le permafrost est un sol qui est gelé en permanence pendant au moins une année. C'est donc un sol dont la température est constamment inférieure à 0°C. Ce dernier est constitué de **3 couches**:



Où trouver du permafrost dans les Alpes?

Le domaine périglaciaire représente environ 5 à 6% du territoire suisse. Dans les Alpes, il est possible de trouver du permafrost localement à partir de 2500 mètres. Par ailleurs, il est en principe continu, c'est-à-dire présent à plus de 70%, au-dessus d'environ 3300 m là où la température moyenne annuelle de l'air est inférieure à -8.5°C .

Le permafrost se retrouve également dans les hautes latitudes où il peut couvrir jusqu'à 80% du territoire comme en Alaska par exemple.



● Vous êtes ici

La carte ci-contre illustre la présence de permafrost sur une partie du sentier.

- En violet, zones avec du permafrost.
- En jaune, zones où le permafrost est présent localement.
- En brun, absence de permafrost.

Il est possible d'observer que le permafrost est présent dès 2500 mètres d'altitude sur le sentier du Tour des Lacs.

Permafrost et climat

Le type de climat est une des causes de la localisation du permafrost. Sous un **climat humide**, les terrains sont propices à la présence des glaciers; ces derniers empêchent le développement du permafrost et il est donc quasiment inexistant. Sous un **climat sec**, les glaciers sont situés plus haut en altitude, ce qui permet le développement d'une large zone périglaciaire. Dans les Alpes suisses, le permafrost est donc plus fréquent dans les Alpes valaisannes et grisonnes (régions ayant un climat sec) que sur les versants sud et nord des Alpes (plus humide).

Situation

Une fois le col franchi, vous vous trouvez dans la combe de la Becca Miedzo. L'arrêt n°2 se situe sur les hauteurs du sentier après avoir passé le Goli du Rogneux.

Formes périglaciaires



Pouvez-vous observer cet amoncellement de pierres de différentes tailles se terminant avec un front raide au dessus du lac du Rogneux?

Cette forme est un **glacier rocheux**! Elle va nous intéresser lors de cet arrêt et du n°7.



Un glacier rocheux n'est pas seulement un amoncellement de pierres. Selon vous, qu'est-ce que c'est?

- Un glacier recouvert de pierres
- Un glacier mort
- Des pierres mélangés au permafrost

Le glacier rocheux, une forme liée au permafrost...

Les glaciers rocheux se retrouvent particulièrement dans les zones périglaciaires où la température de l'air est assez basse pour que le permafrost puisse exister. La terminologie « glaciers rocheux » n'a pas grand chose à voir avec un glacier au sens propre. **En effet, un glacier rocheux est une masse de débris de plusieurs tailles qui est caractérisée par la présence de glace à l'intérieur des sédiments.** La présence d'une pente aura pour conséquence de faire «glisser» ce corps de glace et de sédiments vers l'aval. Ce mélange ressemble à une coulée de lave qui glisse très lentement.



Comment reconnaître un glacier rocheux dans le paysage?



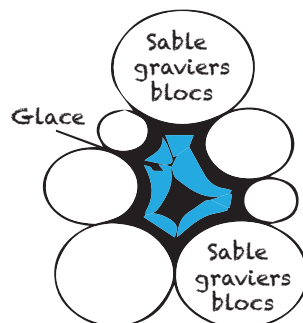
Photo : R. Delaloye

Il est possible d'observer un front raide et instable à l'aval du glacier rocheux.

Le glissement du glacier rocheux fait apparaître des bourrelets et des sillons en surface. Un glacier rocheux a, généralement, un aspect chaotique avec des petits et des gros blocs.

Une glace bien particulière!

La glace présente dans les glaciers rocheux est particulière! Ce n'est pas de la glace massive comme dans un glacier; des cristaux de glace vont se former dans les interstices des sédiments comme le sable, les graviers et les blocs. Lorsque la glace occupe tous les vides, cela devient alors très compact et dur comme du béton. Les cristaux de glace mélangés aux sédiments jouent un rôle de ciment et augmentent la stabilité des pentes. La dégradation du permafrost pourrait donc être à l'origine d'une augmentation des mouvements de terrain. Les arrêts n° 7 et 8 vont aborder ces thématiques.



Situation

L'arrêt n°3 se situe devant le Goli d'Aget. Cette halte permet l'observation de la rencontre entre un glacier et un glacier rocheux!

Le permafrost et son environnement

Vous êtes actuellement dans un ancien cirque glaciaire qui était occupé par le petit glacier de cirque du Grand Aget durant **le Petit Age Glaciaire**.

