

Itinéraires pédestres et dynamiques géomorphologiques :  
le cas du Val Ferret (VS)

---

Candide Gabioud

Sous la direction du Prof. Emmanuel Reynard



Maîtrise universitaire ès sciences en géographie | février- 2008



Institut de géographie, Université de Lausanne | [www.unil.ch/igul](http://www.unil.ch/igul)



# TABLE DES MATIÈRES

---



AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS	I
TABLEAUX	III
FIGURES	IV
CARTES	VII
EXTRAITS DE CARTES TOPOGRAPHIQUES	VIII

## **1. INTRODUCTION GENERALE** **1**

---

1.1 CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DYNAMIQUES GEOMORPHOLOGIQUES ET TOURISME ESTIVAL DANS LES REGIONS MONTAGNEUSES	3
1.2 QUESTION GENERALE	4
1.3 ETAT DES CONNAISSANCES ET DES BESOINS	5
1.3.1 Les risques géomorphologiques et la problématique du changement climatique	5
1.3.2 Tourisme et environnement	6
1.4 PLAN DE LA RECHERCHE	7

## **2. PROBLEMATIQUE** **9**

---

2.1. PROBLEMATIQUE GENERALE	11
2.2. OBJECTIFS DU TRAVAIL	11

## **3. CADRE THEORIQUE** **13**

---

3.1 LA NOTION DE RISQUE	15
3.1.1. Définition générale : risque, aléa, vulnérabilité	15
3.1.2 Probabilité et conséquence du risque	16
3.1.3 Les risques naturels et l'homme	17
3.1.4 Les risques liés à la randonnée pédestre	17
3.1.4.1 Dangers objectifs et dangers subjectifs	17
3.1.4.2 Situations à risque lors de randonnées pédestres	17
3.1.4.3 Conscience du danger	18
3.1.4.4 Appréciation du terrain et de l'itinéraire	18
3.2 STATISTIQUES SUR LES ACCIDENTS DE MONTAGNE EN SUISSE	19
3.2.1 Les accidents de montagne en Suisse	19
3.2.2 Les cas d'urgence	19
3.2.3 Les accidents mortels	20
3.2.3.1 Causes des accidents mortels	20

3.2.3.2	Types de terrains lors de chutes mortelles	21
3.2.4	Perspectives	21
3.3	CONTEXTE LEGAL	23
3.3.1	Loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (LCPR)	23
3.3.2	Ordonnance sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre	23
3.3.3	Loi d'application de la loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (LALCPR)	24
3.3.4	Règlement de la loi d'application de la loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre	24
3.3.5	Plan directeur cantonal	25
3.3.6	Signalisation des chemins de randonnée pédestre	26
3.3.6.1	Bases légales	26
3.3.6.2	Définitions selon la Norme Suisse SN 640 829a	27
3.3.6.3	Signaux	28
<b>4.</b>	<b>METHODES</b>	<b>31</b>
4.1	CARTOGRAPHIE GEOMORPHOLOGIQUE	33
4.1.1	La légende de l'IGUL	34
4.1.1.1	Principes de la légende IGUL	34
4.1.1.2	Avantages et défauts de la légende IGUL	35
4.1.1.3	Utilisation de la légende IGUL	35
4.1.1.4	Autres légendes	36
4.1.1.5	Modifications apportées à la légende	36
4.2	EVALUATION DU RISQUE GEOMORPHOLOGIQUE DANS LES REGIONS TOURISTIQUES	37
4.2.1	Démarche	37
4.2.2	Adaptation	39
<b>5.</b>	<b>REGION D'ETUDE : VAL FERRET, VALAIS, SUISSE</b>	<b>41</b>
5.1	SITUATION GEOGRAPHIQUE	43
5.1.1	Localisation des sentiers pédestres	44
5.1.1.1	Sentier du bivouac du Dolent	44
5.1.1.2	Sentier de la cabane de l'A Neuve	44
5.1.1.3	Sentier de la cabane de Saleina	44
5.1.1.4	Sentier du Tour du Mont-Blanc	44

5.2	CADRE GEOLOGIQUE	47
5.2.1	Cadre géologique et tectonique	47
5.2.2	Matières minérales et exploitables	50
5.2.3	Hydrogéologie	50
5.3	CADRE CLIMATIQUE	51
5.3.1	Températures	51
5.3.2	Précipitations	53
5.3.2.1	Précipitations extrêmes	55
5.4	CADRE HYDROLOGIQUE	57
<b>6.</b>	<b>ANALYSE MORPHOLOGIQUE DES SENTIERS PEDESTRES</b>	<b>61</b>
6.1	CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES SENTIERS	63
6.1.1	Sentier du bivouac du Dolent	64
6.1.1.1	Eléments morphologiques et structuraux	64
6.1.1.2	Carte de la difficulté	65
6.1.2	Sentier de la cabane de l'A Neuve	68
6.1.2.1	Eléments morphologiques et structuraux	68
6.1.2.2	Carte de la difficulté	69
6.1.3	Sentier de la cabane de Saleina	72
6.1.3.1	Eléments morphologiques et structuraux	72
6.1.3.2	Carte de la difficulté	73
6.1.4	Sentier du Tour du Mont-Blanc	75
6.1.4.1	Eléments morphologiques et structuraux	75
6.1.4.2	Carte de la difficulté	77
6.2	ANALYSE GEOMORPHOLOGIQUE	82
6.2.1	Sentier du bivouac du Dolent	83
6.2.1.1	Processus et formes fluviales	83
6.2.1.2	Processus et formes liés à la gravité	86
6.2.1.3	Processus et formes glaciaires	87
6.2.1.4	Processus et formes nivaux	88
6.2.2	Sentier de la cabane de l'A Neuve	90
6.2.2.1	Processus et formes fluviales	90
6.2.2.2	Processus et formes liés à la gravité	92
6.2.2.3	Processus et formes glaciaires	92
6.2.2.4	Processus et formes nivaux	93
6.2.3	Sentier de la cabane de Saleina	97
6.2.3.1	Processus et formes fluviales	97
6.2.3.2	Processus et formes liés à la gravité	97
6.2.3.3	Processus et formes glaciaires	98
6.2.3.4	Processus et formes nivaux	99

6.2.4	Sentier du Tour du Mont-Blanc	101
6.2.4.1	Processus et formes fluviales	101
6.2.4.2	Processus et formes liés à la gravité	105
6.2.4.3	Processus et formes glaciaires	106
6.2.4.4	Processus et formes niveaux	108
6.3	VULNERABILITE TOURISTIQUE	112
<b><u>7. EVALUATION DU DANGER ET DU RISQUE GEOMORPHOLOGIQUE</u></b>		<b>115</b>
7.1	DANGER GEOMORPHOLOGIQUE	117
7.1.1	Démarche pour obtenir la carte du danger géomorphologique	117
7.1.1.1	Etape 1 : identification et description du danger	117
7.1.1.2	Etape 2: évaluation des dangers et élaboration des cartes du danger géomorphologique	118
7.1.2	Cartes du danger géomorphologique : description des tronçons	120
7.1.2.1	Sentier du bivouac du Dolent	120
7.1.2.2	Sentier de la cabane de l'A Neuve	125
7.1.2.3	Sentier de la cabane de Saleina	129
7.1.2.4	Sentier du Tour du Mont-Blanc	132
7.2	RISQUE GEMORPHOLOGIQUE	141
7.2.1	Inventaire des secteurs à risque	141
7.2.1.1	Sentier du bivouac du Dolent	141
7.2.1.2	Sentier de la cabane de l'A Neuve	145
7.2.1.3	Sentier de la cabane de Saleina	148
7.2.1.4	Sentier du Tour du Mont-Blanc	150
7.2.2	Analyse comparative des risques	154
7.2.2.1	Difficulté	154
7.2.2.2	Danger géomorphologique	156
7.2.2.3	Risque géomorphologique	159
<b><u>8. GESTIONS DES RISQUES, RECOMMANDATIONS ET PLANIFICATIONS DE MESURES CONCERNANT LES SENTIERS PEDESTRES DU VAL FERRET</u></b>		<b>163</b>
8.1	GESTION DES RISQUES	165
8.2	RECOMMANDATIONS ET PLANIFICATION DES MESURES	167
8.2.1	Recommandations et mesures concernant les risques liés aux processus fluviaux	167



8.2.2	Recommandations et mesures concernant les risques liés aux processus gravitaires	169
8.2.3	Recommandations et mesures concernant les risques liés à la difficulté des sentiers	172
8.2.4	Recommandations et mesures concernant le balisage des sentiers	172
<b>9. SYNTHESE ET CONCLUSION</b>		<b>177</b>
<hr/>		
9.1	SYNTHESE	179
9.1.1	Quels sont les impacts des processus géomorphologiques sur les sentiers pédestres ?	179
9.1.2	Dans quelle mesure la géomorphologie influence-t-elle la vulnérabilité des touristes sur les itinéraires pédestres ?	180
9.1.3	Quels sont les moyens qui permettraient aux touristes empruntant les itinéraires pédestres d'avoir une meilleure connaissance des processus géomorphologiques?	181
9.2	CONCLUSION	181
<b>10. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET REPERTOIRE DES ABREVIATIONS</b>		<b>185</b>
<hr/>		
10.1	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	187
10.2	REPERTOIRE DES ABREVIATIONS	195



## **Avant-propos et remerciements**

Vivant au cœur d'un massif alpin d'une beauté exceptionnelle, le massif du Mont-Blanc, j'ai eu très tôt la possibilité de m'adonner à une activité plaisante et délassante, la randonnée pédestre. Devenue un de mes centres d'intérêts majeurs durant les périodes estivales, cette passion m'a permis de sillonner, de découvrir et d'observer de nombreuses régions à travers toutes les Alpes. J'ai ainsi pu acquérir une expérience et des connaissances sur les problématiques liées aux environnements alpins, ce qui m'a mené à débiter des études concernant le cadre physique dans lequel nous vivons. Soucieux des problèmes liés aux impacts des changements climatiques dans les Alpes, notamment sur le domaine touristique, j'ai eu l'occasion de réaliser un mémoire traitant des conséquences des dynamiques géomorphologiques sur les sentiers pédestres. Si la réalisation de ce mémoire représente le résultat d'un travail important et exigeant accompli dans un intervalle de temps succinct, elle a également été pour moi une expérience motivante et très captivante, qui n'aurait pas pu être menée à bien sans l'aide et le soutien de nombreuses personnes auxquelles je tiens ici à manifester ma reconnaissance. Mes remerciements vont :

A Emmanuel Reynard, mon directeur de mémoire, pour m'avoir d'une part transmis la passion de la géomorphologie durant mes quatre années d'étude, et pour m'avoir d'autre part guidé, au cours de ce travail, dans la bonne direction avec ses connaissances pointues et ses conseils toujours précieux.

A Messieurs Jean-Michel Fallot, de l'Institut de Géographie de l'UNIL, pour les informations climatiques qu'il m'a fournies et Bruno Gay-des-Combes, d'Electricité Emosson SA, qui m'a gentiment procuré les données climatiques de la station météorologique d'Electricité Emosson SA de La Fouly.

A mes parents, pour m'avoir donné la passion de la randonnée pédestre et m'avoir supporté pendant cette période ;

A mon frère, pour son accompagnement lors des journées de terrain, et ma grand-mère, pour son soutien inconditionnel et ses encouragements continuels lors de mes études ;

A mes collègues étudiants, particulièrement Georgia et Cristian, pour la traduction de l'article de BRANDOLINI et al. (2007) d'une part, et pour l'apport de judicieux conseils et leur aide concernant les nombreux problèmes informatiques rencontrés d'autre part ;

Et à mon oncle Yves, pour l'impression du travail.



## Tableaux

1. Cas d'urgence en montagne en fonction des activités pratiquées (de 2000 à 2006)	19
2. Accidents mortels en fonction de l'activité pratiquée (de 2000 à 2006)	20
3. Cause d'accidents mortels lors de randonnées pédestres (de 2000 à 2006)	21
4. Type de terrains lorsqu'une chute mortelle s'est produite (de 2000 à 2006)	21
5. Catégories de processus géomorphologiques et couleurs conventionnelles associées	34
6. Précipitations moyennes annuelles pour différentes stations pluviométriques et climatologiques	54
7. Nuitées enregistrées uniquement durant l'été dans les différents refuges CAS du Val Ferret	113
8. Degré de difficulté et couleur du risque correspondante	141
9. Degré de danger géomorphologique et couleur du risque correspondante	141
10. Distance en kilomètre et pourcentage de la distance totale pour chaque sentier selon le niveau de difficulté	154
11. Distance en kilomètre et pourcentage de la distance totale pour chaque sentier selon le danger géomorphologique	156
12. Distance en kilomètre et pourcentage de la distance totale pour chaque sentier selon le risque géomorphologique	161

## Figures

1. Indicateurs de directions mentionnant les destinations, le temps de marche approximatif, ainsi que l'emplacement et l'altitude	28
2. Marquage le long du sentier menant à la cabane de l'A Neuve	29
3. Situation géographique de la zone d'étude	43
4. Climatogramme de la période s'étalant entre 1972 et 1995 (températures) / 2001 (précipitations) pour la station du Grand-Saint-Bernard (2472 m)	52
5. Climatogramme de la période s'étalant entre 1984 et 2006 pour la station de La Fouly (1600 m)	52
6. Température moyenne annuelle à La Fouly (1600 m) de 1984 à 2006	53
7. Pluviométrie annuelle à La Fouly (1600 m) de 1984 à 2006	54
8. Crue de la Dranse de Ferret des 23-24 juillet 1996. Hydrogramme et hyétogramme de la station d'enregistrement de La Fouly	55
9. Vue du secteur DOL03_Di illustrant un des deux passages équipés de chaînes et d'échelles	64
10. Passage équipé d'une chaîne dans le tronçon DOL04_Di	65
11. Le sentier se perd parfois, comme ici dans le secteur DOL04_Di	65
12. Vue du secteur ANE02_Di montrant un état très caillouteux	68
13. Secteur ANE03_Di équipé de chaînes	68
14. Chaîne dans le secteur ANE05_Di	69
15. Le chemin est parfois mal noté dans le secteur ANE04_Di	69
16. Secteur équipé de chaînes dans SAL02_Di	72
17. Vue du tronçon SAL04_Di cheminant à travers des éboulis et de la moraine	72
18. Passage rocheux dans le secteur SAL02_Di balisé blanc-bleu-blanc	73
19. Parcours du Tour du Mont-Blanc dans le village des Arlaches représenté par le tronçon TMB02_Di	75
20. La moraine tardiglaciaire droite du glacier de Saleina sert de chemin pour le secteur TMB06_Di	75
21. Vue du tronçon TMB08_Di	76
22. Route en terre large formant le tronçon TMB17_Di avant l'alpage de la Peule	76
23. Secteur TMB20_Di, peu avant le Grand Col Ferret	77
24. Sentier large et en bon état dans le tronçon TMB07_Di	77
25. Secteur TMB19_Di, assez difficile	78
26. Sentier du Tour du Mont-Blanc dans le secteur TMB08_Di	79
27. Importante échancrure dans le bastion morainique du glacier du Dolent suite à l'événement de 1990	83
28. Dépôts de levée le long du chenal d'écoulement de la lave torrentielle du 10 juillet 1990	84
29. Extension de la lave torrentielle du 10 juillet 1990 vue depuis le sentier d'accès au bivouac du Dolent	84
30. Cône d'éboulis partiellement couvert dans la région de Sur la Lys	86
31. Rides en forme d'arcs constituées de blocs anguleux à la surface du replat morainique	87
32. Digue paravalanche à l'A Neuve	88
33. Bastion morainique du glacier de l'A Neuve	90
34. Erosion de la moraine par la Reuse de l'Amône	91
35. Deux générations de moraines, l'une déjà colonisée par la végétation, l'autre encore très fraîche	92

36. Zone d'épandage des matériaux fluvio-glaciaires. Au premier plan, cordon morainique datant du Petit Age Glaciaire	93
37. Hameau de l'A Neuve avant l'avalanche de 1952 : la forêt et les chalets situés au second plan ont été complètement détruits	94
38. Cône d'éboulis au pied du Petit Clocher des Planereuses	97
39. Au centre, vue générale sur le glacier de l'Evole et les accumulations morainiques qu'il a édifiées	98
40. Bassin de réception, chenal d'écoulement et cône actif du torrent de Ferret. Sur la rive droite du torrent, des dépôts liés à un éboulement historique sont encore visibles	101
41. Vue depuis le Basset (2765 m) sur les cônes mixtes situés sur la rive gauche de la Dranse entre Branche et l'Amône	103
42. Vue sur les tassements actifs d'Issert et des Arlaches, sur la rive droite du Val Ferret	105
43. Glacier du Dolent et vallon de l'A Neuve avec les dépôts fluvio-glaciaires sur lesquels se situe le camping de La Fouly au premier plan	108
44. Couloirs d'avalanche dans la forêt des Planereuses	109
45. Diagramme intensité – probabilité des degrés de danger	119
46. Extension de la lave torrentielle de 1990 avec, au premier plan, le camping de La Fouly, vue depuis le Val Ferret	120
47. Blocs de petite taille éboulés récemment dans le secteur DOL07_Da	121
48. Le chenal d'écoulement de la lave torrentielle de 1990 est situé à proximité immédiate du chemin du bivouac du Dolent dans le secteur DOL08_Da	122
49. Les traces de la lave torrentielle de 1997 sont encore visibles : elle a presque atteint le sentier de la cabane de l'A Neuve dans le secteur ANE02_Da, ainsi que le camping de La Fouly	125
50. Ravinement par la Reuse de l'Amône de la moraine dans le secteur ANE04_Da	125
51. Pont sur la Reuse de l'Amône dans le secteur ANE06_Da	127
52. Tronçon ANE08_Da au pied d'imposants escarpements rocheux	127
53. Blocs de granites s'étant arrêtés à proximité du sentier de la cabane de Saleina dans la région de Plan Monnay	129
54. Névé recouvrant de la glace morte. A l'arrière, les restes du glacier de l'Evole	130
55. Torrent de la Coute, secteurs TMB02_Da et TMB03_Da. Un panneau indique aux touristes un danger de chutes de pierrES	132
56. Panneau indiquant le danger lié aux brusques lâchers d'eau des installations hydro-électriques	133
57. Situation avant et lors d'un lâcher d'eau à la prise d'eau de Saleina	133
58. Face E très escarpée du Treutse Bô	134
59. Chenaux d'écoulement des laves torrentielles se déclenchant dans la face SSE du Treutse Bô	135
60. Dépôt de matériaux suite à la lave torrentielle du 24 juillet 1996 dans le torrent de la Lui Joret	135
61. Cône de déjection du torrent de Ferret ; d'anciens chenaux de lave torrentielle sont encore visibles	136
62. Dépôts de laves torrentielles sur la route d'accès à l'alpage des Ars	138
63. Sentier du TMB entre la Peule et le Gd Col Ferret	138
64. Vue sur une zone complexe (571'200 / 87'600) où la Reuse de l'Amône a érodé la moraine latérale gauche du glacier de l'A Neuve pour se joindre à la	

Reuse de l'A Neuve. A l'arrière plan, cône de déjection de ces cours d'eau, sur lequel est situé le camping de la Fouly	145
65. Le secteur SAL02 comporte un risque élevé	148
66. Etat du chenal de la lave torrentielle du torrent de Ferret (secteur TMB32) un jour après l'événement du 21 juillet 2007	150
67. Plusieurs se sont éboulés en 2003. L'un d'eux s'est arrêté sur le chemin du TMB	151
68. Vue sur une partie du secteur ANE06	159
69. Partie de l'itinéraire du TMB présentant des risques élevés (secteurs TMB14, TMB16 et TMB18)	161
70. Exemples de signaux de dangers	173
71. Exemple d'un panneau illustrant précisément les dangers liés aux installations hydro-électriques	173
72. Panneau d'information pour les chemins de randonnée alpine	174
73. Signal de prescription	175
74. Le chemin traversant la Combe des Fonds a été fermé en raison des dangers liés aux processus glaciaires	179
75. La difficulté du secteur SAL02_Di est très importante	180
76. Torrent de Ferret le 21 juillet, quelques minutes après le passage d'une lave torrentielle	182



## Cartes

1. Sentiers pédestres étudiés et cabanes du CAS du bassin versant de la Dranse de Ferret	46
2. Tectonique et géologie du bassin versant de la Dranse de Ferret	48
3. Réseau hydrographique et glaciers du bassin versant de la Dranse de Ferret	58
4. Cadastre des événements liés aux processus fluviaux	137
5. Inventaire des secteurs selon leur niveau de difficulté	155
6. Inventaire des secteurs dangereux	158
7. Inventaire des secteurs à risque	160

## Extraits de cartes topographiques au 1 : 10'000 et au 1 : 25'000

1. Sentier du bivouac du Dolent : carte de la difficulté des tronçons (1) (secteur La Fouly – altitude 1648 m)	66
2. Sentier du bivouac du Dolent : carte de la difficulté des tronçons (2) (secteur altitude 1648 m – bivouac du Dolent)	67
3. Sentier de la cabane de l'A Neuve : carte de la difficulté des tronçons (1)	70
4. Sentier de la cabane de l'A Neuve : carte de la difficulté des tronçons (2)	71
5. Sentier de la cabane de Saleina : carte de la difficulté des tronçons	74
6. Sentier du Tour du Mont-Blanc : carte de la difficulté des tronçons (1) (secteur Issert – altitude 1494 m)	80
7. Sentier du Tour du Mont-Blanc : carte de la difficulté des tronçons (2) (secteur altitude 1494 m – Grand Col Ferret)	81
8. Géomorphologie dans le secteur du sentier du bivouac du Dolent	89
9. Géomorphologie dans le secteur du sentier de la cabane de l'A Neuve (1)	95
10. Géomorphologie dans le secteur du sentier de la cabane de l'A Neuve (2)	96
11. Géomorphologie dans le secteur du sentier de la cabane de Saleina	100
12. Géomorphologie du Val Ferret (1) (secteur Issert – L'Amône)	110
13. Géomorphologie du Val Ferret (2) (secteur L'Amône – Grand Col Ferret)	111
14. Sentier du bivouac du Dolent : carte du danger géomorphologique (1) (secteur La Fouly – altitude 1648 m)	123
15. Sentier du bivouac du Dolent : carte du danger géomorphologique (2) (secteur altitude 1648 m – bivouac du Dolent)	124
16. Sentier de la cabane de l'A Neuve : carte du danger géomorphologique (1)	126
17. Sentier de la cabane de l'A Neuve : carte du danger géomorphologique (2)	128
18. Sentier de la cabane de Saleina : carte du danger géomorphologique	131
19. Sentier du Tour du Mont-Blanc : carte du danger géomorphologique (1) (secteur Issert – altitude 1494 m)	139
20. Sentier du Tour du Mont-Blanc : carte du danger géomorphologique (2) (secteur altitude 1494 m – Grand Col Ferret)	140
21. Sentier du bivouac du Dolent : carte du risque géomorphologique (1) (secteur La Fouly – altitude 1648 m)	143
22. Sentier du bivouac du Dolent : carte du risque géomorphologique (2) (secteur altitude 1648 m – bivouac du Dolent)	144
23. Sentier de la cabane de l'A Neuve : carte du risque géomorphologique (1)	146
24. Sentier de la cabane de l'A Neuve : carte du risque géomorphologique (2)	147
25. Sentier de la cabane de Saleina : carte du risque géomorphologique	149
26. Sentier du Tour du Mont-Blanc : carte du risque géomorphologique (1) (secteur Issert – altitude 1494 m)	152
27. Sentier du Tour du Mont-Blanc : carte du risque géomorphologique (2) (secteur altitude 1494 m – Grand Col Ferret)	153

# 1. INTRODUCTION GÉNÉRALE

---



## 1.1 Changements climatiques, dynamiques géomorphologiques et tourisme estival dans les régions montagneuses

La nature et les sites naturels constituent la ressource première du tourisme estival dans les Alpes, une région où la **géomorphologie** est une des composantes fondamentales du paysage. Les paysages alpins, en constante évolution, sont essentiellement façonnés par les dynamiques géomorphologiques, mais d'autres facteurs, comme par exemple les aménagements effectués par l'être humain, ont contribué à l'image actuelle des régions montagneuses. Cependant, depuis quelques années, la thématique récurrente du réchauffement climatique vient bouleverser la représentation traditionnelle des Alpes, qui reste l'atout principal de l'offre touristique : le phénomène le plus marquant réside notamment dans la fonte rapide et spectaculaire des glaciers, un des symboles caractéristiques des régions alpines.

Les signes d'un changement global du climat sont également présents en Suisse, notamment en Valais, où l'intensité et la fréquence des **événements extrêmes** semblent augmenter. Même si ces processus ne sont pas des problèmes nouveaux pour les populations de montagne, ils causent d'énormes dommages et marquent profondément les esprits ainsi que les paysages. Les avalanches dévastatrices et la tempête Lothar en 1999, les inondations d'octobre 2000 ou encore la vague de chaleur de l'été 2003 ont tous été des épisodes extraordinaires ayant eu des conséquences néfastes autant pour l'environnement que pour les êtres humains.

Même si l'interaction entre les changements climatiques, les événements extrêmes et la géomorphologie reste très complexe, les conséquences futures de ces bouleversements auront forcément des répercussions dans l'arc alpin, notamment dans le domaine touristique. Le **tourisme** est en effet tributaire de facteurs comme la neige, la météo, l'eau et bien sûr le paysage : c'est pourquoi il est l'un des principaux concernés par une modification des processus climatiques et des dynamiques géomorphologiques. En été, les activités sportives de pleine nature comme la randonnée pédestre ou l'alpinisme dépendent exclusivement des conditions climatiques. Ainsi, une modification du climat aura des conséquences importantes dans le domaine du tourisme, pouvant même menacer ses fondements.

Le climat a néanmoins toujours été synonyme de **changement**. Ce système, sensible à un grand nombre de mécanismes qui influencent le temps à long terme, est très complexe et n'a donc rien de durable. C'est d'ailleurs dans ce cadre très fragile qu'il faut placer l'influence de l'homme sur le climat. Celui-ci exerce en effet un impact croissant non négligeable depuis le début de la révolution industrielle en 1750 : les émissions de gaz à effet de serre ont augmenté fortement depuis cette période et agissent négativement sur le climat.

La Suisse est ainsi actuellement dans une phase de **réchauffement** importante (REBETEZ, 2002). Néanmoins, cette hausse des températures fait suite à une période très froide, le Petit Age Glaciaire, époque qui a duré de 1350 à 1850 et qui a été caractérisée par les températures les plus basses des derniers 10'000 ans (BADER et KUNZ, 1998). Le réchauffement qui a suivi le Petit Age Glaciaire n'a pas été continu : des périodes froides et des périodes chaudes se sont en effet succédées. Ainsi, au cours des cent dernières années, les températures sont devenues plus rarement extrêmement basses et plus souvent extrêmement hautes (OcCC

2003), ce qui s'est traduit par une hausse de 1.35°C entre 1901 et 2000<sup>1</sup>, la hausse des températures atteignant même + 0.57°C par décennie durant les trente dernières années (1975-2004) en Suisse (REBETEZ et REINHARD, 2007). Au XXI<sup>ème</sup> siècle, la température globale va continuer à augmenter<sup>2</sup> : le réchauffement sera donc très rapide, mais aussi très variable selon les régions, les Alpes étant particulièrement sensibles à une hausse des températures.