Qu'est-ce que le Petit Age Glaciaire?

Le Petit Age Glaciaire est une période de péjoration climatique qui s'étend de 1350 à 1850 après J.-C. Les températures étaient en moyenne de 1°C inférieures à aujourd'hui. Cette crise climatique froide a atteint son apogée vers 1350, 1600 et finalement 1850. Les glaciers alpins ont alors fortement avancé comme c'était le cas du glacier d'Aget.

Que se passe-t-il lorsqu'un glacier rencontre du permafrost?



Emplacement actuel
du glacier d'Aget

Extension du glacier d'Aget
lors du Petit Age Glaciaire



Durant le Petit Age Glaciaire, le glacier de cirque du Grand Aget s'est avancé jusqu'à recouvrir **une zone qui était autrefois occupée par du permafrost** ①+②. Sur le terrain, cette extension est marquée par la limite entre les pierres et la pelouse alpine.

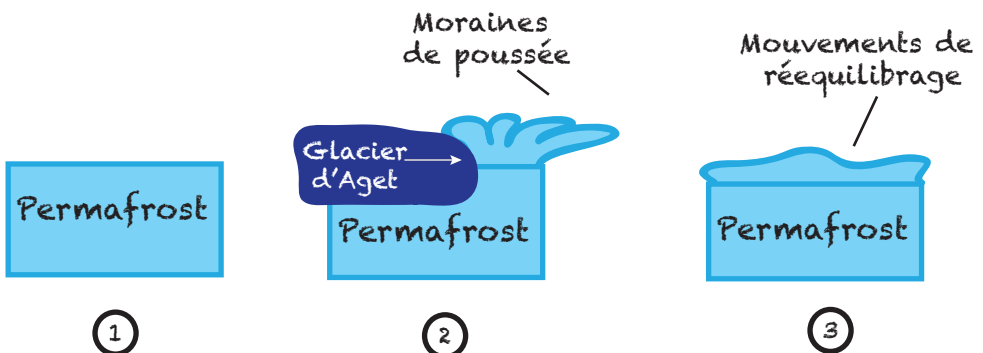
Le permafrost est trop faible et abandonné!



Le glacier d'Aget agit comme un bulldozer. En effet, lors de son avancée pendant le Petit Age Glaciaire, ce dernier va pousser et écraser le permafrost (dans le sens des flèches). Le permafrost, trop faible, n'est pas capable de résister. Il va donc s'agglutiner et former des gros bourrelets. Ces derniers sont visibles dans le paysage et résultent de cet écrasement du permafrost (en orange). Ce sont les moraines de poussée ② ! **Pouvez-vous les observer dans le paysage?**



Depuis la fin du Petit Age Glaciaire, le glacier s'est retiré. La pression contre les moraines de poussées a été relâchée et on assiste à des mouvements de rééquilibrage de ces formes. Le permafrost tend à regagner la place qu'il avait avant l'extension du glacier ③.



Situation

L'arrêt n°4 se situe une centaine de mètres plus loin que l'arrêt précédent.

Formes périglaciaires

Ces deux arrêts ont pour objectif de vous faire observer qu'un milieu de haute montagne n'est pas seulement dynamique à l'échelle d'une pente, avec la formation d'un glacier rocheux mais également au niveau de formes beaucoup plus petites comme celles qui vont suivre! **Ces deux prochains arrêts vont s'intéresser à la couche active du permafrost qui gèle durant l'hiver et dégèle l'été.**



Après avoir quitté le lac turquoise invitant à la baignade au Goli d'Aget, reprenez le sentier pour seulement quelques mètres. **A vos pieds, observez le sol. Ce dernier est constitué de formes particulières; ce sont des sols polygonaux. Le centre du polygone est formé d'herbe et le pourtour est constitué de pierres.**



En gelant, le sol gonfle; les cailloux sont donc soulevés par le gonflement du terrain.



Les bombements des centres des polygones créent des fissures en périphérie. Les cailloux vont se déplacer des centres aux périphéries et tomber dans les fissures.



L'alternance du gel-dégel va, peu à peu, agrandir les fissures et ces dernières vont se remplir de cailloux.

Situation

L'arrêt n°5 se situe sur le point culminant du sentier au pied de l'arête reliant la Pointe de Boveire et le Grand Aget.

Formes périglaciaires



Le sentier commence à devenir de plus en plus raide et vous emmène vers le point culminant du Tour des Lacs. **Observez la disposition des pierres à vos pieds.** Les pierres tiennent debout toutes seules, ces dernières sont réparties en grands cercles. Ces formations s'appellent «pierres redressées»!



Selon vous, comment ces pierres peuvent-elles tenir debout?