Le signe le plus frappant du réchauffement climatique dans les régions alpines est marqué par le **recul important des glaciers**. En effet, suite au Petit Age Glaciaire, un épisode de fonte accrue et très rapide a pris le relais, impliquant une réduction massive des surfaces glaciaires en Suisse. La situation actuelle de l'englacement dans les Alpes est ainsi la plus faible depuis 5000 ans (BADER et KUNZ, 1998), ce qui démontre bien l'extrême sensibilité des glaciers à un réchauffement des températures. La disparition des surfaces englacées dans la région alpine occasionne une libération ainsi qu'une remobilisation de nouvelles zones proglaciaires, conduisant à une augmentation du danger lié aux processus paraglaciaires (BADER et KUNZ, 1998). L'élévation des températures va aussi probablement avoir des impacts sérieux dans les zones de **pergélisol** : une instabilité toujours plus grande des versants autrefois gelés favorisera une érosion rapide et pourra donc aboutir à un accroissement de différents types de processus géomorphologiques comme les laves torrentielles, les crues, les glissements de terrain, les éboulements ou encore les chutes de blocs.

L'occurrence future de ces événements sera bien sûr liée à l'évolution des températures, mais aussi à celle des **précipitations**. Une évolution à long terme des précipitations est difficile à établir dans une région accidentée comme les Alpes, principalement à cause des variations locales et annuelles. Cependant, une augmentation de l'intensité et de la fréquence des précipitations extrêmes a été relevée durant le XX<sup>ème</sup> siècle en Suisse (BADER et KUNZ, 1998). Celle-ci va entraîner une élévation des phénomènes dangereux, particulièrement dans les zones périglaciaires, où le matériel est facilement mobilisable.

Les changements climatiques récents vont ainsi probablement contribuer à une **intensification des dynamiques géomorphologiques** (BENISTON, 2003 ; BENISTON, 2005a ; BENISTON, 2007b ; BENISTON et al., 2007), qui auront comme conséquence dans les régions montagneuses une **augmentation marquée du potentiel de risque** (BENISTON, 2005b) **pour les populations locales et pour les touristes**. L'être humain a en effet aménagé, dans un but touristique, des zones autrefois laissées inoccupées à cause des dangers naturels : l'évolution attendue des processus décrits va donc se heurter à l'emploi toujours plus intensif des sols en montagne (BADER et KUNZ, 1998), notamment pour les voies de communication comme les sentiers pédestres.

### 1.2 Question générale

Ces itinéraires de randonnée sont en effet le plus souvent situés dans des zones escarpées et accidentées. Même si le tourisme pédestre apparaît comme un sport de délasserment peu hasardeux, le danger pour les promeneurs qui empruntent ces chemins est particulièrement important. D'une part, la plupart des randonneurs a une connaissance très partielle des processus se déroulant en montagne, ce qui contribue à renforcer leur vulnérabilité. Avec les

---

<sup>1</sup> La température a augmenté d'environ 1.6°C en Suisse occidentale, 1.3°C en Suisse alémanique et 1.0°C au Sud des Alpes (OcCC, 2007).

<sup>2</sup> Il faudra compter avec une augmentation de la température globale par rapport à 1990 de 0.8°C – 2.4°C jusqu'en 2050 et de 1.4°C – 5.8°C d'ici la fin du 21<sup>ème</sup> siècle (OcCC, 2007).

impacts attendus suite aux variations climatiques d'autre part, la surveillance, la délimitation ainsi qu'une meilleure connaissance des processus géomorphologiques alpins deviennent indispensables pour protéger et informer les touristes des sources de danger.

Cette recherche est donc motivée par la question générale suivante :

*Quels sont les impacts d'une intensification des dynamiques géomorphologiques, résultant en partie des changements climatiques récents, sur les risques encourus par les touristes, toujours plus nombreux, empruntant les sentiers pédestres ?*

Les conséquences des processus géomorphologiques sur l'utilisation touristique du territoire alpin sont donc au centre de mon questionnement. Le tourisme sportif estival s'est en effet passablement répandu dans les Alpes depuis le siècle dernier : le développement des réseaux de sentiers pédestres et la construction des cabanes par le Club Alpin Suisse (CAS) ont permis aux randonneurs et aux alpinistes d'atteindre des régions retirées comme la haute montagne. Ces territoires, qui étaient partiellement laissés intacts par les populations locales à cause des risques naturels, sont maintenant au centre de la problématique, principalement à cause des modifications climatiques. Cette intensification attendue des dynamiques géomorphologiques pourrait donc avoir des implications négatives dans le domaine touristique, et plus particulièrement dans celui de la randonnée pédestre, qui reste l'activité la plus dangereuse parmi les sports estivaux en montagne (MOSIMANN 2001 ; 2002 ; 2003 ; 2004 ; 2005 ; 2006 ; 2007). Il devient ainsi essentiel d'évaluer le potentiel de risque menaçant les zones touristiques, afin de prévenir efficacement les catastrophes.

### 1.3 Etat des connaissances et des besoins

Cette étude traite ainsi principalement de deux domaines concernant l'environnement alpin : **les risques géomorphologiques et le tourisme**. Ces deux thèmes de recherche ne sont pas nouveaux et ont donné lieu chacun séparément à de nombreuses études. Ils sont cependant eux-mêmes concernés par une problématique commune, devenue incontournable ces dernières années : la problématique du réchauffement climatique.

En raison de leur ancienneté de peuplement et de leur très forte anthropisation, les Alpes ont fait l'objet d'une production scientifique importante touchant autant au domaine des sciences naturelles que des sciences humaines (REYNARD, 2000). Souvent au centre des problématiques en raison de leur grande sensibilité environnementale (REYNARD, 2000), les Alpes jouissent de plus d'un intérêt particulièrement marqué dans le cadre de la recherche sur le réchauffement climatique.

#### 1.3.1 Les risques géomorphologiques et la problématique du changement climatique

La littérature sur les changements climatiques concernant cette région est en effet très riche. Cet axe de développement a ainsi été accompagné de programme de recherche, comme le Programme National de Recherche<sup>3</sup> « Climat et risques naturels : la Suisse en mouvement » (BADER et KUNZ, 1998), encouragé par le Conseil Fédéral pour mieux connaître les

---

<sup>3</sup> PNR 31.

impacts des modifications climatiques sur les catastrophes naturelles en Suisse. D'autres études, plus récentes, se sont aussi concentrées sur ces changements dans les Alpes, notamment en dressant un inventaire des impacts possibles (BENISTON, 2003) ou en se focalisant sur les processus responsables de dommages (BENISTON, 2005a). Certains articles s'intéressent principalement aux risques associés à ces modifications climatiques (BENISTON, 2005b), aux événements extrêmes attendus dans le futur (BENISTON, 2007b ; BENISTON et al., 2007), ainsi qu'au lien entre le réchauffement et les impacts économiques (BENISTON, 2007a).

La recherche s'est de plus passablement orientée sur les conséquences prévisibles des changements climatiques dans les zones glaciaires et périglaciaires (HAEBERLI et BENISTON, 1998), deux zones particulièrement sensibles au réchauffement des températures (BENISTON et HAEBERLI, 2001) et donc potentiellement dangereuses.

Au niveau régional, des études spécifiques ont été entreprises dans le **Val Ferret** suite à des événements exceptionnels et démontrent que cette préoccupation est bien présente. Elles ont concerné les laves torrentielles (LEWIN et WARBURTON, 1994 ; LUGON et al., 2000), les précipitations extrêmes (REY et SAAMELI, 1997), ainsi que la stabilité des terrains meubles en zone de pergélisol (LUGON et MONBARON, 1998).

### 1.3.2 Tourisme et environnement

Les conséquences des changements climatiques sur le **domaine touristique et son développement** dans les Alpes ont été traitées dans de nombreux rapports de l'OcCC (1998, 2002, 2003, 2007), dans l'ouvrage de REBETEZ (2002), ainsi que dans certains travaux de la CIPRA (2005, 2006). L'**interaction entre le tourisme et l'environnement** a d'ailleurs donné lieu à de multiples publications qu'il serait fastidieux d'énumérer ici de manière exhaustive. Portant sur des sujets diversifiés, la littérature s'est par exemple interrogée sur le rôle du tourisme doux dans l'espace alpin (CIPRA 1985), sur les possibilités d'introduction d'une variable environnementale dans l'évaluation d'une structure touristique régionale (TENDON, 1991), sur l'approche culturelle, sociale, économique et environnementale du tourisme en montagne (DEBARBIEUX, 1995) ou encore sur la gestion des richesses paysagères, qui, dans les Alpes, sont à la base de la demande touristique (MICHELET, 2000). La relation spécifique entre le tourisme sportif et l'environnement a également été analysée avec notamment BANZHAF (2005), qui s'est intéressé à la randonnée pédestre et aux risques que cette activité engendre ou encore BOURDEAU (2006), qui a traité de l'avenir des sports de nature en montagne.

Il apparaît cependant que la **géomorphologie est rarement au centre des préoccupations** dans la plupart des études réalisées dans ce domaine (REYNARD et al., 2001) : le colloque *Géomorphologie et Tourisme* organisé par l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne<sup>4</sup> a ainsi permis de mettre en évidence les relations complexes entre le domaine touristique et la géomorphologie. Néanmoins, aucune recherche n'a étudié de manière précise les conséquences des processus géomorphologiques sur le développement touristique lors de ce colloque (REYNARD et al., 2001) : les connaissances sont donc encore très sommaires à ce sujet.

---

<sup>4</sup> Ce colloque a été organisé dans le cadre de l'assemblée annuelle de la Société Suisse de Géomorphologie (SSGm) du 21 au 23 septembre 2001, à Lausanne et Finhaut.



Le rapport entre les **risques géomorphologiques** qui résultent des modifications climatiques et le **tourisme** est un thème qui n'a donc été que peu abordé pour l'instant<sup>5</sup>. Cette préoccupation est néanmoins réelle et d'actualité, une campagne de sensibilisation ayant d'ailleurs été lancée au début de l'été 2007 : plusieurs articles sont ainsi parus dans les journaux suisses<sup>6</sup> pour donner des conseils de sécurité aux touristes et avertir les randonneurs des principales sources de dangers.

Ce survol non exhaustif des connaissances et des besoins dans les domaines de la géomorphologie et du développement touristique démontre la nécessité, dans le contexte actuel de réchauffement climatique, de **développer de nouvelles recherches méthodologiques afin de mieux cerner les risques engendrés par les dynamiques géomorphologiques dans les régions touristiques**. En Italie, la problématique des dangers géomorphologiques affectant les itinéraires touristiques est déjà au centre de nombreux questionnements (BRANDOLINI et al., 2004 ; BRANDOLINI et al., 2006 ; PELFINI et al., 2004a, b ; PELFINI, 2007) : une méthode novatrice, divisée en cinq parties, a été élaborée par BRANDOLINI et al. (2007) et permet d'évaluer le risque géomorphologique<sup>7</sup>. Afin d'élargir quelque peu les connaissances dans ce domaine, cette méthodologie sera appliquée au cours de ce mémoire.

## 1.4 Plan de la recherche

Le mémoire est ainsi structuré de la manière suivante :

- après cette introduction (**chap. 1**) et la problématique qui voit la formulation d'une série d'objectifs découlant de la question générale (**chap. 2**), le cadre théorique (**chap. 3**) est divisé en trois parties distinctes qui traitent respectivement de la notion de risque, des statistiques sur les accidents de montagne en Suisse et du contexte légal en vigueur ;
- la partie méthodologique (**chap. 4**) présente les intérêts de la cartographie géomorphologique dans le cadre de l'analyse morphologique de la région d'étude et développe aussi les concepts de l'évaluation du risque géomorphologique dans les régions touristiques ;
- les caractéristiques géographiques, géologiques, climatiques et hydrologiques du Val Ferret seront détaillées dans le **chapitre 5** ;
- le corps du mémoire est constitué de deux chapitres : le **chapitre 6** se consacre à la présentation des caractéristiques morphologiques des sentiers, à l'analyse géomorphologique de la zone étudiée, ainsi qu'à la vulnérabilité touristique. Le **chapitre 7**, quant à lui, présente à travers plusieurs cartes le danger et le risque géomorphologique. Un inventaire des secteurs les plus risqués est ainsi réalisé ;

---

<sup>5</sup> Il est toutefois nécessaire de mentionner qu'une étude des risques naturels prévisibles dans la face nord-ouest du Prabé affectant les usagers du bisse du Torrent Neuf de Savièse a été réalisée par MICHELET (1998).

<sup>6</sup> Cf. article du NOUVELLISTE du vendredi 22 juin 2007, « Randonneurs, redoublez de prudence en montagne ! » ; article du TEMPS du samedi 21 juillet, « Le réchauffement climatique rend dangereux les sentiers alpins ».

<sup>7</sup> Cf. chapitre 4.2.

- les concepts généraux de la gestion des risques seront présentés dans le **chapitre 8**. Cette partie proposera également des recommandations concernant la mise en sécurité des secteurs les plus risqués le long des itinéraires étudiés dans le Val Ferret ;
- une synthèse et une conclusion (**chap. 9**) concernant les enjeux futurs de la pratique de la randonnée pédestre dans les régions alpines terminent le mémoire.

## **2. PROBLÉMATIQUE**

---



## 2.1 Problématique générale

Même si l'attention relativement insuffisante envers les dynamiques locales est souvent une source de danger importante (BRANDOLINI et al., 2007), le risque pour les touristes n'est pas uniquement causé par les processus géomorphologiques. La connaissance sommaire du monde alpin implique aussi des situations de risque. Celles-ci résultent donc principalement de trois types de facteurs.

- un nombre de randonneurs peu expérimentés toujours plus important en montagne

La randonnée pédestre est l'activité sportive la plus pratiquée en montagne durant la saison estivale. Ce sport destiné à la détente paraît en effet très peu dangereux et constitue un des atouts majeurs de la promotion touristique en été. La relative simplicité de l'équipement renforce encore sa pratique, autant de la part des montagnards que des citadins désirant changer d'environnement. Ainsi, chaque année, environ deux millions de randonneurs parcourent les sentiers pédestres suisses (BANZHAF, 2005) : cette activité, qui reste celle où le nombre d'accidents est le plus important (MOSIMANN, 2001 ; 2002 ; 2003 ; 2004 ; 2005 ; 2006 ; 2007), bat tous les records de popularité parmi les autres sports pratiqués en montagne durant l'été.

- une recrudescence des dynamiques géomorphologiques

L'élévation marquée des températures durant le XX<sup>ème</sup> siècle combinée à une intensité et une fréquence plus importante des fortes précipitations sont responsables d'une intensification des processus géomorphologiques dans les Alpes (BENISTON, 2003 ; 2005a ; 2007b ; BENISTON et al., 2007). Ces bouleversements concernent non seulement les zones glaciaires et périglaciaires, mais ils ont aussi des conséquences dans les fonds de vallée, au débouché des torrents par exemple. L'être humain, qui a construit habitats, infrastructures et itinéraires pédestres dans ces zones, contribue ainsi directement à augmenter le risque par son emploi extrême du territoire.

- une connaissance insuffisante de l'environnement alpin

De nombreux paramètres peuvent engendrer des situations de risque pour les touristes en montagne. Un équipement inapproprié, une mauvaise endurance ou encore les changements extrêmement rapides des conditions météorologiques sont tous des éléments pouvant influencer la vulnérabilité des randonneurs. La faible connaissance de l'environnement alpin et des processus actifs dans ces régions est ainsi un des facteurs qui contribue le plus à augmenter le risque pour les touristes.

## 2.2 Objectifs du travail

A partir de ces constatations, il convient de formuler trois objectifs sous forme de questions de recherche qui seront testées dans la suite du travail. Pour chacun des objectifs énoncés, une question précise, un bref état des lieux ainsi que l'objectif général sont définis.

### **Objectif 1**

*Quels sont les impacts des processus géomorphologiques sur les sentiers pédestres ?*

Les paysages naturels sont en constante évolution. Les divers types de formes rencontrés dans les Alpes sont modelés par de nombreux processus géomorphologiques. Ceux-ci peuvent affecter les itinéraires pédestres, souvent situés dans des zones particulièrement chaotiques et sensibles.

Il s'agira de démontrer que les sentiers de randonnée pédestre du Val Ferret sont soumis à des dynamiques géomorphologiques pouvant menacer les touristes : l'établissement de plusieurs cartes géomorphologiques au 1 : 10'000 selon la méthode développée par l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne (IGUL) (SCHOENEICH, 1993), ainsi qu'une interprétation des formes du relief du point de vue de leur genèse et de leur dynamique sera ainsi effectuée le long des sentiers d'étude.

### **Objectif 2**

*Dans quelle mesure la géomorphologie influence-t-elle la vulnérabilité des touristes sur les itinéraires pédestres ?*

La géomorphologie est une des composantes principales des paysages alpins. Les sentiers pédestres tracés dans ces environnements montagneux sont souvent escarpés et dangereux, contribuant à augmenter le risque pour des randonneurs peu expérimentés.

Il s'agira de montrer que la morphologie accidentée des régions alpines peut causer des dommages aux touristes grâce à une étude des éléments géomorphologiques pouvant influencer leur vulnérabilité, selon la démarche développée par BRANDOLINI et al. (2007). Une description détaillée des secteurs les plus difficiles le long des itinéraires pédestres sera ainsi établie.

### **Objectif 3**

*Quels sont les moyens qui permettraient aux touristes empruntant les itinéraires pédestres d'avoir une meilleure connaissance des processus géomorphologiques ?*

L'attention plutôt faible réservée aux dynamiques géomorphologiques locales peut générer des accidents. Un savoir, même partiel, des situations qui influencent la vulnérabilité des randonneurs peut rendre le touriste plus conscient des risques qui le menacent. Cela peut ainsi contribuer à une diminution des risques sur les chemins pédestres.

Il s'agira, à partir des fiches et des cartes réalisées auparavant, de formuler des recommandations sur les sentiers pédestres du Val Ferret, notamment sur les tronçons les plus difficiles et les plus dangereux, afin de gérer au mieux les risques. Un inventaire des mesures préventives permettant la mise en sécurité des secteurs les plus risqués sera finalement dressé.

## 3. CADRE THÉORIQUE

---





Ce chapitre a pour objectif de présenter les notions théoriques sur lesquelles se fonde cette étude. La notion de risque (ch. 3.1), les statistiques sur les accidents de montagne en Suisse (ch. 3.2) et le contexte légal en vigueur (ch. 3.3) permettent de replacer l'objectif principal du travail, c'est-à-dire l'évaluation des risques géomorphologiques le long des itinéraires pédestres, dans son contexte théorique

## 3.1 La notion de risque

### 3.1.1 Définition générale : risque, aléa, vulnérabilité

La notion de risque est un concept difficile à définir : en effet, aucune définition universelle n'existe. Un **risque** correspond néanmoins à « la grandeur et à la probabilité d'un dommage possible » (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997a, b) et est « une menace, un danger, une possibilité d'événement dommageable que l'on peut évaluer et gérer » (LEFEVRE et SCHNEIDER, 2002) afin qu'il soit acceptable. La gestion des risques est un ensemble d'application de politiques de gestion, de procédures et de pratiques visant d'une part à prévenir et à prévoir les situations de risques et d'autre part à réparer les dommages causés par un risque.

Un risque peut être évalué selon trois dimensions : sa probabilité de réalisation, sa gravité en cas de réalisation et l'estimation des connaissances sur ce risque. Une distinction peut ainsi être établie entre les risques dont les dimensions sont estimées précisément, des risques évalués très sommairement et des risques dont l'existence est contestée. Les risques « **prédictibles** » correspondent à un aléa dont les signes précurseurs sont susceptibles d'être détectés par des réseaux de surveillance (LEFEVRE et SCHNEIDER, 2002).

Un risque correspond donc à la probabilité d'une perte (perte en vies humaines, atteinte au patrimoine naturel ou culturel) et dépend ainsi de l'importance du phénomène physique (inondations, laves torrentielles, glissements de terrain, éboulements) à l'origine de la perte, et de la relation **probabilité/intensité** qui définit l'**aléa** (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997a, b ; LEFEVRE et SCHNEIDER, 2002), un **aléa naturel**<sup>8</sup> étant « un événement qui a pour origine un phénomène naturel » (LEFEVRE et SCHNEIDER, 2002), qui trouve sa source et se développe dans un milieu naturel (DEMOUNEM, 2007), et qui survient dans une période de temps donnée.

Toutefois, si le risque est fonction de l'importance de l'aléa, « la gravité du risque et de ses effets dépend de la **vulnérabilité** de la zone exposée, laquelle s'exprime par la relation **effets/intensité** » (LEFEVRE et SCHNEIDER, 2002). La notion de vulnérabilité est difficile à définir, car elle intègre de nombreux paramètres. Une distinction entre la **vulnérabilité économique** et la **vulnérabilité humaine** peut néanmoins être établie (LEFEVRE et SCHNEIDER, 2002) :

- la vulnérabilité économique est d'ordre structurel (dégâts matériels, dégâts aux habitations, aux ouvrages collectifs, aux voies de communication, etc.) ;

<sup>8</sup> Un aléa géomorphologique correspond à « la probabilité d'occurrence d'un phénomène d'instabilité géomorphologique dans un territoire au cours d'un intervalle de temps donné » (PANIZZA, 1988).

- la vulnérabilité humaine estime les préjudices aux personnes sur les plans physiques et moraux (personnes décédées, blessées, disparues, etc.).

La vulnérabilité définit donc un degré de perte au sein d'une zone affectée par un aléa : elle s'exprime par une échelle allant de 0 (pas de perte) à 1 (perte totale)<sup>9</sup>.

La vulnérabilité peut aussi se définir « par des considérations plus subjectives, humaines et sociales non quantifiables (valeurs sentimentales des pertes, choc psychologique, appréhension de l'aléa, etc.) » (LEFEVRE et SCHNEIDER, 2002). Ces considérations représentent un aspect essentiel dans le rapport être humain – aléa. En effet, cette **vulnérabilité sociale** revêt une importance particulière, car les relations des hommes face aux aléas se sont passablement transformées avec le temps.

Le risque correspond donc à la combinaison de l'intensité d'un aléa et de la vulnérabilité (LEFEVRE et SCHNEIDER, 2002 ; ISDR, 2004) :

$$\text{Risque} = \text{Aléa} \times \text{Vulnérabilité}$$

Un **risque naturel** résulte ainsi d'un aléa naturel survenant dans un milieu vulnérable (LEFEVRE et SCHNEIDER, 2002 ; DEMOUNEM, 2007). Une **catastrophe** survient lorsque le risque se réalise et si ses conséquences sont dommageables.

### 3.1.2 Probabilité et conséquence du risque

Le risque définit un danger hypothétique, plus ou moins probable, aux effets néfastes. Cependant, l'importance du risque dépend de l'étendue éventuelle de l'événement. Il existe donc une relation entre la probabilité et la conséquence du risque, qui s'exprime de la manière suivante :

$$\text{Risque} = \text{Probabilité} \times \text{Conséquence}$$

Le risque est d'autant plus important que la probabilité et les conséquences d'une catastrophe le sont. Afin de réduire le risque, il faut soit restreindre la probabilité de survenue du risque, soit diminuer les conséquences attendues. Il est toutefois relativement difficile de supprimer le facteur de probabilité car celui-ci est souvent associé à des situations sur lesquelles l'homme ne peut pas influencer (situations météorologiques extrêmes, par exemple). Par contre, il est envisageable de limiter la portée des conséquences du risque en prenant des **mesures préventives**<sup>10</sup>, dont le but principal est de protéger les zones à risque par des aménagements adéquats. Celles-ci doivent tenir compte de deux paramètres principaux : la probabilité de survenue d'un aléa (très faible, faible, moyenne, élevée) et l'intensité de l'événement attendu (faible, moyenne, forte) (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997a, b ; LEFEVRE et SCHNEIDER, 2002).

---

<sup>9</sup> Cf. Glossary of risk assessment terms by the International Centre for Geohazards (ICG).

<sup>10</sup> La prévention est un ensemble d'actions visant à diminuer le risque en agissant soit sur l'aléa, soit sur la vulnérabilité. Concernant les risques naturels, qui découlent d'aléas d'origine naturelle, la prévention agit le plus généralement sur la vulnérabilité (LEFEVRE et SCHNEIDER, 2002).

Une diminution des pertes en vies humaines peut ainsi être attribuée non seulement aux mesures préventives d'aménagement du territoire dans des zones soumises aux aléas, mais aussi à une amélioration de la prévision qui permet d'organiser au mieux et de prévenir efficacement les risques et à une meilleure information à la population concernée par ces dangers.

Les mesures de prévision et de prévention sont par conséquent les plus efficaces pour réduire la vulnérabilité face aux nombreux aléas survenant dans une région comme les Alpes.

### 3.1.3 Les risques naturels et l'homme

Les risques naturels sont la conséquence d'un aléa naturel se déroulant dans un milieu vulnérable : ils n'existent que par leur rapport aux sociétés humaines (LEFEVRE et SCHNEIDER, 2002), survenant dans des zones où existent des enjeux humains ou économiques (DEMOUNEM, 2007). Ils découlent donc d'interactions plus ou moins étroites entre les systèmes géomorphologiques et géologiques et les systèmes socio-économiques : les catastrophes sont ainsi le plus souvent aggravées par les facteurs anthropiques (LEFEVRE et SCHNEIDER, 2002). En effet, la part de l'être humain est très importante dans la responsabilité attribuée à l'ampleur des catastrophes naturelles : par ses actions, l'homme accroît sensiblement la vulnérabilité.

### 3.1.4 Les risques liés à la randonnée pédestre

Évidemment soumise aux risques naturels, la randonnée pédestre est le sport de montagne le plus populaire et le plus pratiqué (BANZHAF, 2005). Considérée comme un loisir sans risque, cette activité est néanmoins celle où les accidents sont les plus nombreux<sup>11</sup>, ce qui démontre que ce sport comporte de nombreux dangers.

#### 3.1.4.1 Dangers objectifs et dangers subjectifs

Chaque accident découle en effet autant de **dangers objectifs**, inhérents à la nature, que de **dangers subjectifs**, provoqués par le randonneur (BANZHAF, 2005). La limite entre les deux catégories n'est pas très claire : un accident dépend souvent de circonstances spécifiques, comme un processus naturel se combinant à une mauvaise appréciation ou à une erreur humaine. A cause d'une préparation inadaptée, d'un équipement inapproprié, d'une condition physique déficiente ou d'une erreur d'interprétation concernant un danger objectif, un randonneur peut faire des choix préjudiciables, qui peuvent encore être amplifiés par la dynamique de groupe.

#### 3.1.4.2 Situations à risque lors de randonnées pédestres

Les situations à risque peuvent être nombreuses dans les Alpes lors de randonnées pédestres : les aléas géomorphologiques (chutes de pierres, éboulements, laves torrentielles), les bouleversements de la dynamique naturelle des cours d'eau causés par l'homme, les changements brusques des conditions météorologiques (orages, foudre, brouillard, froid,

---

<sup>11</sup> Cf. chapitre 3.2.

humidité), ainsi que la présence de tronçons exposés voire non sécurisés le long d'un sentier sont tous des facteurs qui contribuent à accroître le risque pour les randonneurs.

### 3.1.4.3 Conscience du danger

La popularité de la randonnée pédestre implique une fréquentation touristique élevée dans les Alpes en été, nettement supérieure aux autres activités estivales (BANZHAF, 2005). C'est pourquoi le taux de mortalité enregistré chez les randonneurs est le plus élevé parmi tous les autres pratiquants de sport de montagne<sup>12</sup>. Beaucoup de touristes parcourent la montagne **inconsciemment**, sans connaître les règles de comportement élémentaires de ce milieu : matériel inadéquat, endurance insuffisante, certains surestiment leurs forces. Associés à une mauvaise technique de marche et à un sens de l'orientation imparfait, un randonneur peut donc être rapidement mis en difficulté. Les dangers sont aussi parfois amplifiés par la détérioration des conditions météorologiques, qui peuvent engendrer d'autres obstacles pour les randonneurs, dont la connaissance, l'interprétation et l'anticipation des multiples dangers sont généralement approximatives. La plupart des situations à risque peuvent néanmoins être évitées si les signes précurseurs d'un événement dommageable sont perçus à temps : ces signes annonciateurs sont plus facilement repérables pour des personnes bien entraînées et familières à l'environnement alpin, tandis que les personnes issues des milieux urbains, vivant généralement loin de la nature, ont plus de peine à gérer les situations risquées, et sont plus vite dépassées (BANZHAF, 2005).

### 3.1.4.4 Appréciation du terrain et de l'itinéraire

L'**entraînement** sur le terrain est par conséquent primordial. En effet, lors de conditions défavorables, seules les randonneurs qui font fréquemment de la montagne peuvent se déplacer plus ou moins sans risque. Une analyse claire de la situation générale, des risques du terrain et de l'itinéraire, combinée à une préparation adéquate, sont les éléments qui peuvent permettre de prévenir le plus efficacement possible les accidents.

---

<sup>12</sup> Cf. chapitre 3.2.3.

## 3.2 Statistiques sur les accidents de montagne en Suisse

### 3.2.1 Les accidents de montagne en Suisse

Le Club Alpin Suisse (CAS) tient depuis 1994 des statistiques concernant les cas d'urgence survenus dans les Alpes suisses (MOSIMANN, 2001 ; 2002 ; 2003 ; 2004 ; 2005 ; 2006 ; 2007). Tous les événements ayant placé les touristes et autres amateurs de montagne dans une situation délicate sont ainsi recensés dans la rubrique « Accidents de montagne en Suisse ». Ces statistiques sont particulièrement utiles pour prévenir et informer les touristes des sources de danger les plus fréquentes.

Deux statistiques<sup>13</sup> différentes rendent compte du nombre d'urgences et d'accidents dans les Alpes suisses : les **cas d'urgence** prennent en compte tous les incidents pour lesquels les services de secours en montagne sont intervenus. Il peut s'agir autant d'évacuation de randonneurs non blessés que de maladies ou d'imprévus sans gravité extrême. Les **cas mortels** font l'objet d'une statistique séparée et comprennent seulement « les événements qui répondent à la définition habituelle d'un accident » (MOSIMANN, 2001). Les informations concernant les cas mortels sont habituellement bien détaillées : elles peuvent ainsi être analysées avec précision.

### 3.2.2 Les cas d'urgence

Les activités sportives de montagne sont fortement tributaires des conditions climatiques : en effet, le nombre de courses effectuées dans les Alpes est principalement dépendant des conditions météorologiques. Le nombre de cas d'urgence et d'accidents par activité est ainsi en lien direct avec ces conditions spécifiques : des situations favorables, comme lors de l'été 2003 ou du mois de juillet 2006, impliquent une fréquentation en hausse dans les régions montagneuses, et donc plus d'interventions. L'exemple de l'été caniculaire de 2003, avec une météo propice aux activités alpines, montre en effet une multiplication des courses en montagne, d'où une augmentation marquée du nombre d'interventions (1771 cas d'urgence). Des étés peu favorables aux sports de plein air, comme l'été 2002 (MOSIMANN, 2003) ou l'été 2004 (MOSIMANN, 2005), impliquent une réduction des activités touristiques et donc un recul du nombre d'accidents (1126 cas d'urgence pour l'année 2002, 1471 pour 2004).

	2000	2001	2002	2003	2004	2005 <sup>13</sup>	2006 <sup>13</sup>
<b>Randonnée pédestre</b>	469	541	441	636	658	796	842
Course de haute montagne	313	290	217	483	280	321	399
Ski de randonnée	220	166	166	217	175	159	223
Ski hors-piste	103	95	98	129	105	143	202
Escalade (rocher)	118	83	95	105	72	118	98
Autres sports de montagne	22	32	16	78	102	185	188
Parapente/deltaplane	105	107	93	123	79	114	98
<b>Nombre d'accidents total</b>	<b>1350</b>	<b>1314</b>	<b>1126</b>	<b>1771</b>	<b>1471</b>	<b>1836</b>	<b>2050</b>

**Tableau 1** : Cas d'urgence en montagne en fonction des activités pratiquées (de 2000 à 2006).

<sup>13</sup> Les informations de la Maison du sauvetage, qui est responsable des secours dans le Bas-Valais, ne sont disponibles que depuis l'année 2005 (MOSIMANN, 2001 ; 2002 ; 2003 ; 2004 ; 2005 ; 2006 ; 2007). Les données à disposition concernant les années 2000 à 2004 permettent cependant d'avoir une idée significative des accidents survenus dans les Alpes durant cette période. Notons aussi que les statistiques des décès ne sont pas concernées par ce changement, les chiffres ayant toujours été disponibles pour l'ensemble de la Suisse (MOSIMANN, 2007).

Parmi toutes ces activités pratiquées, la **randonnée pédestre** est celle qui est responsable du plus grand nombre d'**interventions** : de 2000 à 2006, 40 % des cas d'urgence concernent la randonnée pédestre. Les interventions ont de plus tendance à augmenter d'année en année. En effet, de 469 cas d'urgence en 2000 (35 % du nombre total d'accidents), le nombre d'accidents a presque doublé en 2006 (842 ; 41 % du nombre total d'accidents).

Les causes d'interventions sont nombreuses, mais les chutes constituent la cause la plus fréquente d'accident, suivies des affections et maladies. L'égaré représente la troisième cause d'interventions. Généralement, les jours des randonneurs accidentés ne sont pas en danger, mais certains doivent être hospitalisés. Lors d'étés mitigés (2004, 2005), le nombre de personnes perdues ou bloquées a tendance à s'accroître : ces situations sont causées habituellement par l'arrivée du mauvais temps, une diminution de la visibilité (brouillard), la tombée de la nuit, la fatigue, des chemins en mauvais état ou un équipement insuffisant.

### 3.2.3 Les accidents mortels

Activité où le nombre de cas d'urgence est le plus important, la randonnée pédestre est aussi celle où le nombre d'**accidents mortels** est parmi les plus grands. De 2000 à 2006, 33 % des décès survenus en montagne touchent ce sport, alors que 28 % frappent les courses de haute montagne, et 28 % le ski de randonnée et le ski hors-piste. Sur les 7 années prises en compte, le nombre de victimes lors de randonnées pédestres est le plus élevé lors de quatre d'entre elles : ainsi, 43 personnes (34 % des accidents mortels) sont mortes durant l'été caniculaire de 2003, ce qui représente le nombre le plus important de décès depuis 2000 pour cette activité. 2000 et 2006 sont les années où le pourcentage de morts concernant la randonnée est le plus important (respectivement 41 % et 38 % des décès).

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Randonnée pédestre</b>	38	34	28	43	34	32	40
Haute montagne	23	47	29	36	37	24	21
Escalade	1	2	4	5	4	7	4
Ski de randonnée	12	20	23	17	14	17	12
Hors-piste	11	16	12	18	7	6	19
Autre cause	8	14	6	6	12	10	8
<b>Victimes</b>	<b>93</b>	<b>133</b>	<b>102</b>	<b>125</b>	<b>108</b>	<b>96</b>	<b>104</b>

**Tableau 2** : Accidents mortels en fonction de l'activité pratiquée (de 2000 à 2006).

#### 3.2.3.1 Causes des accidents mortels

92 % des accidents mortels lors de randonnées pédestres sont dus à des **chutes**. Les autres accidents ont été notamment provoqués par la foudre (2003), la noyade dans un cours d'eau (2006), l'épuisement (2004) ou encore par des coulées de boue (2000<sup>14</sup>, 2006<sup>15</sup>).

<sup>14</sup> Un accident tragique a eu lieu durant le mois d'août lors de l'été assez pluvieux de 2000 : sur le chemin pédestre reliant Grindelwald First à la Grosse Scheidegg dans l'Oberland bernois, un chemin de promenade facile et très fréquenté ne présentant aucune difficulté majeure, un groupe guidé d'une vingtaine de personnes a été surpris par une coulée de boue. 5 personnes ont été emportées, dont deux ont pu se sauver au dernier moment, tandis que les trois autres ont trouvé la mort. Parmi elles se trouvait un des moniteurs du groupe, un guide indigène très expérimenté. Cet accident montre ainsi que lors de situations météorologiques extraordinaires, même dans un terrain *a priori* peu dangereux voire « inoffensif », des événements exceptionnels peuvent survenir et causer des dommages importants (MOSIMANN, 2001).

<sup>15</sup> Aucune information détaillée n'est disponible pour cet accident mortel.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Randonnée pédestre</b>	38	34	28	43	34	32	40
Chute	30	34	28	42	33	27	34
Autres causes	8	0	0	1	1	5	6

**Tableau 3** : Cause d'accidents mortels lors de randonnées pédestres (de 2000 à 2006).

### 3.2.3.2 Types de terrains lors de chutes mortelles

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Sentier (balisé)	15	17	17	23	20	11	22
Gazon/Eboulis/Rochers/Neige/Glace	?	10	10	18	13	16	12
Autre terrain	?	7	1	1	0	0	0
<b>Nombre total de chutes mortelles</b>	30	34	28	42	33	27	34

**Tableau 4** : Type de terrains lorsqu'une chute mortelle s'est produite (de 2000 à 2006).

La plupart des chutes mortelles (55 %) ont eu lieu sur des **itinéraires pédestres** (tableau 4) : les faux pas et les pertes d'équilibre sont les causes les plus fréquentes d'accidents mortels. Les données à disposition ne permettent pas d'évaluer la difficulté du terrain où ont eu lieu ces accidents mortels. Cependant, en tenant compte des lieux d'interventions, la plupart des accidents mortels se sont déroulés lors de randonnées alpines, sur des sentiers de difficulté T4<sup>16</sup> marqués blanc-bleu-blanc (MOSIMANN, 2005).

Sur les autres terrains, non balisés, ces chutes sont principalement dues à des glissades sur l'herbe humide, les rochers, la neige ou les terrains gelés (en automne).

Les causes des chutes de randonneurs restent toutefois assez obscures : la plupart des victimes cheminent seules et sont âgés de plus de 50 ans (MOSIMANN, 2002 ; 2003 ; 2004). Ainsi, aucun élément ne permet d'analyser en détail les circonstances de ces accidents mortels (MOSIMANN, 2002).

### 3.2.4 Perspectives

Les loisirs comme la randonnée pédestre, qui permettent de rapprocher l'homme de la nature, et plus particulièrement de la montagne, sont de plus en plus prisés. L'augmentation toujours plus importante des interventions et le nombre élevé de victimes pratiquant la marche sont néanmoins assez inquiétants et sont au centre de nombreux questionnements : en effet, le nombre de cas d'urgence est-il simplement en hausse parce qu'il y a de plus en plus de personnes en montagne ? Ou est-ce seulement dû à l'amélioration des moyens de communication qui permettent d'alerter les secours même depuis les endroits les plus reculés ?

Les conditions climatiques jouent cependant un rôle prépondérant dans le nombre et le déroulement de ces accidents de montagne : ce facteur semble donc être le plus influent. En effet, lors de longues périodes de beau temps comme en 2003, les courses en montagne se multiplient, d'où un nombre d'accidents logiquement plus élevé (MOSIMANN, 2004). Des

<sup>16</sup> Cf. annexe 1, nouvelle échelle pour la cotation des randonnées en montagne et alpines.

conditions peu propices, rencontrées en 2004 ou 2005 notamment, présentent néanmoins un bilan **alarmant** : le nombre d'accidents par rapport aux années précédentes a subi une hausse importante, randonnée pédestre en tête. Les statistiques mettent en évidence un accroissement d'accidents dus à l'égarement (MOSIMANN, 2006). Ainsi, même avec des conditions peu favorables et plus dangereuses, la fréquentation touristique reste élevée.

Les conséquences du réchauffement climatique dans les Alpes font que de nombreux cheminements sont moins sûrs qu'auparavant. Des itinéraires ont déjà été adaptés voire remplacés. Afin de ne pas approcher « l'année de record » qu'est 1989 et ses 66 randonneurs décédés (MOSIMANN, 2001), de nouvelles mesures de sécurité doivent être adoptées pour diminuer les dangers liés à une intensification des dynamiques géomorphologiques. Cela passe en premier lieu par une **planification raisonnable** des courses en montagne, permettant de mieux prévenir les accidents, en se renseignant notamment sur les conditions météorologiques qui peuvent connaître des variations marquées en très peu de temps.



### 3.3 Contexte légal

En 1979, l'adoption d'un nouvel article constitutionnel en votation populaire a créé la base pour la promotion des chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (OFROU, 2007). Se fondant sur ces considérations, le Conseil Fédéral a fait entrer en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 1987 la Loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (LCPR, RS 704), ainsi que L'Ordonnance sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (OCPR, RS 704.1).

#### 3.3.1 Loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (LCPR, RS 704)

*La Loi fédérale du 4 octobre 1985 sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (LCPR, RS 704)* a pour but « l'établissement des plans des réseaux communicants de chemins pour piétons et de chemins de randonnée pédestre, ainsi que l'aménagement et la conservation de ces réseaux » (art. 1). Les chemins de randonnée pédestre sont principalement destinés au délassement et « se trouvent en règle générale en dehors des agglomérations » (art. 3, al. 1). Ils servent à desservir « les zones propices à la détente, les sites (points de vue, rives, etc.), les monuments, les arrêts de transports publics ainsi que les installations touristiques » (art.3, al. 3). L'établissement « des plans des réseaux, existants ou en projet, de chemins pour piétons et de chemins de randonnée pédestre » doit être assuré par les cantons (art. 4, al. 1, lit. a). Ceux-ci doivent « réviser périodiquement ces plans » et les adapter au besoin (art. 4, al. 1, lit. b). Les cantons ont ainsi pour but de coordonner leurs réseaux « avec ceux des cantons voisins ainsi qu'avec celles des activités des cantons et de la Confédération qui ont des effets sur l'organisation du territoire » (art 5). Ils doivent aussi pourvoir « à l'aménagement, à l'entretien et à la signalisation » de ces chemins (art. 6, al. 1, lit a), et assurer « une circulation libre et si possible sans danger sur ces chemins » (art. 6, al. 1, lit b). Ils prennent aussi « les mesures juridiques propres à assurer l'accès au public » (art. 6, al. 1, lit. c). Si un itinéraire pédestre qui figure dans les plans doit être supprimé « en tout ou en partie, il faut pourvoir à un remplacement convenable par des chemins existants » ou créer un nouveau chemin « en tenant compte des conditions locales » (art. 7, al. 1). Les chemins de randonnée pédestre doivent notamment être modifiés « s'ils ne sont plus accessibles au public » ou s'ils ont été coupés d'une autre manière (art. 7, al. 2). Ce sont les cantons qui décident qui doit assurer le remplacement des chemins sur leur territoire (art. 7, al. 3). « Pour l'établissement des plans, l'aménagement et la conservation des réseaux de chemins pour piétons et de chemins de randonnée pédestre, la Confédération et les cantons font appel à des organisations privées vouées au développement de ces réseaux (organisations privées spécialisées) » (art. 8, al. 1). Certaines tâches, comme la signalisation, peuvent ainsi être confiées à ces organisations (art. 8, al. 2).

#### 3.3.2 Ordonnance sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (OCPR, RS 704.1)

L'Ordonnance sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (OCPR, RS 704.1) du 26 novembre 1986 garantit que « les plans des réseaux, existants ou en projet, de chemins pour piétons et de chemins de randonnée pédestre seront en règle générale révisés

tous les dix ans et, au besoin, modifiés » (art. 1). Elle assure également que « les cantons soumettent les plans à l'Office fédéral des routes (OFROU), avant leur mise en vigueur, et avant l'approbation de modifications importantes » (art. 2, al. 1, lit. a, b). Les cantons doivent également pourvoir « à l'aménagement, à l'entretien et à la signalisation des chemins pour piétons et des chemins de randonnée pédestre qu'ils ont inclus dans leurs plans » (art. 4, al. 1). L'Office fédéral des routes (OFROU) « établit des **directives sur la signalisation** des chemins de randonnée pédestre » (art. 4, al. 2). L'OFROU doit en outre faire appel « aux organisations privées lorsqu'il s'agit d'examiner les effets assez importants que des projets fédéraux exercent sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre, de déterminer les mesures de remplacement et que celles-ci nécessitent un examen assez approfondi, et d'établir des directives sur la signalisation des chemins de randonnée pédestre » (art. 9, lit. a, b, c).

### 3.3.3 Loi d'application de la loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (LALCPR, RS 704.1)

En **Valais**, canton dans lequel se situe le Val Ferret, une loi d'application de la loi fédérale (LALCPR, RS 704.1) a été adoptée le 27 janvier 1988. Elle a pour but de régler « la procédure d'établissement des plans des réseaux communicants de chemins pour piétons et de chemins de randonnée pédestre, ainsi que l'aménagement, la conservation et le remplacement de ces réseaux dans l'intérêt de la population et du tourisme » (art. 1, al. 1). Cette loi définit plus précisément les réseaux de chemins de randonnée pédestre, qui sont situés généralement à l'extérieur des agglomérations. Ceux-ci sont divisés en un **réseau principal**<sup>17</sup>, qui dessert entre autres les liaisons internationales et intercantionales, les tours pédestres de massifs montagneux ou encore les cols et les bisses, et un **réseau secondaire**, qui comprend les liaisons d'importance régionale ou locale (art. 3, al. 2). A l'article 4, il est spécifié que « l'établissement des plans, la mise en place de la signalisation, l'aménagement, la conservation et le remplacement des réseaux de chemins pour piétons et de chemins de randonnée pédestre relèvent de la **compétence des communes** ». La commune doit de plus garantir « dans le cadre de la législation en vigueur une **libre circulation si possible sans danger sur ces chemins** et prend les mesures juridiques propres à assurer l'accès au public » (art. 11). En cas de suppression totale ou partielle de chemins de randonnée pédestre contenus dans les plans, ceux-ci doivent être remplacés « conformément aux principes posés par la Confédération (art. 7 LCPR) » (art. 12, al. 1).

### 3.3.4 Règlement de la loi d'application de la loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (RLCPR, RS 704.100)

Un règlement de la loi d'application de la loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (RLCPR, RS 704.100) a été adopté le 29 mars 2006. Abrogeant le règlement établi le 5 juillet 1989, il désigne l'instance compétente, le Conseil d'Etat, qui est chargé (art. 1) de classer les réseaux principal et secondaire de chemins de randonnée pédestre, d'approuver les réseaux nouveaux ou modifiés et leurs mesures de remplacement, et finalement d'autoriser la construction d'ouvrages liés aux réseaux. L'article 2 définit précisément les services spécialisés, ainsi que le service responsable de diriger les procédures. Le **service de l'aménagement du territoire** élabore d'une part les concepts

---

<sup>17</sup> Cf. annexe 2.

généraux et les plans sectoriels, et planifie d'autre part les réseaux de chemins pour piétons et de randonnée pédestre (art. 2, al. 1). Le **service en charge des forêts et du paysage** est « compétent pour le subventionnement, la surveillance concernant la signalisation, l'entretien et la construction d'ouvrages, ainsi que pour l'examen et le contrôle des modifications et mesures de remplacement » (art. 2, al. 2). Le service responsable de diriger, de coordonner les procédures et de soumettre un projet de décision au Conseil d'Etat est le **service juridique du département compétent en matière de plans routiers** (art. 2, al. 3).

L'article 3 précise que les services spécialisés « soutiennent et conseillent les services cantonaux, les communes, les districts, les régions et les organisations spécialisées, notamment en tenant à disposition les études de base » (art. 3, al. 1). Ces services collaborent de plus avec l'**association faïtière valaisanne de randonnée pédestre** (VALRANDO<sup>18</sup>), « à laquelle peuvent être déléguées en particulier l'élaboration des projets nouveaux, modifiés ou remplacés et la planification de la signalisation » (art. 3, al. 2).

En collaborant avec le canton du Valais, Valais Tourisme, les communes et les associations intéressées, VALRANDO a pour but<sup>19</sup> de développer et de soutenir toutes sortes d'actions en faveur de la randonnée et développe donc les objectifs suivants : elle organise des randonnées et des séjours, soutient le sport de nature auprès du public et des touristes. VALRANDO réalise<sup>20</sup> également d'une part des **travaux de signalisation**, et, d'autre part, cette association **entretient** les chemins historiques et les chemins et sentiers de randonnée pédestre. Sous le régime créé par la LALCPR du 27 janvier 1988, VALRANDO poursuit sa tâche légale, notamment dans le cadre de la planification et de la surveillance des réseaux.

### 3.3.5 Plan directeur cantonal

Le Grand Conseil valaisan (organe législatif) a adopté en automne 1992 plusieurs objectifs d'aménagement du territoire par voie de décision. Ces objectifs prévoient l'élaboration d'un certain nombre de *fiches de coordination*, dont le but est de coordonner la gestion sectorielle du territoire pour intégrer notamment les exigences d'autres lois à incidence spatiale (comme la loi sur la protection de l'environnement (LPE, RS 814.01), la loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN, RS 451), la loi sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20), etc.) (REYNARD, 2001).

La randonnée pédestre est concernée par la fiche D.2/2 (*Chemins de randonnée pédestre et chemins de rives*). Cette fiche détermine l'instance responsable du projet et de la coordination (service de l'aménagement du territoire), ainsi que les autres instances concernées. Dix principes de coordination permettent de répondre aux objectifs d'aménagement du territoire décidés par le Grand Conseil, en particulier la valorisation des chemins de randonnée pédestres et la sécurité des randonneurs. Pour mettre en œuvre ces principes, les instances compétentes, c'est-à-dire le canton et les communes, doivent respecter une marche à suivre bien précise.

<sup>18</sup> Fondée en 1943 sous la dénomination « Association valaisanne de tourisme pédestre » (AVTP), son nom a évolué à plusieurs reprises depuis : en 1996, elle s'appelle « Association valaisanne de la randonnée pédestre » (AVRP) et depuis 1998, elle se nomme VALRANDO. Le nom VALRANDO vient de la contraction association VALaisanne de la RANDONnée pédestre (www.valrando.ch).

<sup>19</sup> Cf. statuts de l'association valaisanne de la randonnée, art. 3, (www.valrando.ch).

<sup>20</sup> Cf. statuts de l'association valaisanne de la randonnée, art. 1, (www.valrando.ch).

### 3.3.6 Signalisation des chemins de randonnée pédestre

#### 3.3.6.1 Bases légales

La randonnée jouissant d'une popularité importante auprès des touristes suisses et étrangers (BANZHAF, 2005 ; OFROU, 2007), le maintien d'un réseau de chemins de randonnée pédestre attractif, sûr et à **signalisation unique** est primordial.

Les principes applicables aux réseaux de chemins pour piétons et de randonnée pédestre sont définis par la Confédération, qui peut également soutenir et coordonner les mesures des cantons visant à l'aménagement et à l'entretien de ces réseaux (OFROU, 2007). C'est dans ce sens qu'est entrée en vigueur, le 1<sup>er</sup> février 2006, la Norme Suisse SN 640 829a « Signalisation du trafic lent », qui concerne directement la randonnée pédestre. Cette directive obligatoire permet en effet l'harmonisation de la conception des signaux pour l'ensemble de la mobilité douce.

En collaboration avec Suisse Rando<sup>21</sup>, l'Office fédéral des routes a donc établi, en vertu de l'article 4, alinéa 2 de l'OCPR, des directives **sur la signalisation** des chemins de randonnée pédestre, afin de contribuer à une signalisation uniforme et efficace des chemins de randonnée pédestre en Suisse (OFROU, 2007).

La signalisation des chemins de randonnée pédestre se fonde ainsi sur les **bases légales** suivantes (OFROU, 2007) :

- la Constitution fédérale de la Confédération helvétique (CF, RS 101) ;
- la loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (LCPR, RS 704) ;
- l'ordonnance sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (OCPR, RS 704.1) ;
- la loi fédérale sur la circulation routière (LCR, RS 741.01) ;
- l'ordonnance sur la signalisation routière (OSR, RS 741.21).

Conformément à l'article 6 de la LCPR et à l'article 4 de l'OCPR, la signalisation des chemins de randonnée pédestre incorporés dans les plans cantonaux relève de la responsabilité des cantons (OFROU, 2007). Cependant, de nombreux cantons délèguent la signalisation des chemins de randonnée pédestre aux associations cantonales de tourisme pédestre (OFROU, 2007), donc à VALRANDO dans le cas du canton du Valais<sup>22</sup>.

---




<sup>21</sup> Suisse Rando regroupe les associations cantonales de tourisme pédestre de Suisse et celle de la Principauté de Liechtenstein. Selon les statuts (art. 2) de Suisse Rando ([www.randonner.ch](http://www.randonner.ch)), cette association a pour but de :

- promouvoir un réseau de chemins de randonnée pédestre sûr, balisé de façon uniforme et sans lacunes, qui couvre l'ensemble du territoire suisse et de la Principauté de Liechtenstein ;
- initier des projets, fournir des prestations et mettre sur pied des activités sur le plan national, en accord avec les associations cantonales de tourisme pédestre, afin de promouvoir la randonnée pédestre en tant qu'occupation de loisirs judicieuse contribuant notablement à la santé publique, créant une plus-value touristique et renforçant le lien de la population avec la nature ;
- diriger, promouvoir et développer la randonnée pédestre comme sport populaire d'importance nationale ;
- offrir des prestations aux associations cantonales de tourisme pédestre et défendre leurs intérêts.

<sup>22</sup> Cf. chapitre 3.3.4, rôle de VALRANDO.