- Les variations de température en sont responsables
- L'alternance entre le gel et le dégel du terrain
- En gelant, le sol fait gonfler le terrain et soulève les pierres.

1



2



Les trois propositions sont des éléments de la réponse! En haute montagne, au sein de la couche active, le terrain gèle en hiver et dégèle en été. Le gel saisit en premier lieu **la partie supérieure de la surface du sol** puis, par la suite, **la profondeur**.

En gelant, le sol gonfle. Tandis que **la partie inférieure du sol non gelée reste stable; en gelant la partie supérieure va bouger.** Il va en résulter une inclinaison de la pierre. C'est la succession de plusieurs cycles de gel et dégel qui va créer des ensembles de pierres redressées.

Situation

L'arrêt n°6 se situe sur un promontoire rocheux surplombant la moraine latérale droite du glacier du Petit Combin ainsi que les trois lacs turquoise.

Le permafrost et son environnement



Observez la moraine latérale gauche!

La moraine du glacier du Petit Combin permet de connaître la position et la configuration du glacier à une certaine époque!



Pourriez-vous évaluer à quelle période le glacier a déposé cette moraine?

- Dans les années 1970
- Lors du Petit Age Glaciaire (ndlr arrêt n°3)
- Lors de la dernière glaciation, il y a environ 25'000 ans



Cette moraine a bien été déposée durant le Petit Age Glaciaire. Elle garde donc un aspect très minéral et une pente raide. Elle indique la limite latérale gauche du glacier du Petit Combin à cette époque. Actuellement, la moraine est en train d'être remobilisée par un processus périglaciaire: la solifluxion! **Observez attentivement le surlignage rouge. La solifluxion prend la forme de bourrelets.**

Formes périglaciaires

Qu'est-ce que la solifluxion?

Lors de la période de dégel, le sol devient plastique et commence à couler sur le versant à l'image d'un glaçage trop mou qui coule sur un gâteau. En réalité, c'est la tranche superficielle du terrain qui glisse sur la partie inférieure encore gelée sur des pentes généralement entre 5° à 30°.

Les volumes de matériaux déplacés sont moins importants que dans le cas des glaciers rocheux. Les déplacements sont généralement inférieurs à 1 mètre par an.



Comment reconnaître la solifluxion dans le paysage? Approchez-vous d'un bourrelet et observez!

La solifluxion forme des bourrelets. Il est possible de comparer ce processus à un glacier rocheux miniature qui glisse vers l'aval.



Cela concerne des matériaux meubles et fins gorgés d'eau qui sont souvent occupés par de la végétation. Cette saturation peut venir tant des précipitations que de la fonte des neiges ou du dégel du sol.

Les moraines sont également fréquemment affectées par de la solifluxion, certainement en raison de leur forte proportion en matériel fin et la présence possible de résidus de glace.

Situation

L'arrêt n°7 se situe vers le lieu-dit de Pindin. A ce moment-là, le sentier rejoint la route goudronnée menant à la cabane Brunet. Avancez-vous vers le petit chalet qui offre une vue magnifique sur le glacier du Petit Combin et sa marge proglaciaire.

Risques torrentiels

Quel est le rôle du réchauffement climatique?

Le permafrost joue le rôle de ciment des montagnes et augmente la stabilité des pentes. La dégradation du permafrost pourrait donc être à l'origine d'une augmentation des mouvements de terrain comme des éboulements, des laves torrentielles ou des décrochements de glaciers rocheux.

En effet, **lorsque la température augmente, certains glaciers rocheux connaissent parfois de très fortes accélérations.** Il a été observé, dès la fin des années 1990, une augmentation de la vitesse de nombreux glaciers rocheux avec un maximum atteint lors de l'été caniculaire de 2003. Durant l'été plus frais de 2004, une tendance à la baisse a pu s'observer. Néanmoins, les scientifiques ont encore du mal à quantifier l'importance du réchauffement climatique dans ces processus d'accélération.



Une dégradation du permafrost peut avoir comme conséquence **la formation de laves torrentielles**. Selon vous, qu'est-ce qu'une lave torrentielle?

- Des rivières de laves volcaniques
- Un mélange de gravats charrié par les torrents
- Des éboulements

Les laves torrentielles sont habituellement déclenchées par d'intenses épisodes pluvieux; néanmoins, il a été observé qu'elles sont de plus en plus déclenchées spontanément. Cela peut être un signe possible de l'accélération du dégel du permafrost lié au réchauffement climatique.

Une lave torrentielle, un phénomène destructeur...