## 3.3.6.2 Définitions selon la Norme Suisse SN 640 829a (OFROU, 2007)

Le réseau de chemins de randonnée pédestre est formé de l'ensemble des chemins de randonnée, de randonnée en montagne et de randonnée alpine reliés entre eux (OFROU, 2007) :

-  les **chemins de randonnée** sont des itinéraires accessibles au public et habituellement destinés aux déplacements à pieds. Situés de préférence à l'écart des routes à circulation motorisée, ils ne sont revêtus, si possible, ni d'asphalte, ni de béton. Les passages raides sont munis d'escaliers et les endroits à risque de chute sont équipés de barrières. Le passage des cours d'eau se fait à l'aide de passerelles ou de ponts. Ces chemins ne présentent, en principe, aucune exigence particulière aux usagers : la signalisation des chemins de randonnée est de couleur **jaune** (OFROU, 2007).
-  les chemins **de randonnée en montagne** sont des itinéraires de randonnée qui comprennent des tronçons difficilement praticables. Empruntant avant tout des pentes raides, ils sont étroits et partiellement exposés. Les passages particulièrement escarpés et difficiles sont équipés de cordes ou de chaînes. Les ruisseaux peuvent parfois être traversés sans passerelle. Ces chemins sont donc réservés aux usagers ayant une bonne condition physique, le pied ferme, ne souffrant pas de vertige et connaissant les dangers liés à la montagne (chutes de pierres, dangers de glissade et de chute, changements brusques de la météo). Des chaussures munies de semelles spécifiques, un équipement vestimentaire approprié aux conditions météorologiques changeantes, ainsi qu'une carte topographique sont requis. Les indicateurs de direction sont jaune, avec des pointes de couleur blanc-rouge-blanc ; les confirmations et les marquages sont de couleurs **blanc-rouge-blanc** (OFROU, 2007).
-  les chemins **de randonnée alpine** sont des itinéraires de montagne exigeants. Ils traversent en partie des terrains sans chemins, des champs de neige et des glaciers, des pentes pierreuses, des éboulis ou des parois rocheuses comprenant de courts passages d'escalade, l'existence d'aménagements n'étant pas garantie. Ces derniers se limitent à la sécurisation des passages particulièrement exposés au risque de chute. Ces chemins sont donc réservés à des usagers en excellente condition physique, ayant le pied sûr, ne souffrant pas de vertige, maîtrisant le maniement de la corde, du piolet et des passages à escalader à l'aide des mains. La connaissance des dangers liés à la montagne est indispensable. En plus de l'équipement prescrit pour les chemins de randonnée en montagne, un altimètre, une boussole, ainsi qu'une corde et un piolet pour la traversée des glaciers, sont nécessaires. Les indicateurs de direction sont de couleur bleue, avec des pointes de couleur blanc-bleu-blanc ; les confirmations et les marquages sont de couleurs **blanc-bleu-blanc**. Un panneau d'information au départ de l'itinéraire doit indiquer les exigences particulières requises (OFROU, 2007).

A partir de ces définitions, le « Groupe de travail Echelle des difficultés en randonnée » du Club Alpin Suisse (CAS) établit, depuis plusieurs années, des échelles qui permettent d'évaluer la difficulté des itinéraires dans les différents guides qu'elles publient (VOLKEN,

2002). L'ancienne échelle des difficultés des randonnées à trois degrés (P : piéton, PE : piéton expérimenté, RE : randonneur expérimenté) n'étant plus adaptée aux exigences actuelles, le CAS a récemment mis au point une nouvelle échelle des difficultés en randonnée<sup>23</sup>. La nouvelle échelle, avec une cotation mieux différenciée et plus évidente<sup>24</sup>, permet d'améliorer considérablement l'évaluation de la difficulté des itinéraires de randonnée, en attribuant aux itinéraires de randonnée des degrés analogues à ceux des difficultés en escalade (VOLKEN, 2002). Cette échelle comprend donc six degrés de difficulté, T1<sup>25</sup> étant le premier degré de difficulté en randonnée, le plus simple, tandis que T6 désigne la course la plus difficile. Les différents degrés sont décrits et cernés plus précisément à l'aide de courses de référence et de définitions concernant le type de sentiers ou de terrains, ainsi que les exigences requises pour s'élancer sur de tels itinéraires.

### 3.3.6.3 Signaux

- Les itinéraires de randonnée pédestre sont signalisés par des **indicateurs de direction mentionnant les destinations**. Placés aux points de départ, aux destinations et aux destinations intermédiaires de tous les itinéraires, ainsi qu'à toutes les intersections des chemins de randonnée pédestre, ils donnent des informations concernant la **catégorie** de chemin, la **destination** d'itinéraire et, éventuellement, les **temps de marche** (OFROU, 2007) :

- les destinations correspondent aux points de départ et d'arrivée d'itinéraires, ainsi qu'aux lieux les plus importants le long d'un itinéraire : elles figurent de haut en bas dans la direction de marche sur l'indicateur de direction (fig. 1), et peuvent parfois être complétées par des symboles CFF ;
- les indications des temps de marche complètent les indications concernant les points de départ, les destinations d'itinéraire et les destinations intermédiaires : ils sont mentionnés soit sur tous les indicateurs de direction disposés sur un même emplacement (fig. 1), soit pas du tout ;
- utilisé uniquement sur les indicateurs de direction mentionnant les destinations et les temps de marche, le champ de l'emplacement (fig. 1) informe les touristes sur le lieu et l'altitude.



**Fig. 1** : Indicateurs de directions mentionnant les destinations, le temps de marche approximatif, ainsi que l'emplacement et l'altitude.

- Le **balisage intermédiaire** dirige les randonneurs entre les emplacements des indicateurs de direction. Ils les informent sur le tracé du chemin et sur la catégorie du tronçon respectif, sans mentionner la destination. On distingue les indicateurs de direction sans aucune mention (flèches de direction), les confirmations et les marquages (OFROU, 2007).

<sup>23</sup> Cf. annexe 1.

<sup>24</sup> L'ancienne cotation P (piéton) devient T1, PE (piéton expérimenté) devient T2 ou T3 et RE (randonneur expérimenté) devient T5 ou T6. La cotation T4 serait une sorte de PE+ (VOLKEN, 2002).

<sup>25</sup> L'abréviation T représente le mot « Tourisme » et rappelle les cartes d'excursions (tourisme pédestre) au 1:50'000 de l'Office fédéral de topographie qui portent cette même lettre T à côté du numéro de la feuille (VOLKEN, 2002).

Les **indicateurs de direction sans aucune mention** sont placés aux intersections importantes ou aux changements de direction importants afin d'indiquer les chemins dont le tracé ne peut pas être signalé clairement (OFROU, 2007).



**Fig. 2 :** *Marquage le long du sentier menant à la cabane de l'A Neuve.*

N'indiquant pas la direction, les **confirmations** confirment le chemin et la bonne orientation des indicateurs de direction. Elles sont généralement disposées à portée de vue des indicateurs de direction, aux intersections, aux endroits au tracé confus, ainsi qu'à des distances d'environ 10 minutes de marche (OFROU, 2007).

Les **marquages** correspondent à des confirmations peintes sur des rochers, des arbres, des murs et autres supports similaires et sont parfois représentés par des flèches de direction peintes. Ces flèches de direction ont une fonction similaire aux indicateurs de direction sans aucune mention (OFROU, 2007).

- Des **signaux de danger, de prescription<sup>26</sup> et d'indication** peuvent être placés avant une zone risquée. Pouvant être utilisés sans autorisation administrative, les signaux de danger et d'indication incitent les randonneurs à respecter un certain comportement : ils ont ainsi un caractère de recommandation. La mise en place de signaux de prescription est plus complexe, car elle nécessite notamment une démarche administrative préalable le long des voies publiques. Cependant, suite à des dangers naturels, il est possible de placer des interdictions de passages de courte durée sans autorisation administrative (OFROU, 2007).

<sup>26</sup> Cf. chapitre 8.2.4.





## 4. MÉTHODES

---



Ce chapitre présente les diverses méthodes utilisées au cours de cette étude. La réalisation de l'objectif principal, c'est-à-dire l'évaluation des risques géomorphologiques le long des sentiers pédestres, a fait usage de deux méthodes principales. Un travail d'observation de la zone d'étude (ch. 4.1) qui a abouti à l'élaboration de plusieurs cartes géomorphologiques<sup>27</sup> a tout d'abord été entrepris. L'évaluation du risque géomorphologique (ch. 4.2) a ensuite été accomplie en mettant en relation le niveau de difficulté des sentiers et le danger géomorphologique prévisible<sup>28</sup>. Les parties 4.1 et 4.2 servent donc à expliquer les principes théoriques sur lesquels reposent ces deux méthodes.

## 4.1 Cartographie géomorphologique

Depuis 1987, année où l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne (IGUL) a élaboré son propre système de légende géomorphologique (SCHOENEICH, 1993), la cartographie géomorphologique est un des piliers de la recherche en géographie physique (REYNARD et SCHOENEICH, 1995). Cet instrument de recherche, autant en géomorphologie théorique qu'appliquée, a pour but de représenter les formes du relief sur une carte, et de les interpréter selon leur genèse et/ou leur dynamique.

Selon le type de légende utilisée, l'accent peut être mis autant sur la genèse des formes (cartes morphogénétiques), la dynamique morphologique (cartes morphodynamiques) que sur la morphologie générale du terrain (cartes morphographiques) (SCHOENEICH et al., 1998). Il existe en Europe de nombreux systèmes de légende de cartes géomorphologiques, mais quatre d'entre eux ont particulièrement été utilisés en Suisse<sup>29</sup> (SCHOENEICH, 1993).

Les cartes géomorphologiques sont ainsi utilisées par de nombreux spécialistes (THELER, 2006) - ingénieurs, urbanistes, spécialistes du sol et de la forêt, agronomes, conservateurs de la nature - dans plusieurs domaines touchant au paysage et à ses formes comme :

<sup>27</sup> Cf. chapitre 6.2.

<sup>28</sup> Cf. chapitre 7.2.

<sup>29</sup> La **légende « suisse »**, mise au point dans les années 1940, mais qui a vu depuis de nombreuses améliorations successives, s'appuie sur un système très simple qui combine d'une part deux couleurs, le rouge pour les formes d'érosion et le vert pour les formes d'accumulation, et d'autre part des signes et des trames dessinés respectivement en rouge ou en vert, qui correspondent aux formes, avec une signification descriptive et génétique. L'avantage principal de ces cartes réside dans leur simplicité, car elles offrent une vision immédiate de la dynamique, très utile dans l'aménagement. Cependant, la genèse des formes n'apparaît pas clairement et est donc la plupart du temps difficilement lisible. Leur principal défaut est donc le caractère lacunaire de l'information géomorphologique (SCHOENEICH, 1993).

La **légende « R. C. P. 77 »**, élaborée dans les années 1970 en France, s'appuie sur un ensemble de signes et de trames dessinés en couleur. Une première série de couleurs indique par divers tons de rouge le type de domaine structural (massif ancien, couverture du socle, chaîne plissée, piémont molassique, accumulation volcanique). Dans ces couleurs, des trames déterminent la lithologie du substratum et des signes indiquent les formes structurales et les éléments tectoniques. Une deuxième série de couleurs indique les domaines morphogénétiques (fluviale, glaciaire, périglaciaire humide, tempéré humide, tempéré sec, ...). Des trames désignent aussi la lithologie des formations superficielles dans la couleur correspondant au domaine morphogénétique. Enfin, les formes sont représentées par des signes conventionnels, dessinés dans la couleur du domaine morphogénétique correspondant. Ce système donne une priorité à la représentation des formes et à leur genèse. Il permet donc une représentation très détaillée de l'information de terrain et une vision très « plastique » de la morphologie. Il présente néanmoins plusieurs inconvénients, comme celui de la superposition de plusieurs couches d'information qui surcharge la carte et la rend difficilement lisible (SCHOENEICH, 1993).

La **légende « GMK 25 »**, mise au point en Allemagne à la fin des années 1970, repose sur un système modulaire qui combine d'une part un ensemble de signes en noir ou en rouge, d'autre part des plages de couleur et de trames. Les pentes sont indiquées par des trames hachurées grises, les ruptures et les inflexions de pentes majeures par des lignes tramées noires, les formes topographiques par des signes noirs. La lithologie des formations superficielles et des roches affleurantes est représentée par des trames brun-rouge. Les domaines morphogénétiques sont indiqués par des plages de couleur (fluviale, gravitatif, dénudatif, glaciaire, périglaciaire, ...). Les processus sont indiqués par des signes, en noir pour les processus anciens, en rouge pour la dynamique actuelle. Avec cette légende, les couleurs ne représentent que des processus, et forment un ensemble logique, contrairement au système français. Le principe d'utilisation des couleurs, cependant, présente un certain nombre d'inconvénients, comme une mauvaise lisibilité des couches d'information dues à l'utilisation de couleurs parfois trop foncées (SCHOENEICH, 1993).

La **légende « IGUL »** est décrite au chapitre 4.1.1.

- la protection de la nature et du paysage ;
- la protection et/ou la mise en valeur touristique de zones naturelles à beauté particulière ;
- l'inventaire et la gestion de géomorphosites ;
- la cartographie des risques et des dangers ;
- l'évolution d'impacts environnementaux ;
- la création de sentiers didactiques.

Dans le cadre de ce travail, la cartographie géomorphologique a été utilisée dans les domaines relatifs à la **cartographie des dangers et des risques**. Elle a ainsi permis de cerner et d'estimer la configuration, le mécanisme de déclenchement et le genre d'impacts des types de dangers prévisibles. En s'appuyant sur l'observation et l'interprétation des formes du terrain, ces relevés se sont concentrés sur les principales dynamiques pouvant affecter les quatre itinéraires pédestres étudiés et ont ainsi permis d'identifier les causes, les probabilités d'occurrence et l'activité des processus géomorphologiques. Un inventaire des secteurs les plus dangereux, sous la forme de cartes du danger géomorphologique<sup>30</sup>, a ainsi pu être effectué.

#### 4.1.1 La légende de l'IGUL

La légende de l'IGUL, utilisée lors de cette étude, a été élaborée à la fin des années 1980 sur la base des trois systèmes de légende décrits ci-dessus. Le but a été de définir un système à la fois logique, cohérent, complet et simple, applicable à une cartographie à l'échelle 1 : 10'000 (HOLZMANN et al., 2005).

##### 4.1.1.1 Principes de la légende IGUL

Le système se base sur un ensemble de signes et de surfaces dessinés en couleur qui représentent les domaines morphogénétiques (tabl. 5) et qui correspondent aux couleurs officielles des cartes françaises (légende R.C.P. 77) et allemandes (légende GMK 25). Les formes sont figurées par des signes conventionnels dessinés dans la couleur du domaine morphogénétique concordant. Les formes et les surfaces d'érosion et d'accumulation se distinguent par la couleur du fond : les formes d'érosion sont représentées

Domaine morphogénétique	Couleur	Couleur quadrichrome (CMYK <sup>31</sup> )	
		Formes	Surfaces
Structural	Rouge	0 100 100 0	-
Hydrographie	Bleu clair	80 10 0 5	40 0 0 0
Fluviale	Vert	100 0 100 20	55 0 55 15
Gravitaire	Ocre	8 46 91 2	0 15 50 5
Glaciaire	Violet	80 100 0 10	30 35 0 5
Périglaciaire	Mauve	10 100 0 10	5 50 0 5
Nival	Rouge bordeaux	10 100 80 10	10 50 40 10
Karstique	Turquoise	100 0 40 0	60 0 25 0
Lacustre	Bleu foncé	100 40 0 40	50 20 0 30
Organogène	Olive	-	50 30 100 0 / 0 0 40 10
Anthropique	Gris	0 0 0 50	0 0 0 25
Erosion	Blanc	-	

**Tableau 5 :** Catégories de processus géomorphologiques et couleurs conventionnelles associées (HOLZMANN et al., 2005).

<sup>30</sup> Cf. chapitre 7.1.

<sup>31</sup> La légende de l'IGUL ayant été utilisée sous forme informatique au cours de ce travail, les couleurs associées aux processus correspondent à des couleurs quadrichromes (CMYK : cyan, magenta, yellow, black).

sur fond blanc, tandis que les formes d'accumulation sont dessinées sur un fond légèrement coloré dans la couleur du processus de l'accumulation.

La simplification du système permet d'éviter toute superposition de figurés : la carte ne comporte qu'une couche d'information (comme la légende suisse), ce qui rend la lecture aisée. Néanmoins, en pratique, on superpose parfois deux couches d'information. Le niveau de lecture de la carte donne par conséquent une vision d'ensemble des processus dominants et de leur importance relative.

#### 4.1.1.2 Avantages et défauts de la légende IGUL

L'une des caractéristiques principales, et de ce fait l'avantage de la légende IGUL, est la simplification des systèmes existants afin de ne garder que l'information strictement géomorphologique. En effet, les indications de pentes ou de ruptures de pente sont inutiles car elles peuvent facilement être déduites de la carte topographique. De plus, les informations concernant la géologie et la lithologie des formations superficielles ont été supprimées, de telles cartes existant déjà pour de nombreuses régions de Suisse (REYNARD et SCHOENEICH, 1995). L'utilisation conjointe des cartes géologiques avec la carte géomorphologique est donc préférable à une surcharge de cette dernière. Enfin, la représentation d'une seule catégorie de phénomènes par couleur permet une lisibilité instantanée.

L'inconvénient de la légende de l'IGUL réside dans le fait qu'il n'y a aucune distinction entre la dynamique des processus, à l'exception des glissements de terrain et des glaciers rocheux. Certaines modifications ont donc été apportées à cette légende dans le cadre d'études spécifiques (SCHOENEICH, 1998 ; GERTSCH et KAISER, 2001 ; THELER, 2003) pour mieux différencier les processus géomorphologiques actifs, inactifs et fossiles.

#### 4.1.1.3 Utilisation de la légende IGUL

Cette légende est actuellement utilisée pour tous les levés de terrain réalisés à l'IGUL (SCHOENEICH et al., 1998). Aujourd'hui informatisée, elle est également complétée par une banque d'images qui illustre chaque figuré.

PIERREHUMBERT (1998), GENTIZON et al. (2000) et WERREN (2007) ont essayé d'intégrer la carte géomorphologique dans un système d'information géographique (SIG), mais les résultats se sont avérés peu concluants, le plus grand problème résidant dans la représentation des signes conventionnels. L'édition des cartes est ainsi principalement réalisée au moyen du logiciel Adobe Illustrator (LAMBIEL et REYNARD, 2002 ; 2003). Dans le cadre de ce travail, l'application conjointe des logiciels SIG et Adobe Illustrator a permis d'obtenir des résultats convaincants, les formes ayant été représentées grâce au logiciel SIG et les signes conventionnels édités grâce au logiciel Adobe Illustrator.

Actuellement, la cartographie géomorphologique, qui reste l'un des axes principaux de la recherche à l'IGUL, se développe dans les applications à la cartographie des risques et des géomorphosites.

### 4.1.1.4 Autres légendes

Les légendes à disposition pour la cartographie des formes et des processus géomorphologiques sont nombreuses : en effet, plus d'une vingtaine de systèmes, officiels ou non, ont pu être identifiés (THELER, 2006). Certaines légendes se focalisent en outre sur un seul type de formes (périglaciaires ou karstiques) ou de processus (instabilités de terrain), ce qui nécessite la création de légendes spéciales à caractère thématique.

En Suisse, en plus des quatre systèmes décrits précédemment<sup>32</sup>, deux types de légendes sont couramment utilisés :

- la légende modulable pour la cartographie des phénomènes (OFEPF et OFEG, 1995) ;
- la légende de l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG) pour les formes quaternaires (OFEG, 2003).

### 4.1.1.5 Modifications apportées à la légende

Dans le cadre de l'analyse morphologique effectuée dans le Val Ferret, la légende de l'IGUL a nécessité quelques adaptations permettant de mieux différencier les processus géomorphologiques actifs de ceux inactifs ou fossiles ayant des impacts sur les quatre sentiers pédestres.

Ces modifications ont concerné principalement les processus fluviaux avec les cônes de déjection : l'application de nuances de couleurs a permis de mieux différencier l'activité de ces processus. L'inconvénient majeur de ces adaptations est son caractère « instantané » dans le temps, qui ne permet pas d'indiquer si les formes observées sont récurrentes ou seulement temporaires (THELER, 2006).

---

<sup>32</sup> Cf. chapitre 4.1.1.

## 4.2 L'évaluation du risque géomorphologique dans les régions touristiques

L'évaluation du risque géomorphologique dans les régions touristiques est une méthode italienne élaborée par les universités de Gênes, Pavie et Milan.

Cette méthode d'évaluation joue un rôle important dans le domaine des études sur le danger et le risque géomorphologique, car elle s'intéresse au rapport entre les dynamiques géomorphologiques et le tourisme, qui représente un aspect particulier de la vulnérabilité. Même si la faible attention envers les processus géomorphologiques locaux est souvent responsable d'accidents, il apparaît essentiel d'évaluer les éléments morphologiques et structuraux présents le long des itinéraires pédestres qui peuvent affecter les touristes et donc augmenter leur vulnérabilité. En effet, une meilleure connaissance des phénomènes d'instabilité et des situations influençant la vulnérabilité touristique peuvent contribuer à une mitigation<sup>33</sup> du risque. La divulgation est donc essentielle pour rendre le touriste plus conscient des situations de risque présentes le long des itinéraires pédestres.

Cette méthodologie d'analyse standard (BRANDOLINI et al., 2007)<sup>34</sup> vise à déterminer le danger géomorphologique et la vulnérabilité touristique, pour aboutir à une classification du risque géomorphologique sur les sentiers pédestres. Cette évaluation peut ensuite servir de support dans la gestion et l'aménagement du territoire. Dans ce but, un protocole prévoyant la compilation de **5 fiches** a été réalisé par BRANDOLINI et al. (2007) ; ce protocole est composé par :

- 1° → une fiche générale de localisation de la zone ou de l'itinéraire touristique ;
- 2° → une fiche concernant les dangers géomorphologiques ;
- 3° → une fiche tenant compte des éléments géomorphologiques pouvant influencer la vulnérabilité ;
- 4° → une fiche définissant la vulnérabilité touristique ;
- 5° → une fiche estimant le risque géomorphologique relatif aux activités touristiques.

### 4.2.1 Démarche

#### 1° **Fiche générale de localisation de la zone ou de l'itinéraire touristique** (partie 1)

Cette fiche d'introduction met en avant en premier lieu la zone de l'itinéraire étudié : la dénomination de la région examinée fait référence à un toponyme précis. Une carte de la zone d'étude au niveau régional et une photo permettent une localisation géographique immédiate. Les caractéristiques géographiques principales (situation, bassin versant, coordonnées géographiques, altitude minimale et maximale de l'itinéraire, références cartographiques), le balisage et la cotation<sup>35</sup> du sentier, l'accessibilité à la zone (temps de marche) et le type d'intérêt touristique sont présentés. L'auteur de l'évaluation générale, en cas de questions,

<sup>33</sup> La mitigation du risque correspond à une « application sélective de techniques appropriées et de principes de gestion afin de réduire soit la probabilité d'occurrence d'un événement, soit ses conséquences néfastes, ou les deux » (Glossary of risk assessment terms by the International Centre for Geohazards (ICG)).

<sup>34</sup> La version de BRANDOLINI et al. (2007) utilisée au cours de ce travail a été traduite en français par Georgia Fontana.

<sup>35</sup> Les cotations utilisées sont celles établies par le groupe de travail évaluation des difficultés du Club Alpin Suisse (CAS), annexe 1.

ainsi que la date, mettant en évidence la saison au cours de laquelle l'évaluation a eu lieu, sont aussi indiqués.

Cette fiche introductive de description accorde ainsi une importance particulière aux caractéristiques naturelles du territoire.

## **2° Fiche concernant les dangers géomorphologiques (partie 2)**

L'environnement alpin traverse actuellement une période de transformation intense et rapide causée par les activités anthropiques d'une part et par les répercussions dus aux changements climatiques d'autre part. L'expansion des activités touristiques dans des zones toujours plus fragiles implique une augmentation des risques et des impacts. La conséquence principale est une fréquentation croissante de régions sujettes depuis longtemps aux dangers géomorphologiques, mais aussi de zones qui n'en sont concernées que depuis peu, suite aux variations climatiques récentes.

Cette fiche prend donc en compte les dangers géomorphologiques actuels. Les itinéraires pédestres situés dans les Alpes, de par leur longueur et leur dénivellation, sont la plupart du temps affectés par plusieurs phénomènes différents. La fiche d'évaluation prévoit ainsi de distinguer les dangers du même genre et de genre différent le long des itinéraires : plusieurs fiches numérotées de manière progressive (du départ à l'arrivée du sentier) doivent donc être établies (événement n°1, événement n°2, ...).

Les fiches reportent la dénomination du type d'aléa, sa localisation (situation de l'itinéraire affecté (coordonnées) et extension du phénomène) et une description spécifique du danger. Les caractéristiques géologiques de la zone sont indiquées si nécessaire. Les caractéristiques du phénomène (région, longueur du tracé affecté), la fréquence potentielle de l'événement et les conditions météorologiques pouvant amorcer ou accroître le danger sont également reportées. Si besoin, des remarques concernant la dynamique du phénomène peuvent aussi être exposées. Ceci permet d'établir un degré de dangerosité pour l'aléa étudié. De plus, des photos ou des extraits de cartes géomorphologiques permettent d'illustrer et d'identifier les processus dans leur contexte général.

Cette **identification des dangers** peut aussi être documentée par des événements passés, ainsi que par l'analyse géomorphologique effectuée sur le terrain. Ces dangers sont évalués dans la partie 5 du protocole qui définit le risque géomorphologique.

## **3° Fiche tenant compte des éléments géomorphologiques pouvant influencer la vulnérabilité (partie 3)**

Les variations météorologiques agissent non seulement sur le déclenchement de certains processus géomorphologiques (laves torrentielles), mais elles ont aussi des répercussions majeures sur la vulnérabilité humaine, plus difficilement identifiable mais également importante. La présence de roches mouillées et glissantes, la perte d'orientation, la détérioration des conditions physiques ou encore un équipement et une préparation inadaptés sont tous des exemples de facteurs qui peuvent accroître la vulnérabilité de l'individu de façon plus ou moins marquée.



La complexité et la multiplicité de ces facteurs doivent impliquer une attention remarquée non seulement envers ce qui concerne la compréhension des phénomènes naturels, mais surtout envers leurs possibles interactions avec la fréquentation de certaines zones et avec leurs utilisations à des fins touristiques.

La fiche identifie donc les caractéristiques géographiques (coordonnées des tronçons), les aspects morphologiques et structuraux des itinéraires (structure de l'itinéraire, exposition, état de conservation, pente), ainsi que les particularités climatiques (variations météorologiques) pouvant influencer la vulnérabilité des touristes le long des chemins pédestres.

#### 4° Fiche définissant la vulnérabilité touristique (partie 4)

Le danger peut augmenter à cause de l'intensification de certains phénomènes naturels et peut entraîner des réactions différentes chez le touriste selon ses caractéristiques physiques et techniques. Il sera par conséquent exposé à une vulnérabilité faible ou élevée par rapport à un événement naturel et donc à un degré de risque différent.

Cette fiche présente ainsi le type d'activités touristiques pratiquées, la période majeure de fréquentation, les types de structures présentes, la fréquence touristique relative et les éléments d'intérêts touristiques.

#### 5° Fiche estimant le risque géomorphologique relatif aux activités touristiques (partie 5)

En mettant en relation le danger géomorphologique prévisible et les éléments géomorphologiques qui peuvent influencer la vulnérabilité touristique, il est possible d'attribuer différents degrés de risque (blanc, jaune, bleu et rouge) le long des itinéraires examinés.

L'échelle utilisée provient de la matrice d'évaluation des aléas qui permet de produire les cartes de dangers (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997a, b). Elle se base sur la relation intensité / probabilité et prévoit quatre degrés de risque. Un tronçon présentant un risque élevé est représenté en **rouge**, un risque moyen est représenté en **bleu**, un risque faible en **jaune**, alors que les secteurs présentant un risque résiduel selon l'état des connaissances actuelles sont figurés en **blanc**.

#### 4.2.1 Adaptation

Dans le cadre de l'évaluation du danger géomorphologique sur les sentiers pédestres du Val Ferret, la méthode développée par BRANDOLINI et al. (2007) a été quelque peu adaptée. En effet, la région d'étude se situant exclusivement en milieu alpin, plusieurs modifications ont été apportées :

- dans la **première fiche**, qui localise l'itinéraire touristique, trois caractéristiques ont été ajoutées : elles concernent le balisage, la cotation du sentier<sup>36</sup> et le temps approximatif de marche.