Torrent de Lourtier

Une lave torrentielle est un mélange visqueux composé d'eau, de boue et de blocs de plusieurs tailles qui atteint souvent un volume de plusieurs milliers de mètres cubes et qui est capable d'entraîner une grande quantité de matériel solide, dont des blocs de plusieurs tonnes. Afin que cette masse puisse se mettre en mouvement, il doit y avoir des matériaux meubles, de l'eau en suffisance ainsi qu'une pente relativement raide. Selon l'ampleur de laves, les débris peuvent potentiellement atteindre le fond des vallées et endommager des infrastructures.



Observez les anciennes coulées de laves torrentielles qui ont formé des sillons. Ces laves torrentielles affectent le talus des



moraines du glacier du Petit Combin. La zone de dépôt de ces laves torrentielles se trouve en contrebas, sur le replat. Une étude est actuellement en cours pour comprendre si ces laves torrentielles seraient la conséquence d'une dégradation du

permafrost. De plus, cette étude analyse également si de potentiels débris pourraient atteindre le fond de la vallée de Bagnes et causer des dégâts aux infrastructures.

Situation

Ce dernier arrêt se situe à la cabane Brunet qui offre une vue sur le système torrentiel de Lourtier. Traversez le parking, puis empruntez une sente sur 50 mètres jusqu'à un replat herbeux.

Risques torrentiels

Les laves torrentielles du système torrentiel de Lourtier sont la conséquence de forts épisodes pluvieux. En effet, il n'y a pas de permafrost présent à cette altitude. Cet endroit permet d'illustrer dans quel type d'environnement des laves torrentielles peuvent se former.



Les précipitations tombent sur les pentes très raides du **bassin de réception**. Une grande quantité de matériaux facilement mobilisables est transportée par le torrent en crue. La masse transportée devient une lave torrentielle.



La lave torrentielle va s'arrêter lorsque la pente ne sera plus suffisante. Les matériaux vont se déposer et former, peu à peu, un **cône de déjection**.

Le **chenal d'écoulement** est l'endroit d'écoulement de la lave torrentielle.

Dans les Alpes, la problématique des laves torrentielles est prise au sérieux car les vallées sont très habitées et les pentes raides mobilisent beaucoup de matériaux rocheux vers le fond des vallées. De nombreuses infrastructures de protection sont construites, notamment à Lourtier, où des digues ont été construites afin de protéger les habitations et les routes.



Venez découvrir un autre sentier de découverte géomorphologique au départ de la cabane Brunet!





SENTIER DU TOUR DES LACS

Voulez-vous en savoir davantage? Voici quelques références bibliographiques:

- Delaloye, R., Morand, S. (1997). Du Val Ferret au Grand-Combin (Alpes Valaisannes): Inventaire des glaciers rocheux et analyse spatiale numérique du pergélisol à l'aide d'un Système d'Information Géographique (IDRISI) (Travail de Diplôme non publié). Université de Fribourg, Institut de Géographie
- Genoud, M. (2008). Inventaire, évaluation et projets de valorisation des géomorphosites du val de Bagnes. (Mémoire de Master) [en ligne]. Université de Lausanne, Faculté des Géosciences et Environnement, Institut de géographie.
- Kääh, A., Reynolds, J.M., Haeberli, W. (2005). Glacier and permafrost hazards in high mountains. In Huber U.M., Bugmann H.K.M., Reasoner M.A. (Dir.): Global change and mountain regions - a state of knowledge overview. Dordrecht: Springer, 225-234.
- Morard S., Scapozza C., Duhem V., Reynard E., Delaloye R. (2009). Géomorphologie de la montagne - fiches pour l'enseignant. Société Suisse de Géomorphologie (SSGm), site internet : <http://www.unifr.ch/geoscience/geographie/montagne>.
- Pissart, A. (1973). L'origine des sols polygonaux et striés du Chambeyron (Basses Alpes). Résultats d'expériences de terrain . Bulletin de la Société Géographique de Liège, 9, 33-53.
- Ravanel, L. (2009). Evolution géomorphologique de la haute montagne dans le contexte actuel du réchauffement climatique, Cahiers de géographie, 8, 113-124
- Reynard, E., Lambiel, C., Delaloye, R., Devaud, G., Baron, L., Chapellier, D., Marescot, L. & Monnet, R. (2003). Glacier/permafrost relationships in forefields of small glaciers (Swiss Alps) . Permafrost, Phillips, Springman & Arenson (eds), 947-952.
- Schoeneich, P., De Jong, C. (2008). Evolution de l'environnement alpin. Quel environnement alpin demain ? Pour quelles activités ? Revue de géographie alpine, 4, 53-63



Par Elodie Bouvier, Université de Lausanne, 2015