<sup>36</sup> Selon la nouvelle échelle pour la cotation des randonnées en montagne et alpines, annexe 1.

- dans la **deuxième fiche**, les caractéristiques de la roche ont été maintenues uniquement lors d'aléas où cette particularité joue un rôle prépondérant. Elles sont remplacées par une rubrique « remarques sur la dynamique du phénomène » dans le cas contraire.
- la structure des itinéraires, dans la **troisième fiche**, a été partiellement ajustée aux caractéristiques des environnements alpins : moraine, chaînes, échelles et des indications plus précises sur le type de substratum rocheux permettent de mieux définir la structure en place.

De plus, les quatre sentiers étudiés ont été divisés en tronçons homogènes, ce qui a permis de définir un degré de difficulté<sup>37</sup> et un degré de danger<sup>38</sup> pour chaque secteur, facilitant ainsi l'évaluation du risque géomorphologique<sup>39</sup>.

---

<sup>37</sup> Cf. chapitre 6.1.

<sup>38</sup> Cf. chapitre 7.1.

<sup>39</sup> Cf. chapitre 7.2.

## **5. REGION D'ETUDE VAL FERRET, VALAIS, SUISSE**

---



## 5.1 Situation géographique

Le Val Ferret, bassin versant de la Dranse de Ferret, se situe dans la commune d'Orsières dans le Bas-Valais, sur la rive gauche de la vallée du Rhône (fig. 3). Il s'étend de la frontière entre l'Italie et la Suisse au sud jusqu'au village d'Orsières, au nord. Orientée globalement NNE-SSW, cette vallée d'une superficie de 123 km<sup>2</sup> est ainsi située au cœur des Alpes valaisannes sur le flanc est du massif du Mont-Blanc. Elle est représentée sur les feuilles d'Orsières (1345) et du Gd-St-Bernard (1365) de la carte nationale de la Suisse au 1 : 25'000, entre les coordonnées géographiques 79-97 et 566-578.

L'altitude de la confluence de la Dranse de Ferret avec celle d'Entremont se situe à 924 m et le sommet le plus haut de la vallée, l'Aiguille d'Argentière, se trouve en rive gauche de la Dranse à une altitude de 3901 m. L'altitude moyenne de la vallée est de 2275 m et correspond bien avec celle du canton du Valais, qui atteint 2292 m. L'altitude moyenne de la rive gauche est très élevée (2357 m) et son orientation vers l'est a permis le développement de plusieurs glaciers, ce qui donne un taux d'englacement de la vallée d'environ 17 % (ROSSET, 1990). Le versant droit, orienté à l'ouest, a une altitude moyenne beaucoup plus basse (1734 m), ce qui ne permet pas la formation d'appareils glaciaires. Le Val Ferret possède dans son ensemble un relief très escarpé, ce qui est démontré par la pente des versants qui atteint 50 % en moyenne (ROSSET, 1990).



**Figure 3** : Situation géographique de la zone d'étude (tiré de l'Atlas de la Suisse).

### 5.1.1 Localisation des sentiers pédestres

De nombreux chemins pédestres sillonnent le Val Ferret. **Quatre itinéraires** figurant parmi les plus fréquentés de la région seront étudiés au cours de cette recherche (carte 1) :

- les trois premiers sentiers analysés sont situés exclusivement sur la rive gauche de la Dranse et mènent à des cabanes du Club Alpin Suisse (CAS). Ces sentiers « alpins » sont étroits, escarpés et généralement réservés à des randonneurs expérimentés ;
- le quatrième chemin examiné, celui du très parcouru Tour du Mont-Blanc (TMB), traverse la vallée du nord au sud. Ce sentier est beaucoup plus large que les trois autres et emprunte des tronçons très variés : routes en goudron, en terre, chemin large, secteurs en forêt. Il est ainsi accessible à un public peu chevronné.

#### 5.1.1.1 Sentier du bivouac du Dolent

Le premier itinéraire amène les randonneurs de La Fouly (1593 m) au bivouac du Dolent (2667 m) par un sentier très raide qui contourne la Maye (2642 m) par le sud. Ce refuge compte 12 places et est situé au pied de l'arête ouest du Mont Dolent. Balisé blanc-rouge-blanc, cet itinéraire exigeant coté T3 par le CAS<sup>40</sup> nécessite environ 3 heures de marche depuis La Fouly.

#### 5.1.1.2 Sentier de la cabane de l'A Neuve

Se trouvant à 2735 m au sud-ouest des Pointes des Essettes, la cabane de l'A Neuve est dotée de 28 places. Ce second itinéraire part également de La Fouly (1593 m). Situé dans sa partie initiale entre la Reuse de l'A Neuve et celle de l'Amône, le sentier traverse ce dernier cours d'eau à environ 2100 m et s'élève par de nombreux lacets jusqu'au refuge. Il est balisé blanc-rouge-blanc, est coté T3 par le CAS et il faut compter environ 3 heures 30 de marche depuis La Fouly.

#### 5.1.1.3 Sentier de la cabane de Saleina

L'itinéraire menant à la cabane de Saleina (2691 m ; 48 places) part de la prise d'eau d'Electricité Emosson SA située à 1593 m. Equipé de chaînes et d'échelles dans sa partie initiale, ce chemin compliqué contourne les clochers des Planereuses par le nord. Balisé blanc-bleu-blanc et de difficulté T4, le temps de marche est d'environ 3h30 depuis la prise hydroélectrique.

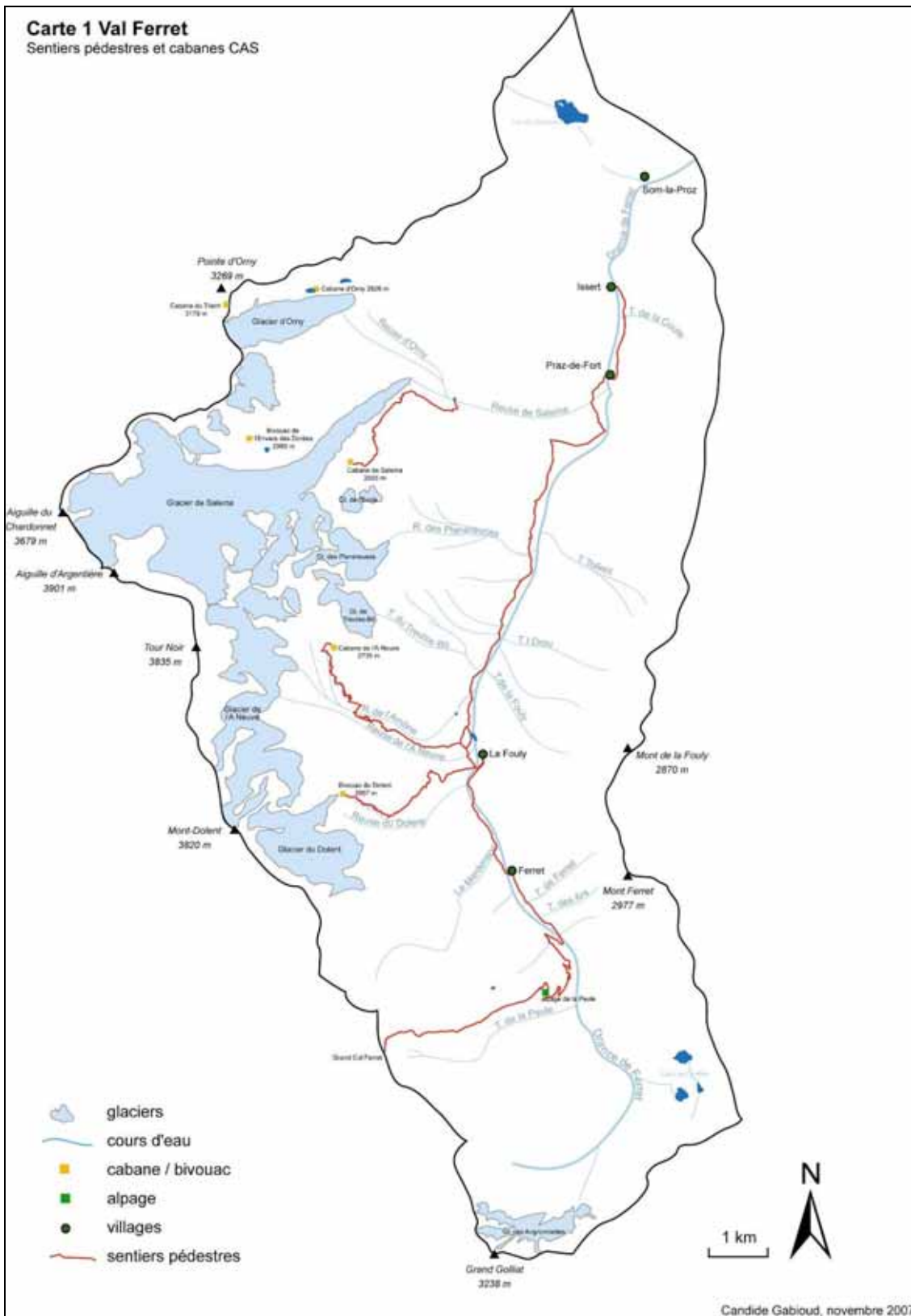
#### 5.1.1.4 Sentier du Tour du Mont-Blanc

Ce chemin, qui est le plus fréquenté et le plus long des itinéraires étudiés, parcourt majoritairement le fond du Val Ferret. En effet, entre le village d'Issert (1055 m) et l'alpage des Ars Dessous (1802 m), cet itinéraire suit grossièrement le tracé de la Dranse de Ferret. Il est ainsi situé sur la rive droite de ce cours d'eau entre Issert et Praz-de-Fort (1151 m) puis remonte la vallée sur la rive gauche jusqu'à la station de La Fouly (1593 m). Il suit ensuite à nouveau la rive droite en passant par le village de Ferret (1700 m) et traverse la Dranse à 1775 m dans la région des Ars. De là, le sentier s'élève rapidement jusqu'à l'alpage de la Peule

---

<sup>40</sup> Cf. annexe 1, nouvelle échelle pour la cotation des randonnées en montagne et alpines.

(2071 m) pour atteindre finalement la frontière avec l'Italie située à 2537 m, au Grand Col Ferret. Balisé blanc-rouge-blanc entre l'alpage de la Peule et le Grand Col Ferret et jaune sur le reste du parcours, ce chemin ne comporte que peu de difficultés et est coté T1 / T2.





## 5.2 Cadre géologique

### 5.2.1 Cadre géologique et tectonique<sup>41</sup>

La Dranse de Ferret coule en aval du village du même nom dans des roches assez « tendres », ce qui lui permet de suivre un tracé grossièrement parallèle à la direction générale des unités tectoniques, d'orientation NNE-SSW (ROSSET, 1990).

Le Val Ferret appartient à deux domaines géologiques différents (carte 2) : l'Helvétique et le Pennique, dans lesquels affleurent successivement d'ouest en est, soit du plus externe au plus interne :

- le socle cristallin du massif du Mont-Blanc ;
- sa couverture sédimentaire mésozoïque ;
- les racines des nappes helvétiques et ultrahelvétiques ;
- la zone de Sion-Courmayeur ;
- la zone Houillère.

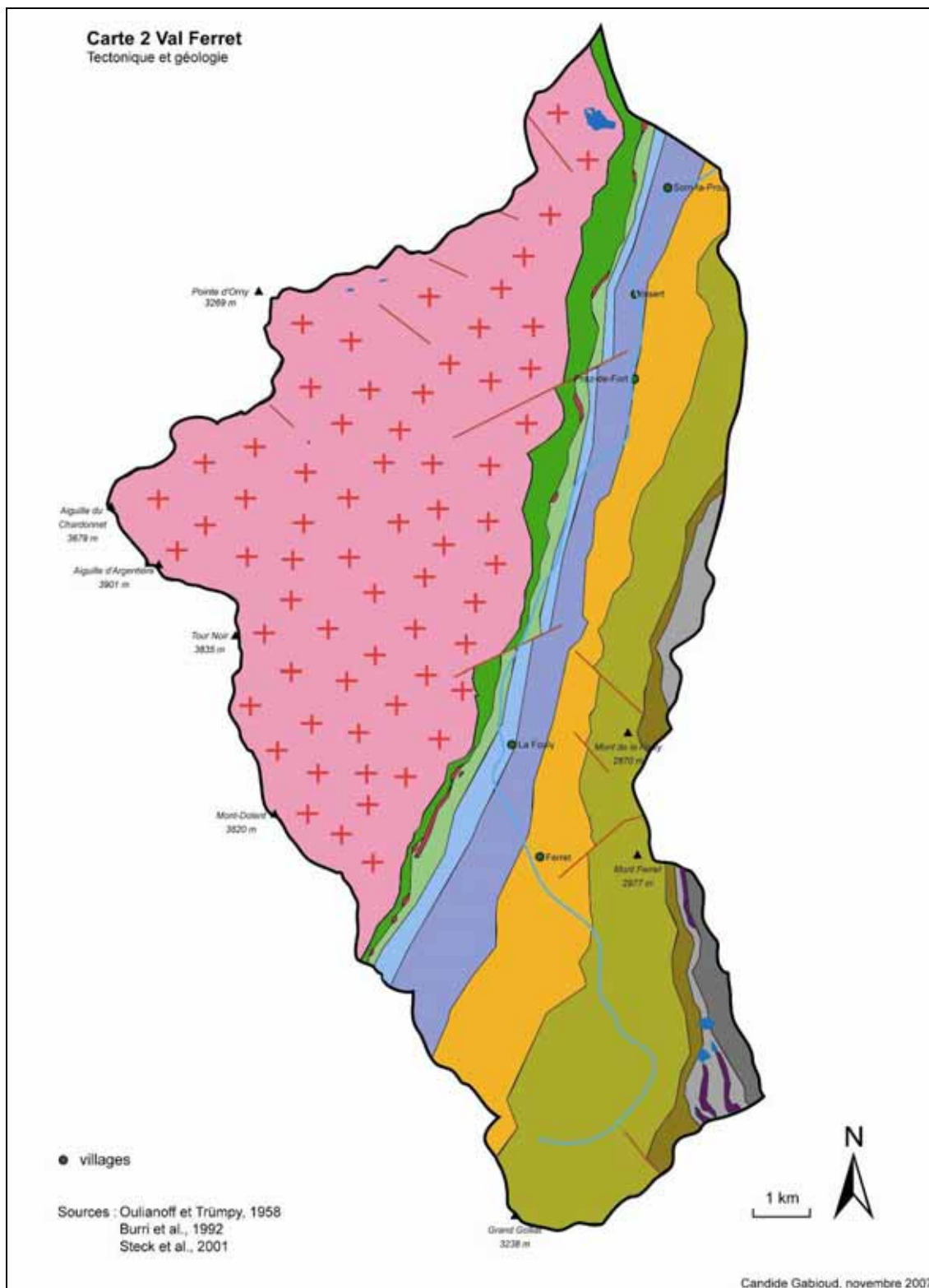
Les hauts sommets du Val Ferret (Mont Dolent, Tour Noir, Aiguille d'Argentière, Aiguille du Chardonnet) sont taillés dans les roches cristallines du **massif interne du Mont-Blanc** : le gros du massif est constitué de granites porphyriques, nommés globalement « protogines » du Mont-Blanc (BURRI et al., 1992). Ces granites, écroulés des escarpements rocheux ou issus de bastions morainiques, sont remaniés et sont déposés dans la Dranse de Ferret par la Reuse du Dolent, celle de l'A Neuve et de l'Amône, ainsi que par la Reuse de Saleina (THELER, 2003 ; 2004a, b).

A la base de ce versant très raide, ce sont des roches sédimentaires qui affleurent lorsque les cônes de déjection, les cônes d'avalanche et les cônes d'éboulis de la rive gauche ne les recouvrent pas totalement (THELER, 2003). Ces assises sédimentaires déterminent soit des dalles calcaires bien visibles dans le paysage (dalle de l'Amône), soit des pentes plus douces, envahies par la forêt quand l'altitude le permet. Ces roches composent la **couverture autochtone** d'âge mésozoïque, transgressive sur les roches cristallines du Mont-Blanc, ainsi que les **racines des nappes helvétiques**.

Le versant droit du Val Ferret, moins escarpé, est taillé dans les flyschs très plaquetés de la **zone de Sion-Courmayeur**, domaine appartenant au Pennique inférieur. Cette zone, constituée de trois unités, permet de distinguer successivement (de bas en haut) :

- l'*unité de Ferret*, qui est composée notamment de calcschistes et de grès ;
- l'*unité du Roignais-Versoyen*, subdivisée en trois sous-unités : les couches de l'Aroley, formées de calcaires massifs et conglomératiques, les couches des Marmontains, constituées de schistes noirs et de quartzites, et le flysch calcaire des couches de St-Christophe ;
- l'*unité de la Pierre Avoi*, mélange chaotique de schistes noirs, de quartzites, de dolomies, de calcaires siliceux associés à une série conglomératique et schisto-quartzitique.

<sup>41</sup> D'après OULIANOFF et TRÜMPY, 1958a, b ; SPICHER, 1980 ; BURRI et al., 1992 ; BURRI et MARRO, 1993 ; STECK et al., 1999, 2001.



## Esquisse géologique et tectonique du Val Ferret : légende

### HELVETIQUE S. L.

#### Massif du Mont-Blanc interne


 gneiss, leucogranites, granites et rhyolites (Paléozoïque)

 calcaires, dolomies, schistes mameux et pélitiques (Trias-Jurassique)

#### Nappe du Wildhorn

##### Unité des Diablerets

 calcaires et marnes sableuses (Jurassique)

 quartzites et arkoses (Trias)

##### Unité du Mont Gond


 calcaires, marnes et grès (Jurassique)

##### Unité du Sublage


 calcaires, dolomies, marnes et grès (Trias-Jurassique)

### PENNIQUE INFÉRIEUR

#### Zone de Sion-Courmayeur

 Unité de Ferret : calcaires dolomitiques, calcschistes, grès, marbres et argilites (Trias-Crétacé)

 Unité du Roignais-Versoyen : marbres, calcschistes, schistes, quartzites et brèches (Trias-Crétacé)


 Unité de la Pierre Avoi : schistes, grès, quartzites, dolomies, marbres et conglomérats (Trias-Jurassique-Crétacé)

### PENNIQUE MOYEN

#### Zone Houillère

##### Partie externe

 quartzites, cornieules, dolomies, évaporites et calcaires (Trias)

 schistes noirs et grès sombres (Carbonifère)

##### Partie interne

 schistes noirs, grès sombres, conglomérats et prasinites (Carbonifère supérieur-Permien)

La morphologie de tassements, masquées par les étendues forestières, empêche de distinguer l'*unité de Ferret* des autres unités dans les parties basses de la vallée. Par contre, au-dessus de la limite des arbres, de vastes cirques d'érosion actifs se sont ouverts dans ces unités très friables. Ils permettent de bien observer l'*unité du Roignais-Versoyen*, ainsi que le liseré assez mince de l'*unité de la Pierre Avoi*.

Les schistes noirs associés aux grès sombres de la **partie externe de la zone Houillère** (domaine du Pennique moyen), qui comprend également une couverture triasique, affleurent au Nord du Mont de La Fouly et dans la région des Lacs de Fenêtre.

L'ensemble des unités décrites présente un pendage fort assez uniforme d'environ 50° en direction de l'ESE.

### 5.2.2 Matières minérales et exploitables

Plusieurs gisements de fer, souvent associé à de la blende et à de la galène, sont connus dans le Val Ferret. Dans les années 1870, de la pyrite a été exploitée dans la dalle de l'Amône (573.200/87.900), au contact des schistes aaléniens et des calcaires bajociens. Elle s'y trouve associée à de l'hématite et à de la galène (BURRI et MARRO, 1993).

### 5.2.3 Hydrogéologie

Formé majoritairement de calcaires et de schistes noirs, le substrat rocheux du Val Ferret est dans l'ensemble peu ou pas perméable. Toutefois, la dissolution des gypses au pied du versant en rive droite et le surcreusement de la vallée causé par l'érosion glaciaire entraînent des tassements profonds qui sont à l'origine d'une forte fracturation et d'une augmentation de la perméabilité (BURRI et MARRO, 1993). Les eaux sont ainsi drainées dans les points bas de la vallée, où elles alimentent de petites nappes phréatiques localisées dans des formations d'origine fluvio-glaciaire (THELER, 2003).

### 5.3 Cadre climatique

L'intensité et la fréquence plus importante des fortes précipitations relevées au cours du XX<sup>ème</sup> siècle combinée à une hausse marquée des températures durant cette période<sup>42</sup> contribuent à une intensification des dynamiques géomorphologiques (BENISTON, 2003 ; 2005a ; 2007b ; BENISTON et al., 2007), qui a pour conséquence dans les Alpes un potentiel de risque plus élevé notamment le long des voies de communication comme les sentiers pédestres.

Les paramètres climatiques les plus importants pour la gestion des itinéraires pédestres sont donc ceux liés aux températures et aux précipitations, les processus géomorphologiques affectant les sentiers étant souvent engendrés par des événements météorologiques extrêmes (OcCC, 1998 ; 2003). L'analyse précise de ces deux paramètres permet ainsi d'une part de suivre le comportement de la température en altitude et, d'autre part, de déterminer un seuil pluviométrique au-dessus duquel des dégâts sont à attendre<sup>43</sup>.

Le climat caractérisant le Val Ferret étant de type continental alpin, il est marqué par une pluviosité relativement faible dans le fond de la vallée et des amplitudes thermiques élevées (ROSSET, 1990).

Quatre stations de mesures étagées en altitude enregistrent les différents paramètres climatiques : la station d'Orsières (890 m), celle de La Fouly (1600 m), celle de Bourg-Saint-Pierre (1633 m) et celle du Grand-Saint-Bernard (2479 m), les deux dernières stations n'appartenant pas directement à la région d'étude :

- les données récoltées par la station du Grand-Saint-Bernard sont les plus complètes et donnent la possibilité de connaître certains paramètres climatiques du Val Ferret dans la tranche d'altitude supérieure à 2500 m - 2700 m, partie correspondant aux zones d'alimentation des glaciers ;
- appartenant à l'entreprise d'Électricité Emosson SA, la station de La Fouly (1600 m) est privée et fournit des données sur la température et les précipitations totales<sup>44</sup> ;
- les stations d'Orsières et de Bourg-Saint-Pierre ne donnent des informations que sur la pluviométrie totale.

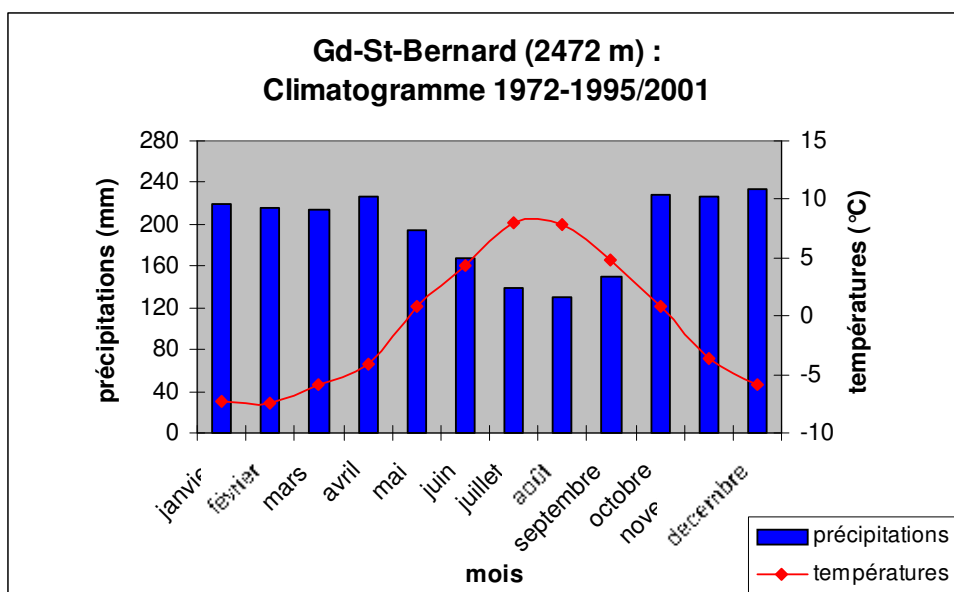
#### 5.3.1 Températures

Au Grand-Saint-Bernard (fig. 4), sur la période étudiée (1972 et 1995), les **températures** sont en moyenne positives de mai à octobre, avec un maximum en juillet (8°C), et négatives de novembre à avril, le minimum étant situé au mois de février (-7,4°C) ; la moyenne annuelle est de -0,6°C.

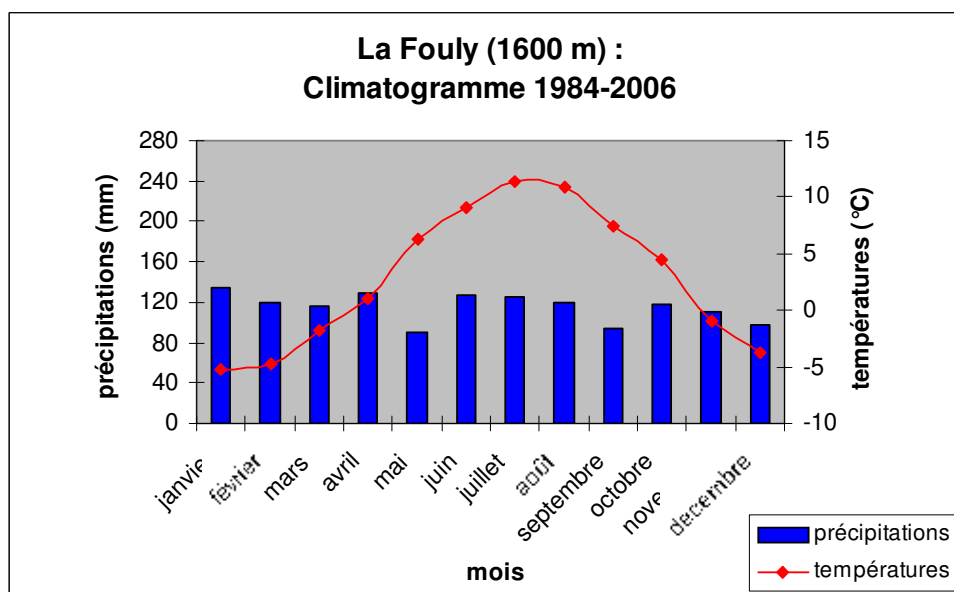
<sup>42</sup> Cf. chapitre 1.1.

<sup>43</sup> Cf. chapitre 6.2.4.1.

<sup>44</sup> Les données de cette station, mise en service depuis le mois de mai 1983, ne sont pas validées systématiquement et sont seulement à titre indicatif (communication personnelle de B. Gay-des-Combes).



**Figure 4 :** Climatogramme<sup>45</sup> de la période s'étalant entre 1972 et 1995 (températures) / 2001 (précipitations) pour la station du Grand-Saint-Bernard (2472 m).



**Figure 5 :** Climatogramme de la période s'étalant entre 1984 et 2006 pour la station de La Fouly (1600 m).

<sup>45</sup> Les climatogrammes montrent l'évolution moyenne du climat à long terme dans un lieu déterminé. Les diagrammes contiennent les moyennes mensuelles des températures quotidiennes moyennes (en rouge) et les sommes des précipitations mensuelles moyennes (en bleu), ([www.meteosuisse.ch](http://www.meteosuisse.ch)).

Ceci correspond assez bien avec les températures relevées à la station de La Fouly (fig. 5), où l'amplitude thermique est encore plus importante. Les températures sont en moyenne positives d'avril à octobre pour la période qui s'étale entre 1984 et 2006. Le maximum se situe habituellement au mois de juillet (11,4°C), alors que le minimum est atteint durant le mois de janvier, avec une température de -5,2°C ; la moyenne annuelle est de 2,8°C.

La température moyenne annuelle relevée à la station de La Fouly (fig. 6) entre 1984 et 2006 illustre bien la hausse sensible des températures relevée durant la fin du XX<sup>ème</sup> siècle : minimales en 1984 (0,3°C), les températures ont atteint leur valeur la plus élevée en 2006 (4,8°C), dépassant de 2°C la moyenne des températures moyennes annuelles (2,8°C) établie sur la période étudiée.

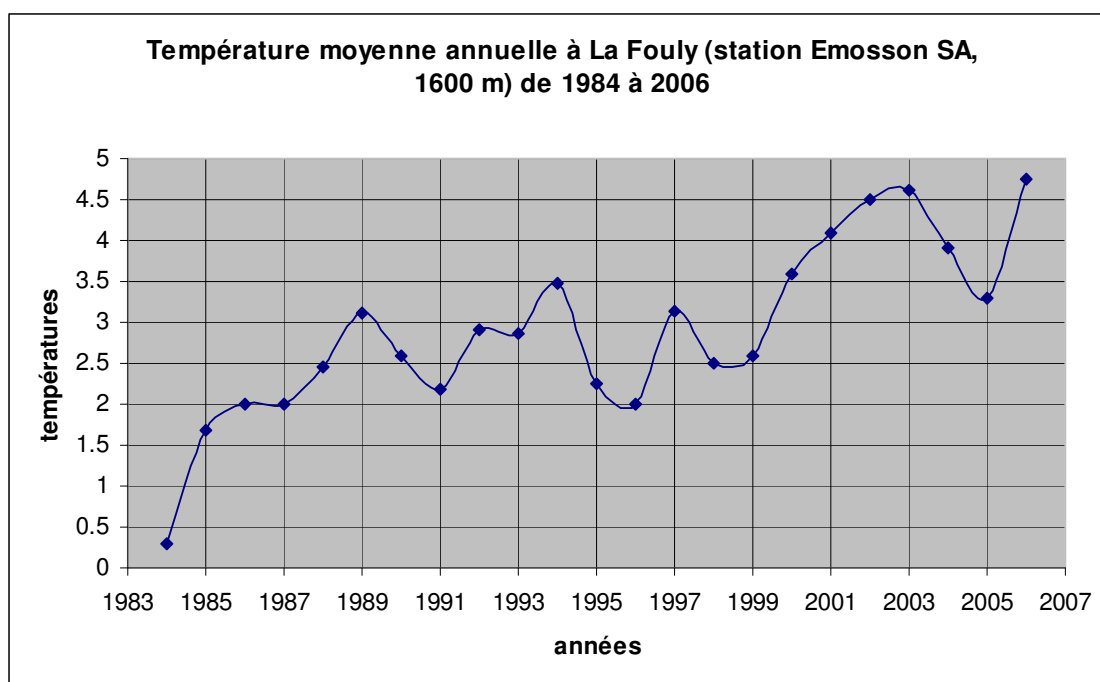


Figure 6 : Température moyenne annuelle à La Fouly (1600 m) de 1984 à 2006.

### 5.3.2 Précipitations

Les précipitations totales se répartissent assez régulièrement au cours de l'année pour la période 1972-2001 au Grand-Saint-Bernard. Le mois le plus arrosé (fig. 4) est décembre avec une lame d'eau atteignant 233 mm et le minimum se situe en août, la lame d'eau se situant à 130 mm. La lame d'eau annuelle totale est en moyenne de 2347 mm (tabl. 6).

Les précipitations annuelles sont moins importantes à La Fouly (1379 mm) et se répartissent très régulièrement au cours de l'année (fig. 5) : il y a en effet relativement peu d'amplitude entre les mois les plus et les moins arrosés. Le mois le plus arrosé est janvier (134 mm), mais les mois de février (121 mm), d'avril (128 mm), de juin (128 mm), de juillet (125 mm) et d'août (120 mm) présentent des valeurs sensiblement proches. Le minimum se situe en mai (91 mm), suivi de près par le mois de septembre (94 mm).

Sur les vingt-trois années analysées (fig. 7), quatorze se situent dans la moyenne, deux présentent des valeurs exceptionnelles (1988 avec 3495 mm et 1999 avec 2132 mm) dues à des précipitations hivernales très importantes et sept des valeurs en-dessous de la moyenne, l'année 2003 étant la plus sèche avec ses 621 mm.

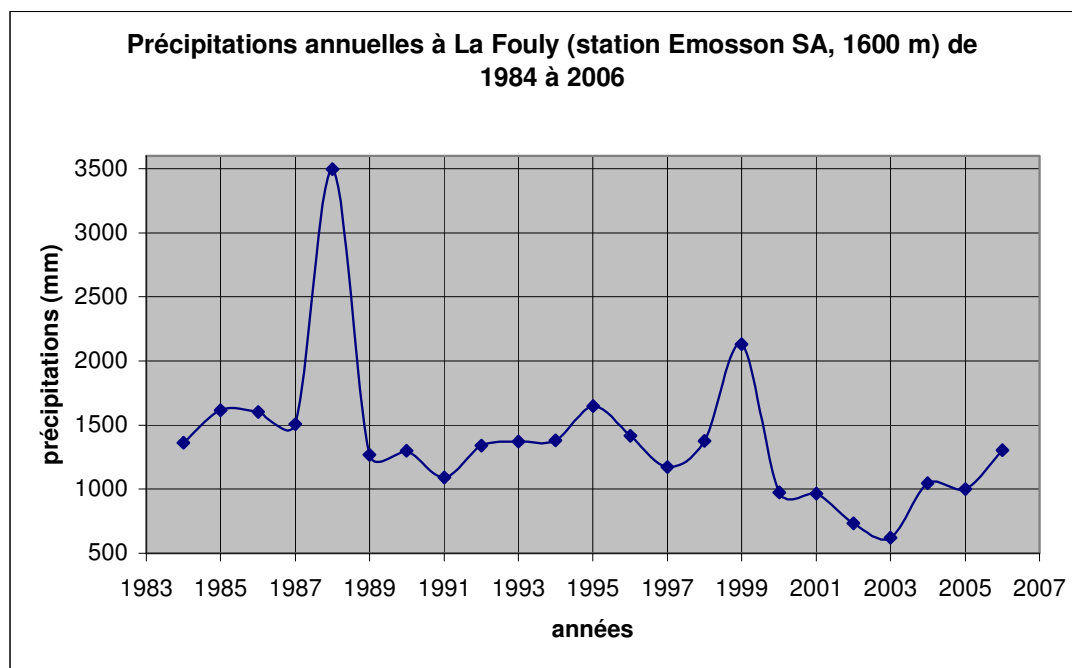


Figure 7 : Pluviométrie annuelle à La Fouly (1600 m) de 1984 à 2006.

Nous pouvons donc remarquer que les précipitations augmentent assez linéairement avec l'altitude (tabl. 6). Minimales dans le fond de la vallée à Orsières (806 mm par année) et maximales en altitude au Grand-Saint-Bernard (2347 mm par année) pour la période 1972-2001, elles atteignent une moyenne approximative entre ces deux stations à La Fouly (1379 mm par année) pour la période 1984-2006.

Périodes	Orsières (885 m)	Brg-St-Pierre (1620 m)	Gd-St-Bernard (2479 m)
1901-1940	729	849	2172
1901-1960	735	868	2099
1931-1960	752	911	2066
1934-1993	-	-	2138
1961-1990	-	-	2202
1971-1980	810	840	2150
1981-1990	810	940	2373
1991-2000	808	941	2453
1971-2000	804	912	2331
1972-2001	806	921	2347
1901-2000	-	881	2037

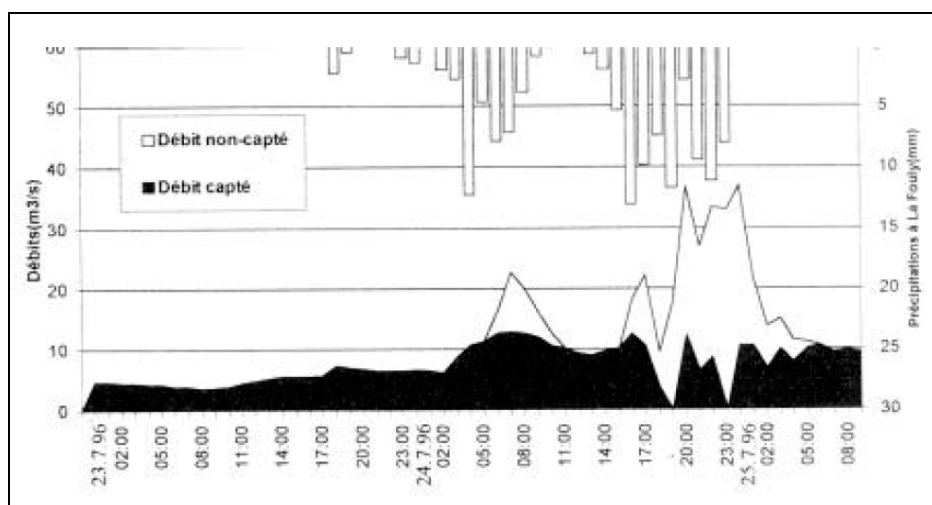
Tableau 6 : Précipitations moyennes annuelles pour différentes stations pluviométriques et climatologiques (REYNARD 2000, modifié).



## 5.3.2.1 Précipitations extrêmes

Le **föhn** est particulièrement actif dans le haut du Val Ferret en raison des obstacles orographiques que représentent les sommets bordant le haut du bassin versant. Des situations de barrage peuvent alors se produire et induire des précipitations abondantes et/ou de forte intensité, du fait du débordement par-dessus la crête des Alpes des conditions météorologiques régnant au sud. Ces conditions affectent particulièrement les parties les plus reculées des vallées latérales du sud du Valais (THELER, 2003) comme le Val Ferret, qui a été touché par un **événement de pluviosité intense en 1996** (REY et SAAMELI, 1997).

En effet, le 23 juillet 1996, en fin d'après-midi, un front orageux rapide et instable a atteint les Alpes à partir de l'Ouest : du fait de l'important obstacle orographique que représentent les hauts sommets du Val Ferret, les pluies se sont déversées sur les reliefs dans la nuit du 23-24 et toute la journée du 24. L'isotherme du 0°C étant située à 3700 m tout au long de l'événement, la quasi-totalité du bassin versant de la Dranse de Ferret a ainsi récolté les précipitations entièrement sous forme de pluie. La pluviométrie cumulée de l'ensemble de l'événement est de 38 mm à Orsières et de 128 mm à La Fouly, où il est tombé 123 mm en 24 heures<sup>46</sup>. Le 23 juillet, le débit de base de la Dranse est de 5 m<sup>3</sup>/s. Dès 18 heures, la première arrivée de débits ruisselés dus aux pluies est constatée. Le 24, deux épisodes marqués se succèdent, le premier vers 7 heures et le second, plus étalé, entre 20 et 24 heures, où un débit maximum de 37 m<sup>3</sup>/s est mesuré (fig. 8).



**Figure 8** : Crue de la Dranse de Ferret des 23-24 juillet 1996. Hydrogramme et hyétogramme de la station d'enregistrement de La Fouly (REY et SAAMELI, 1997).

La comparaison de l'hydrogramme et du hyétogramme montre une bonne concordance entre les mesures et indique un temps de réponse du bassin de la Dranse à La Fouly de l'ordre de 1 à 2 heures (fig. 8).

<sup>46</sup> A titre de comparaison, il était tombé 250 mm/24 h au col du Nufenen lors des crues d'août 1987 et 218 mm/24 h au col du Simplon lors de la crue de Brigue en septembre 1993 (REY et SAAMELI, 1997). Lors de l'événement de Gondo en 2000, il était tombé 246 mm/24h le 13.10.2000 et 248 mm/24h le 14.10.2000. Il est ainsi tombé près de 500 mm en 48 heures (13 et 14.10.2000) et environ 600 mm en 72 heures (13 au 15.10.2000) à Simplon Village, ce qui a constitué de nouveaux records de pluie pour cette station. Les précipitations ont été plus abondantes durant cet épisode (13 au 15.10.2000) que lors des intempéries ayant provoqué des inondations à Brigue en septembre 1993 (comm. pers. de J.-M. Fallot, source des données : MétéoSuisse).

Le débit de pointe a été reconstitué grâce aux traces laissées par la crue en deux endroits plus à l'aval sur la Dranse : à Branche (bassin versant associé de 70 km<sup>2</sup>), le débit de pointe pour la nuit du 24-25 a été de l'ordre de 45 m<sup>3</sup>/s, alors qu'à l'amont d'Orsières (bassin versant de 120 km<sup>2</sup>), le débit maximum reconstitué fut de l'ordre de 70 m<sup>3</sup>/s. En ce qui concerne la Reuse de Saleina, le débit de base est de 3 m<sup>3</sup>/s le 23. Dès les premières pluies, le débit augmente de façon régulière pour atteindre 6,8 m<sup>3</sup>/s le 24 : il va d'ailleurs rester à ce niveau jusqu'à la fin de l'événement. La reconstitution du débit maximum sur la Reuse effectuée au moyen des traces laissées par la crue indique une valeur de l'ordre de 20-25 m<sup>3</sup>/s durant la nuit du 24 juillet.

Dans le Val Ferret, ces précipitations extrêmes ont provoqué de nombreux **dégâts géomorphologiques**<sup>47</sup> dus à la concomitance de trois paramètres : de fortes précipitations, une altitude élevée de la limite pluie-neige et un charriage important de sédiments dans les cours d'eau. Ainsi, la Dranse déborde et son lit est engravé en de nombreux endroits ; elle érode aussi plusieurs berges, ce qui nécessite l'interruption de la circulation sur la route cantonale. De plus, des laves torrentielles se produisent dans pratiquement tous les torrents latéraux de la rive gauche et droite de la Dranse : elles obstruent leurs propres lits, emportent deux ponts et coupent les voies de communication principales (routes, chemins et sentiers pédestres).

Les dommages dus à cet événement de pluie intense ont donc été considérables et démontrent que la gestion des chemins pédestres nécessite une attention marquée lors d'épisodes de précipitations extrêmes, ces événements engendrant en effet des risques très élevés pour les randonneurs, particulièrement au débouché des torrents.

---

<sup>47</sup> Cf. inventaire des dégâts de l'événement du 23-24 juillet, annexe 3.

## 5.4 Cadre hydrologique

La Dranse de Ferret prend sa source à 2267 m au fond du Val Ferret, entre les Aiguilles des Angroniettes (2882 m) et la Pointe de Combette (2762 m). Elle draine la vallée du sud au nord en traversant plusieurs zones (ROSSET, 1990) : elle parcourt en premier lieu une zone modelée par les glaciers, relativement large, dans laquelle elle dessine des méandres à amplitude limitée. Par la suite, un verrou allongé la contraint à se tailler un tracé en gorge. Depuis le village de Ferret, elle coule entre les cônes de déjection des torrents latéraux jusqu'en amont de Praz-de-Fort, où la moraine latérale droite tardiglaciaire du glacier de Saleina la contraint à traverser la vallée. Le tassement de Montatuy force la Dranse à se tailler une nouvelle gorge au niveau de Som-la-Proz. Elle atteint finalement Orsières pour former la Dranse d'Entremont, après avoir rassemblé le long de son parcours toutes les eaux des nombreux torrents des rives gauche et droite.

Les divers affluents de la Dranse ont des régimes de type nival, glaciaire ou torrentiel, avec un réseau plus développé et hautement hiérarchisé en rive gauche. La hiérarchisation du réseau atteint couramment le degré 3 en rive gauche, tandis qu'il ne dépasse jamais le degré 2 en rive droite (ROSSET, 1990). La différence d'altitude assez importante entre les deux rives implique une alimentation différentielle des cours d'eau. En effet, ceux situés en rive gauche sont des émissaires glaciaires avec un écoulement d'eau continu en saison estivale alors que les torrents situés en rive droite sont principalement alimentés par la fonte des neiges et les précipitations (orages estivaux). Ces torrents ont donc un écoulement continu au début de la saison chaude du fait de la fonte neigeuse, puis celui-ci devient discontinu, étant principalement influencé par les précipitations. Des écoulements sporadiques, souvent violents, imputable aux précipitations orageuses, se produisent fréquemment durant l'été.

Les plans d'eau sont assez peu nombreux dans le bassin versant de la Dranse de Ferret : le lac de Champex (1466 m), alimenté par le bisse d'Arpette, en est le plus important. Deux petits lacs sont situés en bordure du glacier d'Orny (2684 m et 2811 m) près de la cabane du même nom. Un petit lac (2855 m) barré par la moraine historique du glacier des Plines est campé sur la rive gauche du glacier de Saleina. Dans le haut Val Ferret, trois lacs se trouvent dans la région de La Chaux, les lacs de Fenêtre (2456, 2495, 2512 m).

La Dranse de Ferret est donc alimentée de nombreuses façons, avec par ordre d'importance la fonte des neiges, les précipitations liquides et enfin la fusion glaciaire, ce qui permet de caractériser le régime hydrologique de la Dranse comme un régime nivo-glaciaire, les débits maxima intervenant en moyenne en juin, et les étiages en février et mars (THELER, 2003). Le débit annuel moyen du cours d'eau à l'état naturel atteint 3,18 m<sup>3</sup>/s à Branche (ROSSET, 1990). L'examen des courbes des stations de Branche et de Saleina (ROSSET, 1990)<sup>48</sup> montre que les débits sont très forts durant les mois d'été et très faibles durant les mois d'hiver. 85 %

---

<sup>48</sup> Le comportement hydrologique naturel de la Dranse de Ferret peut être déterminé grâce aux mesures de débit effectuées entre 1956 et 1974 par le Service hydrologique national (SHN) dans le Val Ferret. Ce service disposait durant cette période de deux stations de mesure (carte 3) situées en amont des captages de la Compagnie des forces motrices d'Orsières (FMO). La première mesurait les débits de la Dranse à la hauteur du village de Branche d'En Haut (1330 m) et la deuxième les débits de la Reuse de Saleina à 1345 m d'altitude. La somme des débits de ces deux stations a permis d'effectuer une bonne approximation des débits s'écoulant dans la Dranse à la hauteur du village de Praz-de-Fort, situé 4 km en amont de la confluence avec la Dranse d'Entremont. Pour pouvoir comparer les mesures des deux stations, ROSSET (1990) a limité l'étude des débits mesurés à Branche à la période 1956-1972.



du volume d'eau annuel est ainsi drainé par la Dranse à Branche entre les mois de mai et de septembre, avec des débits maximaux moyens intervenant au mois de juin<sup>49</sup>.

Les **crues** se répartissent sur l'année en fonction des régimes hydrologiques. Pour la Dranse de Ferret, à régime nivo-glaciaire, elles se situent plutôt en début de saison chaude, au mois de juin, lors de la fusion de la neige, alors que pour la Reuse de Saleina, à régime glaciaire, elles se déroulent pendant les mois de juillet et d'août lors de la fusion glaciaire. Sur ces deux cours d'eau, les crues de fusion<sup>50</sup> (nivale ou glaciaire) sont plus fréquentes que les crues d'origine pluviale<sup>50</sup>, mais celles-ci sont plus brutales et plus puissantes que les crues de fusion (ROSSET, 1990).

Le **débit de crue** atteint 12,8 m<sup>3</sup>/s à la station de Branche pour la Dranse de Ferret et 5,63 m<sup>3</sup>/s à celle située sur la Reuse de Saleina. Sur la période de 16 ans étudiée par ROSSET (1990), 154 jours de crue sont recensés sur la Dranse de Ferret et 156 sur la Reuse de Saleina. Ces crues se concentrent principalement sur le mois de juin (58 %) pour la Dranse de Ferret et sur les mois de juillet (51 %) et août (42,5 %) pour la Reuse de Saleina, ce qui correspond parfaitement aux fréquences typiques de cours d'eau à régime nivo-glaciaire ou glaciaire, les crues se produisant en période de hautes eaux. La **crue annuelle**, elle, intervient le plus souvent en juin sur la Dranse et en août sur la Reuse de Saleina. Le plus fort débit instantané mesuré à Branche entre 1956 et 1972 a été enregistré le 28 juin 1963 et est compris entre 38 et 42 m<sup>3</sup>/s : ce jour là, le débit moyen journalier a atteint la valeur record de 24,6 m<sup>3</sup>/s. Sur la Reuse de Saleina, le débit instantané maximal, situé entre 25 et 31 m<sup>3</sup>/s, a été relevé le 23 juillet 1959 ; le débit moyen journalier maximal de 9,01 m<sup>3</sup>/s a été atteint durant quatre jours en 1958. Selon le recensement effectué, les crues n'interviennent que rarement simultanément sur les deux cours d'eau.

Les conditions naturelles d'écoulement dans les cours d'eau du Val Ferret ont été passablement modifiées par les captages réalisés par les forces motrices d'Orsières (FMO) en 1931 et Électricité d'Emosson SA en 1974 (ROSSET, 1990). Les conséquences de cette **hydrologie influencée** par l'homme sont principalement visibles sur la Dranse de Ferret : en effet, les débits résiduels actuels n'arrivent plus à transporter la charge déposée par les torrents de la rive droite (THELER, 2003 ; 2004a, b). Il en résulte une accumulation importante de matériel à l'endroit de la confluence des affluents latéraux avec la rivière principale.

<sup>49</sup> La Reuse de Saleina draine 80 % de ses eaux entre le mois de juin et de septembre, c'est-à-dire pendant quatre mois seulement. Les débits maximaux sont retardés d'un mois et se situent au mois de juillet.

<sup>50</sup> L'origine des crues de fusion réside dans une hausse marquée des températures qui provoque une fonte nivale ou glaciaire accélérée. La crue pluviale intervient consécutivement à de fortes précipitations. Les crues peuvent toutefois aussi avoir une origine mixte (influence combinée des températures et des précipitations).



## **6. ANALYSE MORPHOLOGIQUE DES SENTIERS PÉDESTRES**

---





## 6.1 Caractéristiques principales des sentiers pédestres

Ce chapitre décrit précisément, à partir d'illustrations et d'extraits de carte à l'échelle 1 : 10'000 et 1 : 25'000, les différents tronçons composant les quatre sentiers pédestres étudiés. L'objectif principal de cette partie est de mettre en évidence la difficulté de chaque tronçon, afin de cerner les secteurs les plus vulnérables pour les touristes. La structure, l'exposition, l'état de conservation ou la pente de ces sentiers peuvent en effet présenter des différences marquées et induire un degré de difficulté très variable d'un secteur à l'autre. Le parcours intégral des sentiers pédestres a donc été entrepris dans le but de :

- définir des tronçons homogènes ;
- noter une série de critères d'évaluation simple pour chaque tronçon ;
- établir une description actualisée de chaque tronçon.

La délimitation des tronçons homogènes s'est ainsi faite selon les critères suivants :

- un changement important de la structure, de l'exposition ou de la pente du sentier ;
- la présence d'ouvrages de protection.

Ces tronçons sont décrits et annotés selon les critères morphologiques et structuraux à l'aide de fiches d'évaluation<sup>51</sup>. Ces fiches contiennent d'une part la notation de chacun des critères qui permettent l'évaluation du tronçon et, d'autre part, des indications complémentaires le décrivant, notamment une ou plusieurs photos. L'ensemble des fiches constitue un état de référence détaillé du sentier.

Avant d'analyser en détail chacun des sentiers, il est nécessaire de formuler plusieurs remarques concernant la façon de caractériser la difficulté des tronçons ainsi que la période au cours de laquelle les itinéraires pédestres ont été examinés :

1. le degré de difficulté a été réparti en six niveaux<sup>52</sup> :

- un parcours sur des routes (en terre ou en goudron), praticable en baskets, est classé facile (**F**) ;
- un parcours sur des chemins larges ou des sentiers sans difficulté technique est considéré comme peu difficile (**PD**) ;
- un parcours sur des sentiers alpins, où les parties raides sont aménagées et où de bonnes chaussures sont recommandées, est assez difficile (**AD**) ;
- un parcours est difficile (**D**) lorsque les chemins et les sentiers sont étroits et exposés. Il est ainsi nécessaire d'avoir le pied sûr, notamment quand il n'y a que des traces de sentier ;

---

<sup>51</sup> Cf. annexe 4.

<sup>52</sup> Sur les cartes présentant la difficulté des tronçons, six couleurs ont été attribuées selon la difficulté de chaque niveau.

- un parcours très difficile (**TD**) nécessite le recours à une escalade facile pour franchir les passages rocheux empruntés par le chemin ; ces passages sont généralement équipés de chaînes ou de cordes ;
  - un parcours est extrêmement difficile (**ED**) lorsque le recours à une escalade plus exigeante est nécessaire pour franchir des passages rocheux exposés ; ces passages sont équipés d'échelles et/ou de chaînes/cordes. Une bonne technique d'escalade (escalade avec recherche de prises pour les mains et les pieds) est ainsi fortement utile.
2. l'étude intégrale des sentiers, qui s'est étendue sur les mois de juillet, août et septembre 2007, s'est faite lors de périodes estivales de beau temps : l'évaluation des difficultés s'entend pour des **conditions météorologiques favorables**. En effet, lors de phases de mauvais temps, le terrain peut être rendu beaucoup plus glissant et délicat, notamment après des précipitations ou des chutes de neige : les difficultés augmentent alors rapidement.
  3. il est aussi essentiel de noter que lors de cette étude, les nombreux névés qui subsistent habituellement à la fin du printemps et au début de l'été le long des itinéraires avaient tous **disparu**. La difficulté de ces tronçons est ainsi relativement diminuée.

### 6.1.1 Sentier du bivouac du Dolent

Balisé blanc-rouge-blanc et coté T3 par le CAS, le sentier menant au bivouac du Dolent (2667 m) depuis La Fouly est composé de cinq secteurs bien distincts.

#### 6.1.1.1 Eléments morphologiques et structuraux



**Figure 9 :** *Vue du secteur DOL03\_Di illustrant un des deux passages équipés de chaînes et d'échelles.*

Les deux premiers tronçons (**DOL01\_Di** et **DOL02\_Di**) (573'630, 86'807 / 573'489, 86'685 ; 573'489, 86'685 / 572'901, 86'554), situés dans la région de l'A Neuve, sont constitués respectivement d'une route en goudron et d'une route en terre large en bon état, de déclivité faible. Ces secteurs ne sont donc pas du tout exposés.

Le troisième secteur (**DOL03\_Di**) (572'901, 86'554 / 572'722, 86'434) présente des caractéristiques très différentes : ce tronçon étroit, raide et escarpé (pente de plus de 25°) chemine en effet à travers une couverture détritique à granulométrie fine et compte plusieurs passages sur du substratum rocheux. L'état de conservation du sentier dans cette partie est en outre très mauvais.

La présence de structures de protection sur plus de 100 m se révèle donc nécessaire, l'exposition y étant assez importante. Deux passages sont particulièrement délicats : équipés d'échelles et de chaînes, ils permettent aux randonneurs un cheminement plus aisé.



**Figure 10 :** *Passage équipé d'une chaîne dans le tronçon DOL04\_Di.*

Le tronçon suivant (**DOL04\_Di**) (572'722, 86'434 / 572'067, 85'871) présente toujours une pente assez forte (entre 16 et 25°). Étroit et moyennement conservé, le sentier transite majoritairement à travers une couverture détritique à granulométrie fine à moyenne. Quelques passages sont toutefois situés sur de la roche en place : l'un d'eux est d'ailleurs équipé d'une chaîne sur une distance d'environ 5 m.

Le dernier secteur (**DOL05\_Di**) (572'067, 85'871 / 571'327, 86'247), situé entre 2220 m et 2667 m, traverse une zone modelée par le glacier du Dolent. En effet, la structure du chemin est formée en grande partie de matériel morainique, mais l'itinéraire passe aussi sur des roches moutonnées. Le sentier est très raide (pente de plus de 25°), étroit et en assez bon état de conservation.

#### 6.1.1.2 Carte de la difficulté

La description des éléments morphologiques et structuraux concernant ce sentier permet d'évaluer chaque tronçon selon sa difficulté.

Les deux premiers secteurs (**DOL01\_Di** et **DOL02\_Di**) ne présentent aucune difficulté majeure pour les touristes : ce parcours sur route goudronnée et en terre est ainsi classé **facile**.

Le troisième tronçon, **DOL03\_Di**, de par ses caractéristiques, demande une excellente technique de marche : bien qu'ils soient équipés de chaînes et d'échelles, le franchissement des deux passages exposés nécessite de plus le recours à une escalade exigeante. Ce secteur est par conséquent classé **extrêmement difficile**.



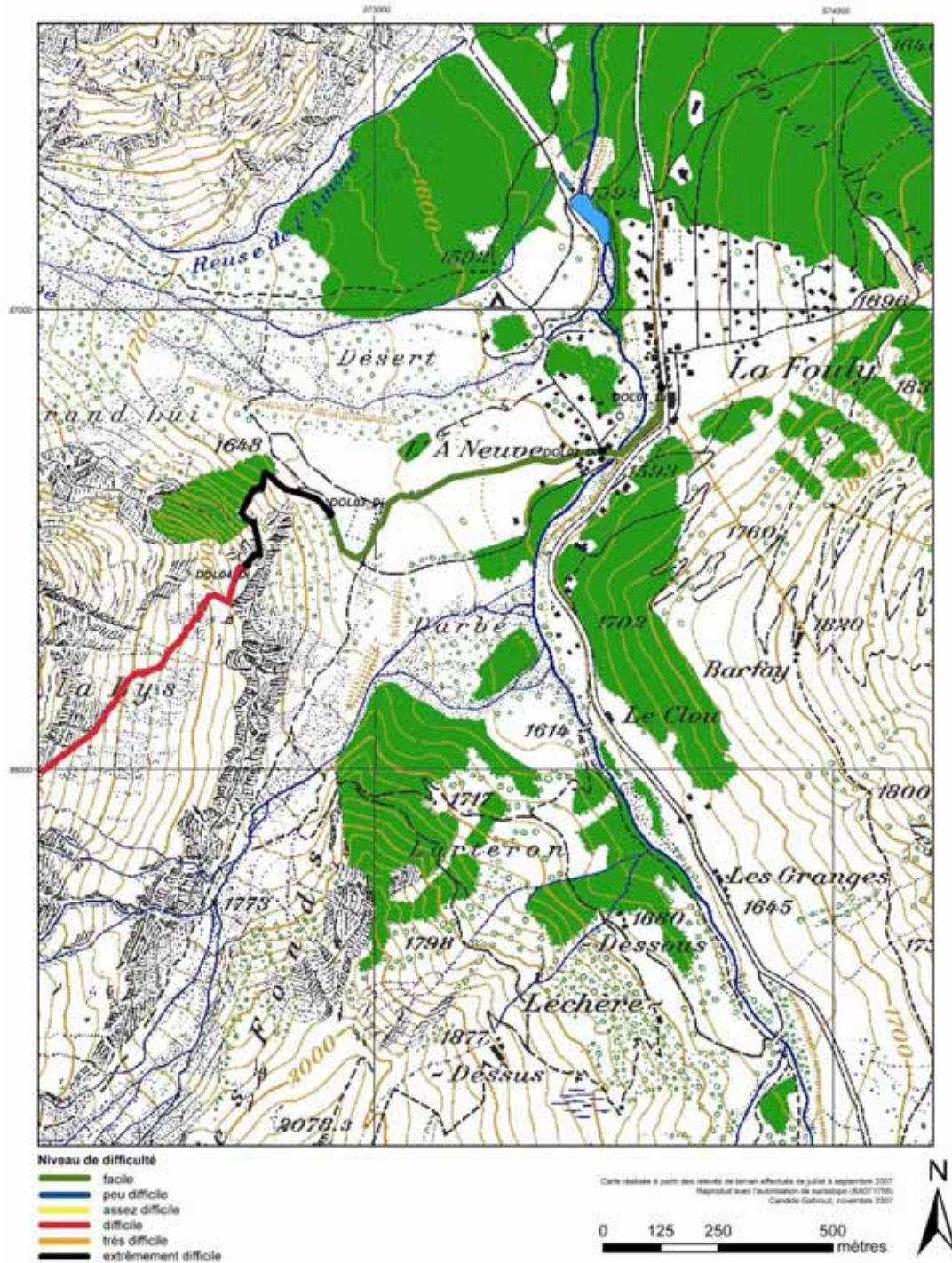
**Figure 11 :** *Le sentier se perd parfois, comme ici dans le secteur DOL04\_Di.*

Les deux derniers secteurs, **DOL04\_Di** et **DOL05\_Di**, sont répertoriés dans la catégorie **difficile** : le sentier est étroit et exposé, et une bonne assurance est nécessaire, notamment lorsque le sentier est mal noté. En effet, le balisage est plutôt lacunaire dans ces tronçons et il est possible de perdre la trace.

Les différents tronçons étudiés présentent donc des différences marquées, induisant un degré de difficulté variable d'un secteur à l'autre. Le secteur DOL03\_Di présente les difficultés les plus importantes le long de cet itinéraire. Ce passage reste en effet très exposé malgré la présence de structures de protection (échelles et chaînes). Les randonneurs se rendant au bivouac du Dolent doivent ainsi avoir une bonne expérience et un équipement adéquat.

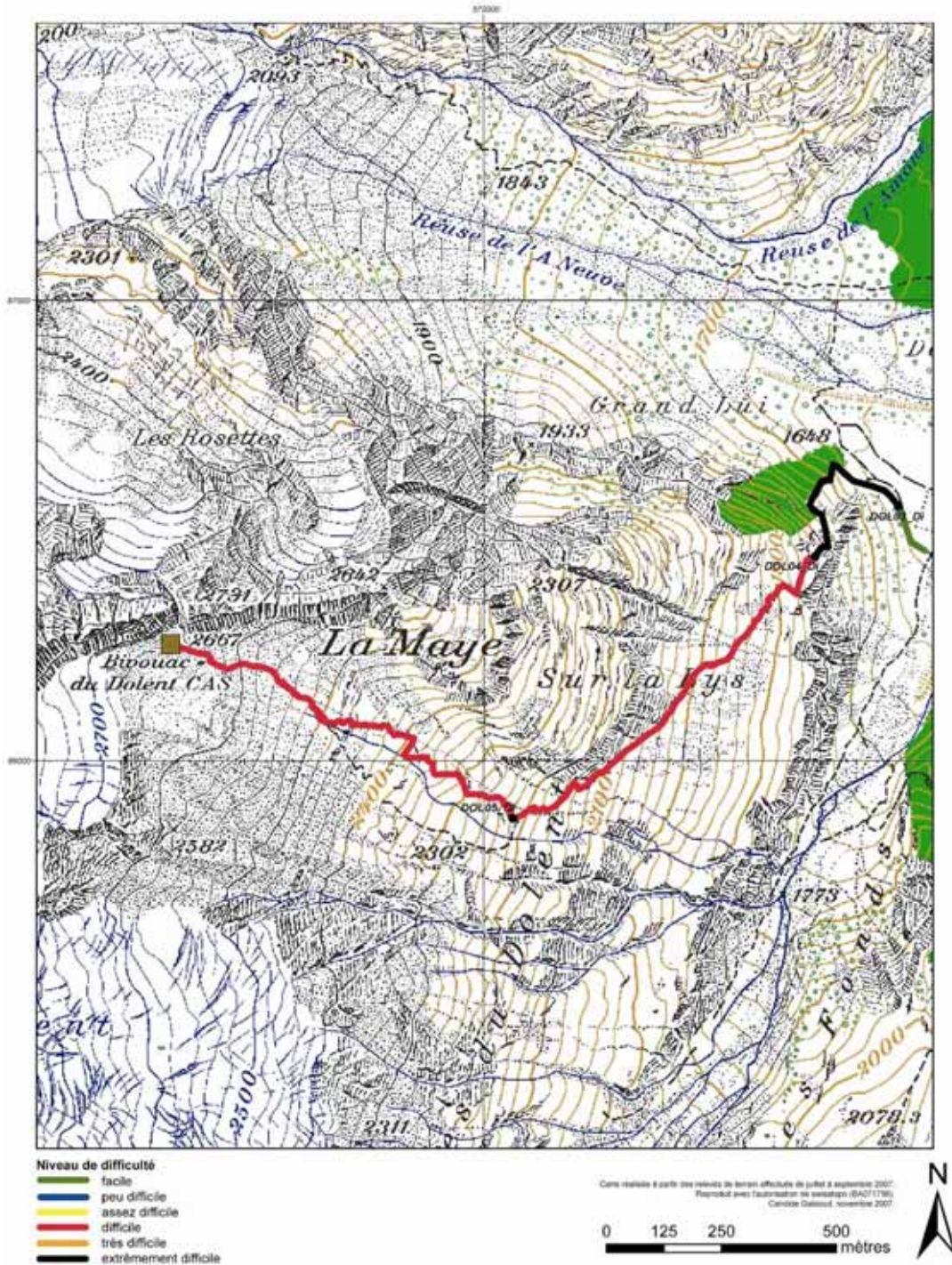
**Sentier du bivouac du Dolent (1) - extrait de carte n°1**

Carte de la difficulté des tronçons au 1 : 10'000 (secteur La Fouly - altitude 1648 m)



**Sentier du bivouac du Dolent (2) - extrait de carte n°2**

Carte de la difficulté des tronçons au 1 : 10'000 (secteur altitude 1648 m - bivouac du Dolent)



### 6.1.2 Sentier de la cabane de l'A Neuve

Le chemin de la cabane de l'A Neuve (2735 m) est balisé blanc-rouge-blanc et est coté T3 selon le CAS. Cinq secteurs composent cet itinéraire.

#### 6.1.2.1 Eléments morphologiques et structuraux

Le premier tronçon, **ANE01\_Di** (573'259, 87'086 / 572'891, 87'031), ne présente aucune difficulté majeure : situé en forêt, le sentier est formé de matériel morainique. Il est large, en assez bon état et la pente est comprise entre 6 et 15°.

Le second secteur, **ANE02\_Di** (572'891, 87'031 / 571'588, 87'531), monte dans une zone fortement influencée par les processus glaciaires. Le chemin, étroit et assez raide (pente entre 16 et 25°), est composé de matériel morainique. L'état de conservation est moyen car le sentier est très caillouteux, du fait d'un ravinement intense lors de précipitations.



**Figure 12 :** *Vue du secteur ANE02\_Di montrant un état très caillouteux.*



**Figure 13 :** *Secteur ANE03\_Di équipé de chaînes.*

Le tronçon suivant, **ANE03\_Di** (571'588, 87'531 / 571'545, 87'540) est très court. Le chemin escalade un dièdre rocheux poli par le glacier de l'A Neuve : en raison de la forte pente (plus de 25°), le passage est équipé d'une chaîne sur une longueur d'environ 55 m.

Le sentier, dans le secteur **ANE04\_Di** (571'545, 87'540 / 571'143, 88'679), s'élève par de très nombreux lacets entre 2200 et 2700 m. Il traverse des zones formées de moraines, de roches moutonnées et aussi d'éboulis (à granulométrie moyenne). Etroit et présentant une pente comprise entre 16 et 25°, l'état de conservation du chemin est moyen : en effet, comme dans le secteur ANE02\_Di, il est soumis lors de précipitations à un fort ravinement et est ainsi très caillouteux.



**Figure 14** : Chaîne dans le secteur ANE05\_Di.

**ANE05\_Di** (571'143, 88'679 / 571'165, 88'681) constitue le dernier secteur du chemin d'accès à la cabane de l'A Neuve. Semblable au tronçon ANE03\_Di, le passage est technique et assez raide (plus de 25°). La présence de structures de protection, sous la forme de chaînes, est essentielle : les randonneurs peuvent ainsi escalader plus facilement cette partie escarpée.

#### 6.1.2.2 Carte de la difficulté

Les deux premiers secteurs qui forment le chemin d'accès à la cabane de l'A Neuve ne présentent aucune difficulté majeure : **ANE01\_Di** est classé **peu difficile** tandis que le second tronçon, **ANE02\_Di**, de par son état très caillouteux et sa pente plus importante, est **assez difficile**.

Le tronçon suivant, **ANE03\_Di**, est bien plus exposé que les deux précédents : répertorié dans la catégorie **très difficile**, le recours à une escalade facile pour franchir le passage rocheux emprunté par le sentier est nécessaire.



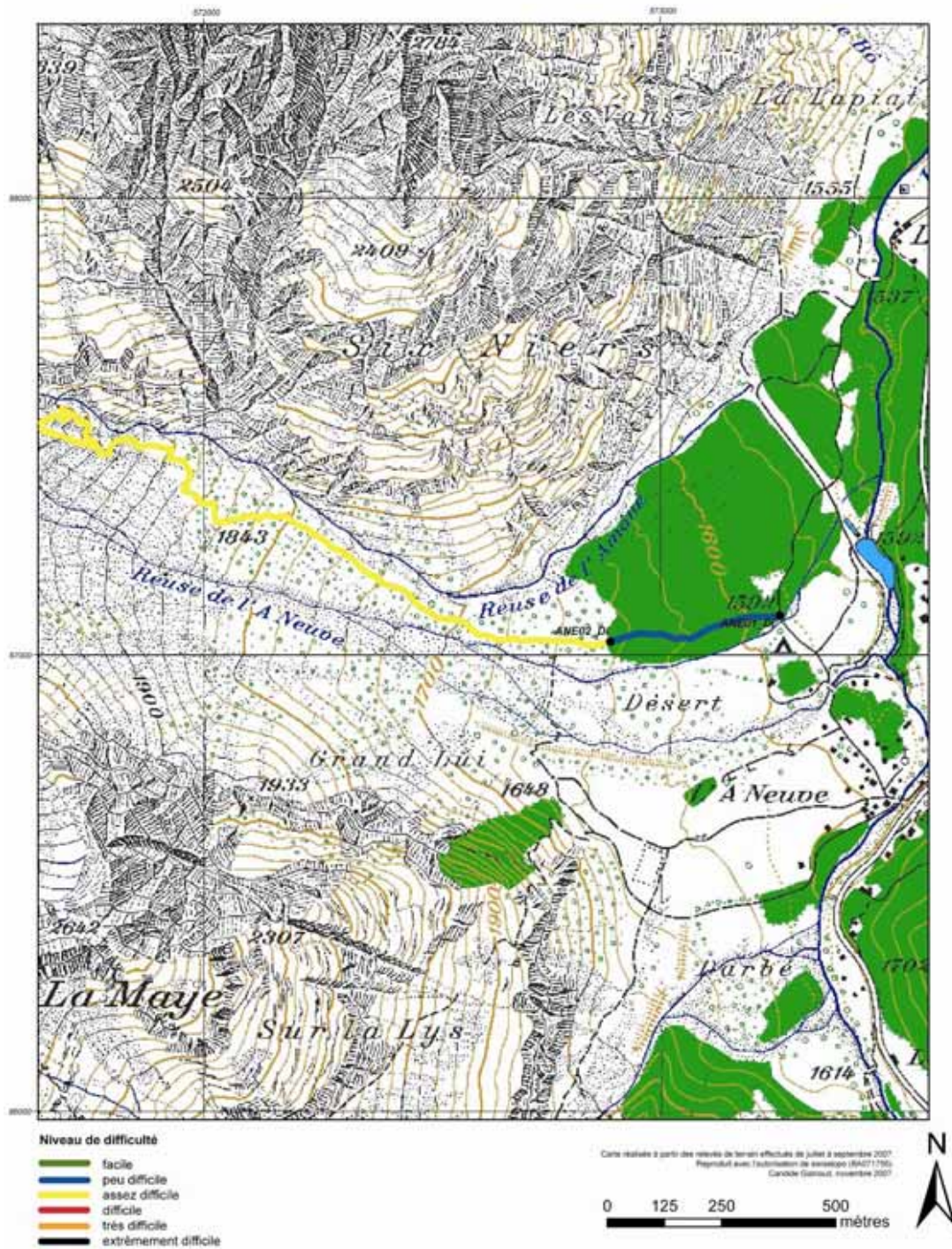
**Figure 15** : Le chemin est parfois mal noté dans le secteur ANE04\_Di.

**ANE04\_Di** est un secteur **difficile** : le sentier est étroit et exposé, et par endroits, il n'y a que des traces de sentier. Une bonne expérience de la marche est très utile. Le dernier tronçon, **ANE05\_Di**, est de difficulté similaire à ANE03\_Di, donc **très difficile**.

Deux secteurs (ANE03\_Di et ANE05\_Di) sont ainsi particulièrement délicats pour les excursionnistes. La présence de structures de protection permet de réduire sensiblement la difficulté mais les passages restent escarpés : une bonne technique de marche et d'escalade est donc essentielle.

**Sentier de la cabane de de l'A Neuve (1) - extrait de carte n°3**

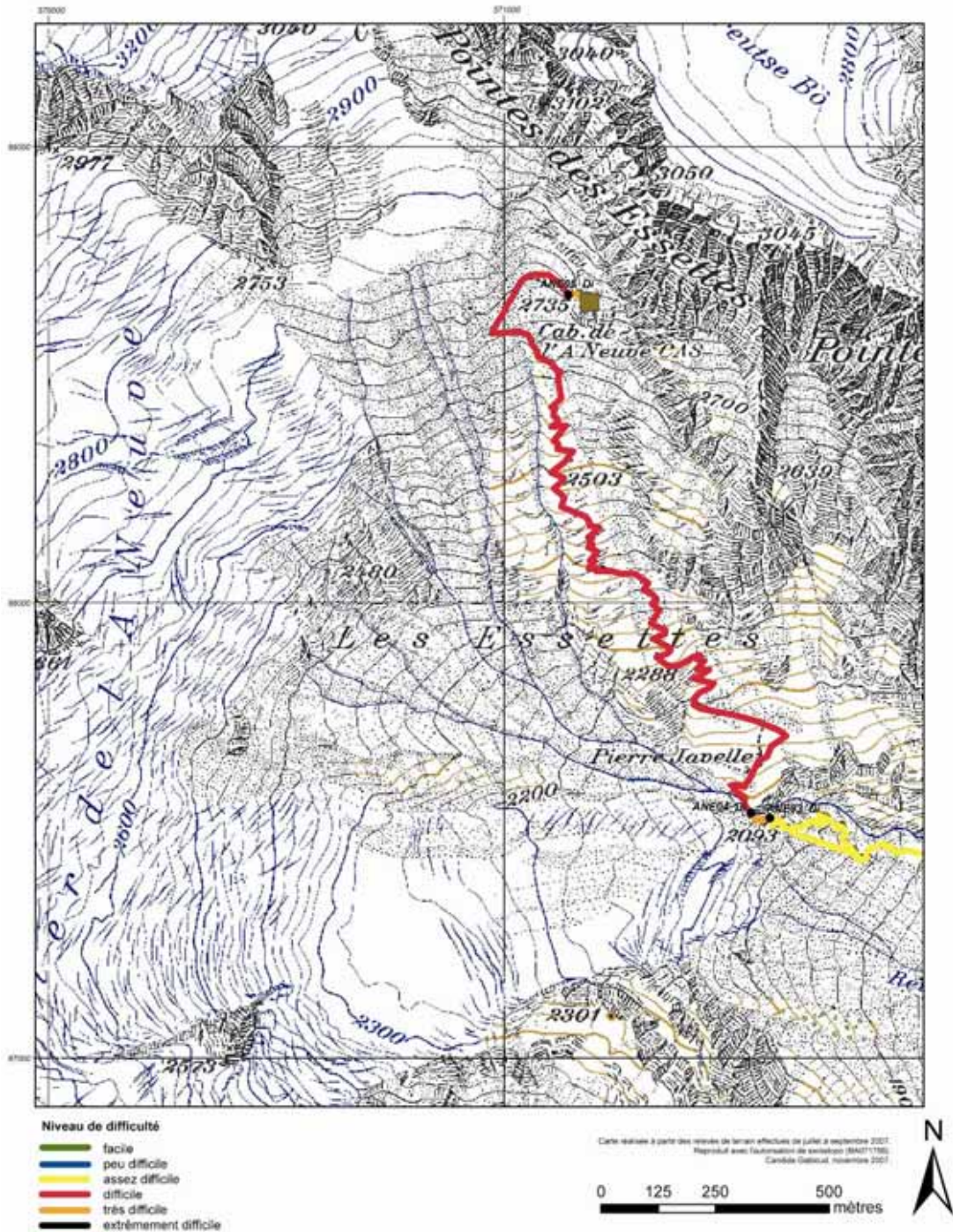
Carte de la difficulté des tronçons au 1 : 10'000





**Sentier de la cabane de de l'A Neuve (2) - extrait de carte n°4**

Carte de la difficulté des tronçons au 1 : 10'000



### 6.1.3 Sentier de la cabane de Saleina

Balisé blanc-bleu-blanc et donc de catégorie T4 selon le CAS, le sentier menant à la cabane de Saleina (2693 m) est formé de quatre secteurs.

#### 6.1.3.1 Eléments morphologiques et structuraux

Le premier tronçon, **SAL01\_Di** (573'171, 92'755 / 572'570, 92'804), chemine sur un cordon morainique historique du glacier de Saleina. Le sentier est étroit, en assez bon état et présente une pente comprise entre 6 et 15°.

Contrairement au premier secteur, le second, **SAL02\_Di** (572'570, 92'804 / 572'311, 92'811), est beaucoup plus exposé. En effet, nous pouvons noter la présence de structures de protection sur environ 350 m : plusieurs passages raides (plus de 25°) sur des roches moutonnées sont équipés de chaînes et une échelle permet d'escalader une partie constituée de matériel morainique.



Figure 16 : Secteur équipé de chaînes dans SAL02\_Di.



Figure 17 : Vue du tronçon SAL04\_Di cheminant à travers des éboulis et de la moraine.

Le secteur suivant, situé dans la région de Plan Monnay (**SAL03\_Di** ; 572'311, 92'811 / 571'945, 92'388), est beaucoup moins raide (entre 6 et 25°) et en assez bon état. Le chemin est étroit et emprunte comme dans SAL01\_Di un ancien cordon morainique du glacier de Saleina.

Le dernier tronçon (**SAL04\_Di** ; 571'945, 92'388 / 571'447, 91'719) traverse deux types de zones différentes : le sentier chemine d'abord à travers des éboulis (à granulométrie moyenne à grossière) provenant des Clochers des Planereuses avant d'arriver dans une zone formée de matériel morainique déposé par le glacier de l'Evole. Ce tronçon est étroit, raide (de 16 à plus de 25°) et assez bien conservé.

### 6.1.3.2 Carte de la difficulté

Le premier secteur menant à la cabane de Saleina, **SAL01\_Di**, est **assez difficile** : la pente moyenne et la structure (moraine) de cette partie initiale demandent d'avoir le pied sûr, et surtout un bon équipement.

Le second tronçon, **SAL02\_Di**, est **extrêmement difficile** : le recours à une escalade exigeante est nécessaire pour franchir les nombreux passages rocheux exposés, équipés de chaînes et d'échelles. Une bonne technique d'escalade (escalade avec recherche de prises pour les mains et les pieds) est ainsi fortement utile.

Les deux derniers tronçons, **SAL03\_Di** et **SAL04\_Di**, sont **difficiles** et possèdent des caractéristiques similaires aux secteurs DOL04\_Di, DOL05\_Di et ANE04\_Di. Situé dans un environnement formé de matériel morainique et d'éboulis, le sentier est étroit, escarpé et très raide.

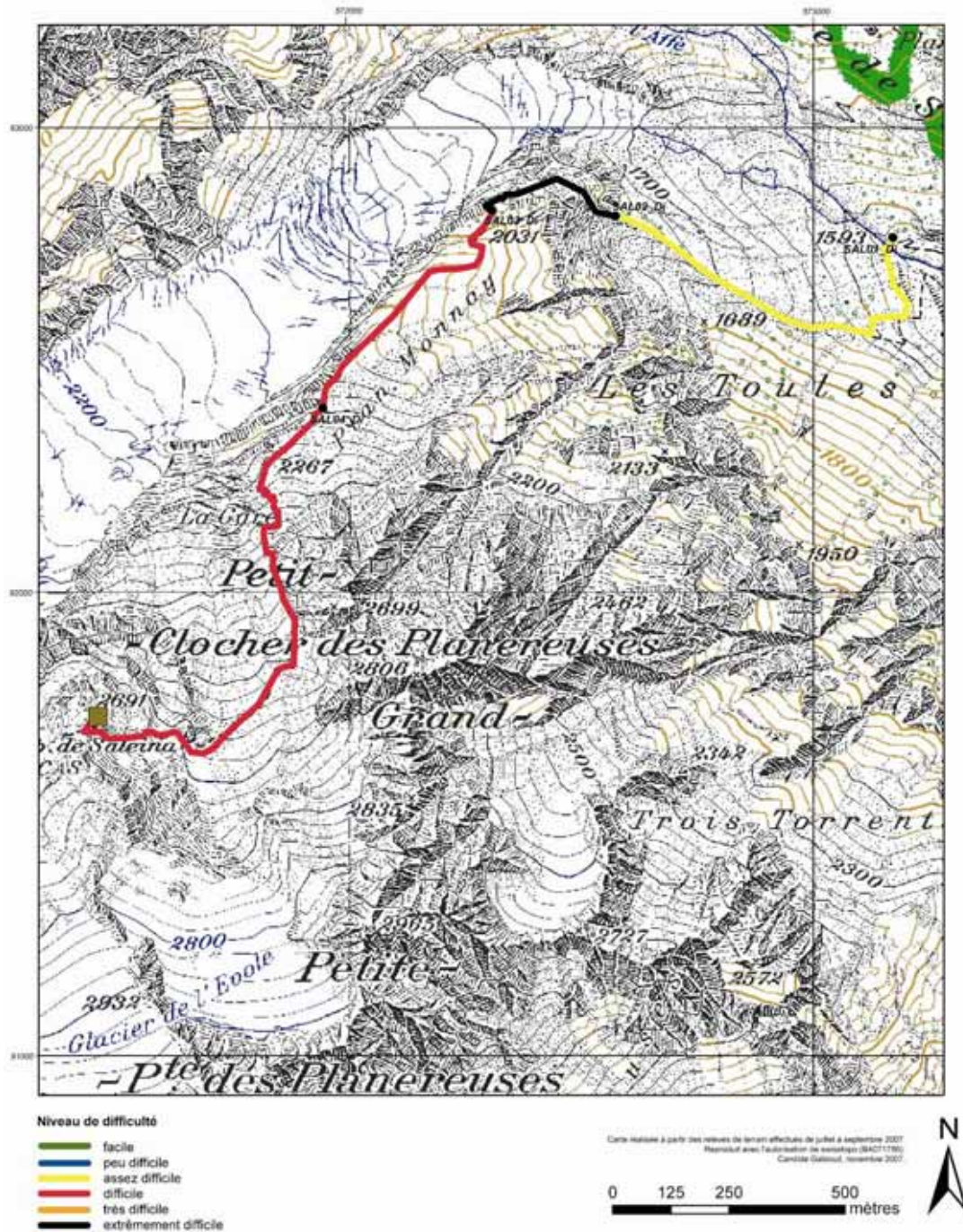


**Figure 18** : Passage rocheux dans le secteur SAL02\_Di balisé blanc-bleu-blanc.

Le secteur SAL02\_Di présente donc des difficultés particulièrement importantes pour les marcheurs. Ce passage reste en effet très exposé malgré la présence de nombreuses structures de protection (chaînes et échelles). Les randonneurs se rendant à la cabane de Saleina doivent ainsi être très expérimentés et posséder des notions élémentaires d'escalade.

**Sentier de la cabane de Saleina - extrait de carte n°5**

Carte de la difficulté des tronçons au 1 : 10'000



#### 6.1.4 Sentier du Tour du Mont-Blanc

Balisé jaune entre Issert et l'alpage de la Peule et blanc-rouge-blanc de cet alpage au Grand Col Ferret, le chemin du Tour du Mont-Blanc est coté T1 / T2. L'itinéraire entre Issert et le Grand Col Ferret est composé de 20 secteurs, mais plusieurs de ces tronçons présentent des caractéristiques semblables.

##### 6.1.4.1 Eléments morphologiques et structuraux

Des particularités similaires peuvent en effet être remarquées sur les secteurs **TMB01\_Di** (575'786, 94'607 / 575'952, 93'920), **TMB03\_Di** (575'873, 93'661 / 575'794, 93'092) et **TMB05\_Di** (575'545, 92'351 / 575'640, 92'226). Ces tronçons empruntent des routes en terre large dont la pente ne dépasse pas 5°.

**TMB02\_Di** (575'952, 93'920 / 575'873, 93'661), **TMB04\_Di** (575'794, 93'092 / 575'545, 92'351), **TMB13\_Di** (573'362, 87'367 / 573'468, 86'096) et **TMB16\_Di** (574'105, 84'970 / 574'740, 84'110) ont presque les mêmes caractéristiques que les trois tronçons précédents. La seule différence réside dans la structure de l'itinéraire : celui-ci est composé d'asphalte et il chemine dans des zones habitées.



**Figure 19** : Parcours du Tour du Mont-Blanc dans le village des Arlaches représenté par le tronçon **TMB02\_Di**.



**Figure 20** : La moraine tardiglaciaire droite du glacier de Saleina sert de chemin pour le secteur **TMB06\_Di**.

**TMB06\_Di** (575'640, 92'226 / 574'739, 92'074) est le premier secteur, depuis Issert, à ne pas emprunter une route : il chemine en effet sur la moraine tardiglaciaire droite du glacier de Saleina. Le sentier est large, en bon état et la pente est comprise entre 0 et 15°.

Après avoir quitté cette moraine boisée, le sentier continue dans la forêt des Planereuses, où il est composé de deux secteurs, **TMB07\_Di** (574'739, 92'074 / 574'677, 91'438) et **TMB09\_Di** (574'492, 90'993 / 574'412, 90'525). Toujours large, en bon état et de déclivité moyenne, sa structure est composée en grande partie de sol et de moraine, mais aussi d'une couverture détritique à granulométrie fine.

Le tronçon **TMB08\_Di** (574'677, 91'438 / 574'492, 90'993) est situé entre les deux parties décrites précédemment. Ses caractéristiques sont très différentes. Le sentier traverse en effet une ravine dans cette partie et est majoritairement situé sur du substratum rocheux en place. Même si le sentier est large, en assez bon état et de déclivité faible, le passage reste exposé : une chaîne a ainsi été installée sur 130 m pour la sécurité des randonneurs.



**Figure 21** : Vue du tronçon TMB08\_Di.

**TMB10\_Di** (574'412, 90'525 / 573'941, 89'036), **TMB12\_Di** (573'489, 88'180 / 573'334, 87'006) et **TMB14\_Di** (573'468, 86'096 / 573'804, 85'294) constituent des tronçons de transition entre les routes en terre ou en goudron et les sentiers pédestres. Ces chemins larges présentent des pentes relativement faibles et sont bien conservés.

Le sentier, dans les secteurs formés par **TMB11\_Di** (573'941, 89'036 / 573'489, 88'180) et **TMB15\_Di** (573'804, 85'294 / 574'105, 84'970) est étroit, de pente moyenne et assez bien conservé. Sa structure est composée de sol sur roche en place et d'une couverture détritique à granulométrie fine.



**Figure 22** : Route en terre large formant le tronçon TMB17\_Di avant l'alpage de la Peule.

Les secteurs **TMB01\_Di**, **TMB03\_Di**, **TMB05\_Di** et **TMB17\_Di** (574'740, 84'110 / 574'680, 82'995) ont de nombreuses caractéristiques communes : ce dernier secteur est en effet aussi formé d'une route en terre large, en assez bon état. La seule différence est la pente, plus importante pour cette partie (de 6 à 15°).



**Figure 23 :** Secteur *TMB20\_Di*, peu avant le Grand Col Ferret.

Un sentier en terre très large forme les tronçons **TMB18\_Di** (574'680, 82'995 / 573'698, 82'575) et **TMB20\_Di** (573'515, 82'470 / 571'997, 81'997) : le chemin est bien conservé et présente une pente comprise entre 6 et 15°. Le secteur **TMB19\_Di** (fig. 25) (573'698, 82'575 / 573'515, 82'470), intercalé entre **TMB18\_Di** et **TMB20\_Di**, a une structure différente (substratum rocheux, terre et couverture détritique à granulométrie fine) : son état de conservation est assez bon, mais le passage est exposé à cause de la pente importante du versant.

#### 6.1.4.2 Carte de la difficulté

Entre Issert et la moraine tardiglaciaire de Saleina<sup>53</sup>, l'itinéraire du Tour du Mont-Blanc traverse deux villages (Les Arlaches et Praz-de-Fort) en empruntant seulement des routes (en asphalte et en terre). Ce parcours ne présente aucune difficulté et est donc classé **facile**.



**Figure 24 :** Sentier large et en bon état dans le tronçon *TMB07\_Di*.

Situés en forêt, **TMB06\_Di**, **TMB07\_Di** et **TMB09\_Di** sont des secteurs ne comportant aucune difficulté technique majeure (sentier large, pente moyenne). Ils sont répertoriés dans la catégorie **peu difficile**.

Le tronçon **TMB08\_Di**, compris entre **TMB07\_Di** et **TMB09\_Di**, présente la difficulté la plus marquée de l'itinéraire du Tour du Mont-Blanc dans le Val Ferret. La présence d'une structure de protection montre que le sentier est exposé dans cette partie : les randonneurs doivent ainsi prêter une attention particulière dans ce passage, classé **difficile**.

Un chemin large, pas du tout exposé et de pente très faible forme le tronçon **TMB10\_Di**, qui est classé **facile**. Le secteur suivant, **TMB11\_Di**, est plus étroit et de déclivité moyenne : il est donc considéré comme **peu difficile**.

<sup>53</sup> Secteurs *TMB01\_Di*, *TMB02\_Di*, *TMB03\_Di*, *TMB04\_Di*, *TMB05\_Di*.



Figure 25 : Secteur TMB19\_Di, assez difficile.

néanmoins une structure légèrement différente. Relativement escarpé, ce tronçon est classé **assez difficile**.

Cheminant soit sur des routes en terre, soit sur des routes goudronnées, les tronçons TMB12\_Di, TMB13\_Di et TMB14\_Di traversent le camping et le village de La Fouly. Ne posant aucun problème, ils sont ainsi classés **faciles**.

L'itinéraire emprunte ensuite à nouveau un sentier plus étroit et de pente moyenne (**TMB15\_Di**) **peu difficile** et arrive dans le village de Ferret. Une portion de route goudronnée **facile** constitue le secteur suivant (**TMB16\_Di**).

A partir de l'alpage des Ars, le parcours s'élève plus rapidement : il ne suit en effet plus le cours de la Dranse comme dans les tronçons précédents, et emprunte jusqu'à l'alpage de la Peule une route en terre large (**TMB17\_Di**) de déclivité moyenne, **peu difficile**.

Les trois derniers secteurs<sup>54</sup> sont formés par un sentier très large qui amène les randonneurs de l'alpage de la Peule au Grand Col Ferret. Ces secteurs sont **peu difficiles** ; **TMB19\_Di** présente

---

<sup>54</sup> Secteurs TMB18\_Di, TMB19\_Di, TMB20\_Di.



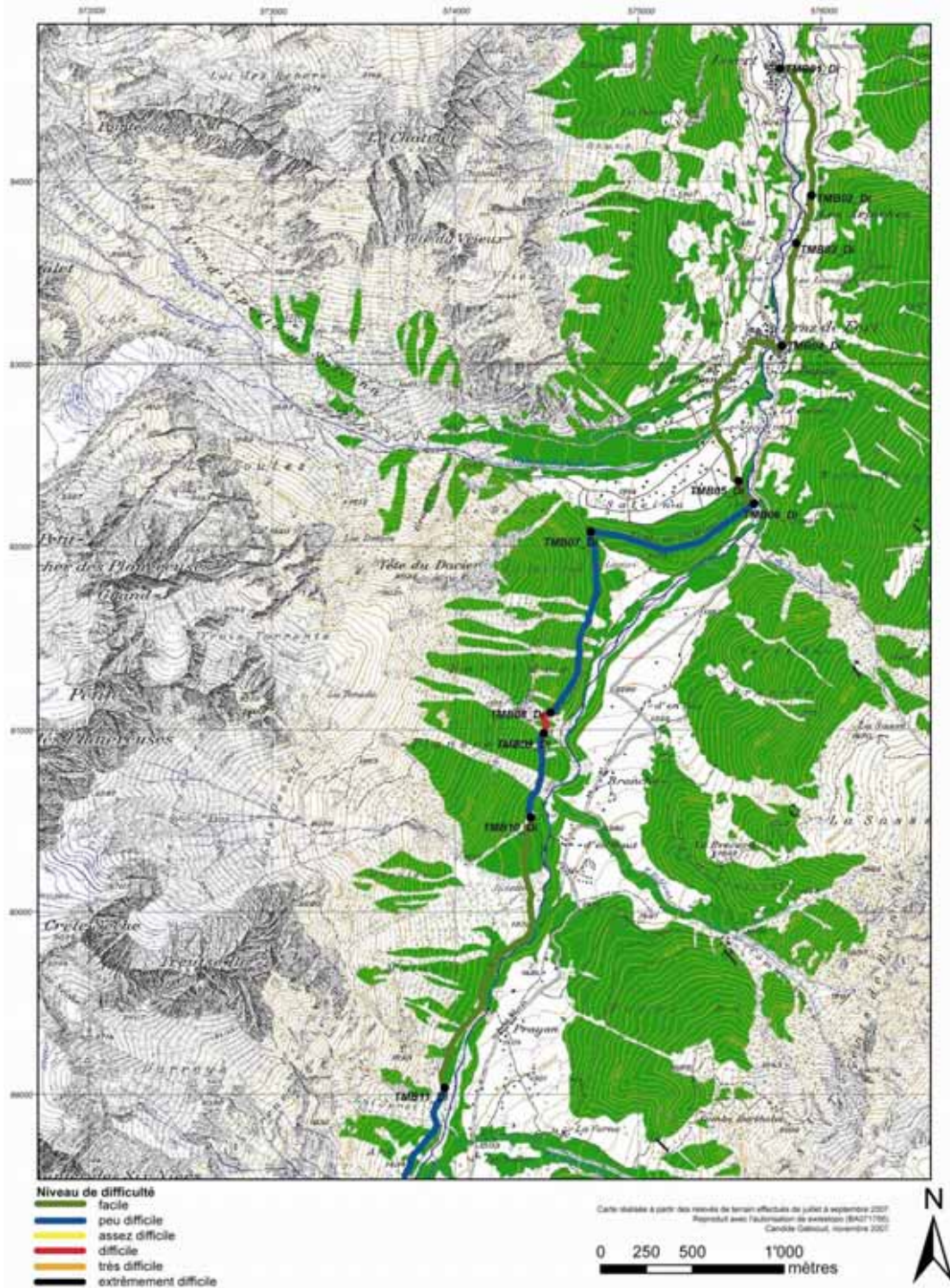


**Figure 26** : Sentier du Tour du Mont-Blanc dans le secteur TMB08\_Di.

Les différents tronçons étudiés sont relativement similaires du point de vue de leur difficulté, la plupart d'entre eux étant en effet faciles ou peu difficiles. Seuls deux secteurs présentent une exposition plus importante, TMB08\_Di (difficile) et TMB19\_Di (assez difficile). Ces passages ne comportent cependant pas une difficulté trop importante car le sentier est très large, en assez bon état, voire même équipé de chaînes (TMB08\_Di). Le parcours du Tour du Mont-Blanc est ainsi praticable pour des piétons assez peu expérimentés, car il se déroule sur des tronçons larges où les parties les plus problématiques sont aménagées.

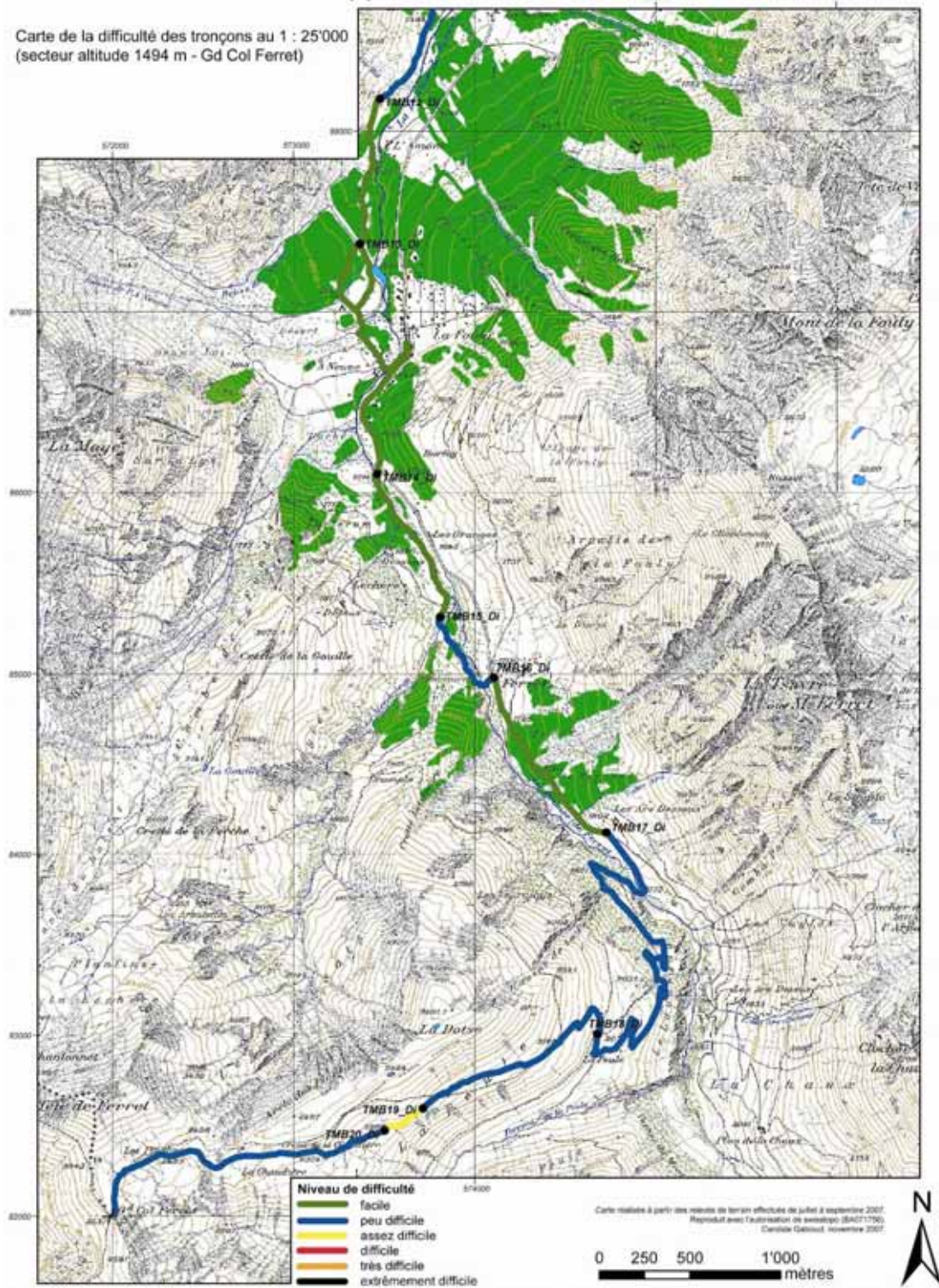
**Sentier du Tour du Mont-Blanc (1) - extrait de carte n°6**

Carte de la difficulté des tronçons au 1 : 25'000 (secteur Issert - altitude 1494 m)



**Sentier du Tour du Mont-Blanc (2) - extrait de carte n°7**

Carte de la difficulté des tronçons au 1 : 25'000  
(secteur altitude 1494 m - Gd Col Ferret)



## 6.2 Analyse géomorphologique

La cartographie géomorphologique est une méthode intéressante qui permet de connaître et de distinguer précisément les formes et les processus ayant une incidence sur les sentiers pédestres. Dans le cadre de l'analyse géomorphologique effectuée dans le Val Ferret, il a été nécessaire, selon l'extrait de carte utilisé, de tenir compte d'une certaine cohérence au niveau des zones d'apports ou de déclenchement de ces phénomènes. Ainsi, au lieu d'adopter une bande d'égale largeur (THELER, 2003) autour des sentiers pédestres, la cartographie s'est concentrée sur les **principales dynamiques** pouvant affecter les quatre itinéraires pédestres.

De plus, comme les différents terrains étudiés recouvrent une surface assez importante, le choix de l'**échelle** à utiliser constitue un autre problème cartographique. Le but est en effet de conserver un maximum d'information géomorphologique permettant aussi une lecture convenable (REYNARD, 1993). La solution privilégiée est une **cartographie mixte** (REYNARD, 1993), à deux niveaux :

1. une **carte géomorphologique générale au 1 : 25'000** a été effectuée pour le sentier du Tour du Mont-Blanc, qui traverse toute la vallée du Nord au Sud. Cette carte permet un découpage grossier de la vallée selon la localisation des couleurs (types morphogénétiques) et l'alternance des fonds colorés (zones d'accumulation) et blancs (zones d'érosion) (REYNARD, 1993) ;
2. **trois cartes géomorphologiques au 1 : 10'000**, permettant de représenter certaines formes plus précisément, ont été réalisées dans les différentes zones où passent les chemins d'accès aux refuges du CAS.

## 6.2.1 Sentier du bivouac du Dolent

### 6.2.1.1 Processus et formes fluviales

Les processus fluviaux affectant le sentier pédestre du bivouac du Dolent sont marqués par un événement exceptionnel d'une dizaine d'heures qui s'est déroulé le 10 juillet 1990. 30 à 40'000 m<sup>3</sup> de matériaux se sont en effet détachés du bastion morainique du glacier du Dolent, créant une importante cicatrice d'érosion dans la moraine d'une profondeur maximale de 15 m (ROUILLER, 1997 ; LUGON et MONBARON, 1998).



**Figure 27** : *Importante échancrure dans le bastion morainique du glacier du Dolent suite à l'événement de 1990.*

La **lave torrentielle** résultante a emprunté un ancien chenal d'écoulement qui évacuait les eaux de la partie gauche du glacier. Lorsque la pente le permettait, elle a abandonné le long de ce chenal des petits dépôts de levée, élément morphologique caractéristique des laves torrentielles.



**Figure 28** : Dépôts de levée le long du chenal d'écoulement de la lave torrentielle du 10 juillet 1990.

Les matériaux se sont finalement déposés dans la partie inférieure de la Combe des Fonds, sur le cône de déjection de la Reuse de l'A Neuve, où plusieurs dommages ont été constatés, et enfin dans la Dranse.



**Figure 29** : Extension de la lave torrentielle du 10 juillet 1990 vue depuis le sentier d'accès au bivouac du Dolent (photo : ROUILLER, 1997).

Les dégâts occasionnés par cette lave torrentielle ont été relativement faibles au vu de l'intensité de l'événement : un seul chalet a été endommagé et plusieurs prés ainsi que deux routes agricoles ont été recouverts de matériaux.

Le chemin d'accès au bivouac du Dolent a été emporté en de multiples endroits. Un nouveau tracé, empruntant une zone moins sensible, a été créé au nord du chenal d'écoulement entre 2200 et 2500 m.

Afin d'identifier le facteur déclenchant de cet événement, l'ensemble des facteurs dégradants (précipitations, températures, pergélisol) a fait l'objet d'une analyse pointue (ROUILLER, 1997 ; LUGON et MONBARON, 1998) :

- l'analyse des relevés météorologiques enregistrés au Grand-Saint-Bernard montre que le déclenchement du phénomène n'a pas été précédé de **précipitations extrêmes**. En effet, dans la nuit précédant l'effondrement, il n'y a eu que de très faibles précipitations pluvieuses au Grand-Saint-Bernard (4,5 mm entre le 9 juillet à minuit et le 10 à 9 h du matin). Cet événement a cependant été précédé d'une période particulièrement humide, le mois de juin ayant été le plus pluvieux de l'année 1990 ;
- l'évolution des **températures** du 1 juin au 10 juillet 1990 montre quatre séquences bien distinctes : une séquence fraîche durant la première décade de juin, une séquence très chaude lors de la dernière semaine de juin et une séquence fraîche durant la première semaine de juillet, suivie d'une remontée spectaculaire<sup>55</sup> des températures entre le 7 et le 9 juillet ;
- les investigations sur la présence potentielle de **pergélisol** dans la moraine du Dolent menées par LUGON et MONBARON (1998) n'ont pas permis de confirmer la présence ou l'absence de pergélisol dans le bastion. Situé entre 2500 et 2650 m et d'orientation E à SE, celui-ci se trouve néanmoins exactement à cheval sur la limite inférieure du pergélisol discontinu dans la région Entremont-Ferret<sup>56</sup>, cette limite correspondant à une zone de transition assez floue entre présence et absence de pergélisol.

L'analyse des facteurs dégradants montre qu'il n'y a pas un paramètre déclenchant prédominant. LUGON et MONBARON (1998) font l'hypothèse que l'effondrement de la moraine est dû à la combinaison de deux éléments, le plus important étant probablement lié à une modification soudaine des paramètres hydrogéologiques du dépôt. Le second facteur mis en cause est une fusion nivale très rapide suite à des moyennes de températures relativement élevées pour la saison.

Le mécanisme de rupture proposé est le suivant (ROUILLER, 1997 ; LUGON et MONBARON, 1998) : l'eau résultant de la fusion nivale a progressivement transité à travers (ou sous) la moraine jusqu'à saturation. A un moment donné, une première rupture a dû se produire au contact moraine-granite, puis l'érosion s'est propagée régressivement jusqu'à 2620 m : la moraine s'est ainsi effondrée par ruptures successives.

Selon ROUILLER (1997), le cordon morainique sur lequel est situé le bivouac du Dolent a trouvé un nouvel état de stabilité. En effet, ni les fortes températures enregistrées lors des étés

---

<sup>55</sup> La température moyenne est en effet passée de 2.5°C le 7 à 11.4°C le 9 juillet (LUGON et MONBARON, 1998).

<sup>56</sup> DELALOYE et MORAND (1997) ont étudié la répartition spatiale et régionale du pergélisol discontinu sur la rive droite du Val Ferret et dans la totalité de la vallée d'Entremont, soit dans une zone très proche de la moraine du Dolent. Leur étude est basée sur un échantillon de 160 glaciers rocheux actifs, ceux-ci étant d'excellents indicateurs de pergélisol. La détermination de la limite inférieure de leur front permet d'estimer la position de la limite inférieure du pergélisol discontinu au niveau régional.

1991 et 1992, ni les fortes précipitations du 20 juillet 1992<sup>57</sup> et du 24 juillet 1996 n'ont eu de répercussions sur le secteur. Toutefois, LUGON et MONBARON (1998) estiment qu'un nouvel effondrement de même type demeure toujours possible, principalement en raison de l'importante masse de sédiments encore disponible. Il existe d'ailleurs une autre niche d'arrachement assez importante d'une profondeur de 5 m quelques mètres au nord de celle de 1990 : elle témoigne d'un événement plus ancien, d'au moins une trentaine d'années, où plusieurs milliers de m<sup>3</sup> de matériaux ont été arrachés à la moraine. La lave torrentielle engendrée lors de cet événement n'a causé aucun dommage connu.

#### 6.2.1.2 Processus et formes liés à la gravité



**Figure 30 :** *Cône d'éboulis partiellement couvert dans la région de Sur la Lys.*

Les **éboulis** sont actifs dans toute la zone de haute altitude. Les accumulations les plus importantes sont formées de blocs de granites du Mont-Blanc s'éboulant des parois ou des escarpements rocheux.

Au pied de la face est de la Maye (2642 m), ces éboulis, situés entre 1900 et 2050 m, constituent des voiles partiellement couverts tandis qu'au pied de la face sud, ils forment des cônes actifs mieux délimités.

Créant des couloirs d'éboulis bien démarqués, notamment sur la face est de la Maye, les accidents tectoniques (faille) favorisent une forte fissuration et donc les phénomènes de cryoclastie alimentant les éboulis.

---

<sup>57</sup> Le 20 juillet 1992, des précipitations extrêmement violentes ont touché le Val Ferret dans la soirée. Des laves torrentielles en rive droite de la Dranse ont détruit plusieurs ponts et ont coupé la route principale (LEWIN et WARBURTON, 1994). Précédé d'une période particulièrement humide (104,4 mm relevés durant les 20 premiers jours du mois de juillet 1992 par la station automatique installée par le CRSFA au bivouac du Dolent), il est intéressant de noter que l'événement de précipitations intenses (40 mm entre 19 et 21 h enregistrés au bivouac du Dolent) du 20 juillet n'a eu aucun effet sur la moraine du glacier du Dolent (LUGON et MONBARON, 1998).



### 6.2.1.3 Processus et formes glaciaires

Les formes glaciaires ont déjà été passablement évoquées avec l'événement exceptionnel de 1990 qui a vu 30 à 40'000 m<sup>3</sup> de matériaux se détacher de la moraine. Ce bastion morainique, qui marque l'extension maximale du glacier du Dolent au cours du Petit Age Glaciaire, est libre de glace depuis au moins 100 ans (LUGON et MONBARON, 1998). A la surface du replat morainique, la présence à quelques mètres de distance de deux rides en forme d'arcs de 1 à 2 m de hauteur, constituées de blocs anguleux, témoignent des fluctuations du front du glacier au cours du XX<sup>ème</sup> siècle.



**Figure 31** : Rides en forme d'arcs constituées de blocs anguleux à la surface du replat morainique.

#### 6.2.1.4 Processus et formes niveaux

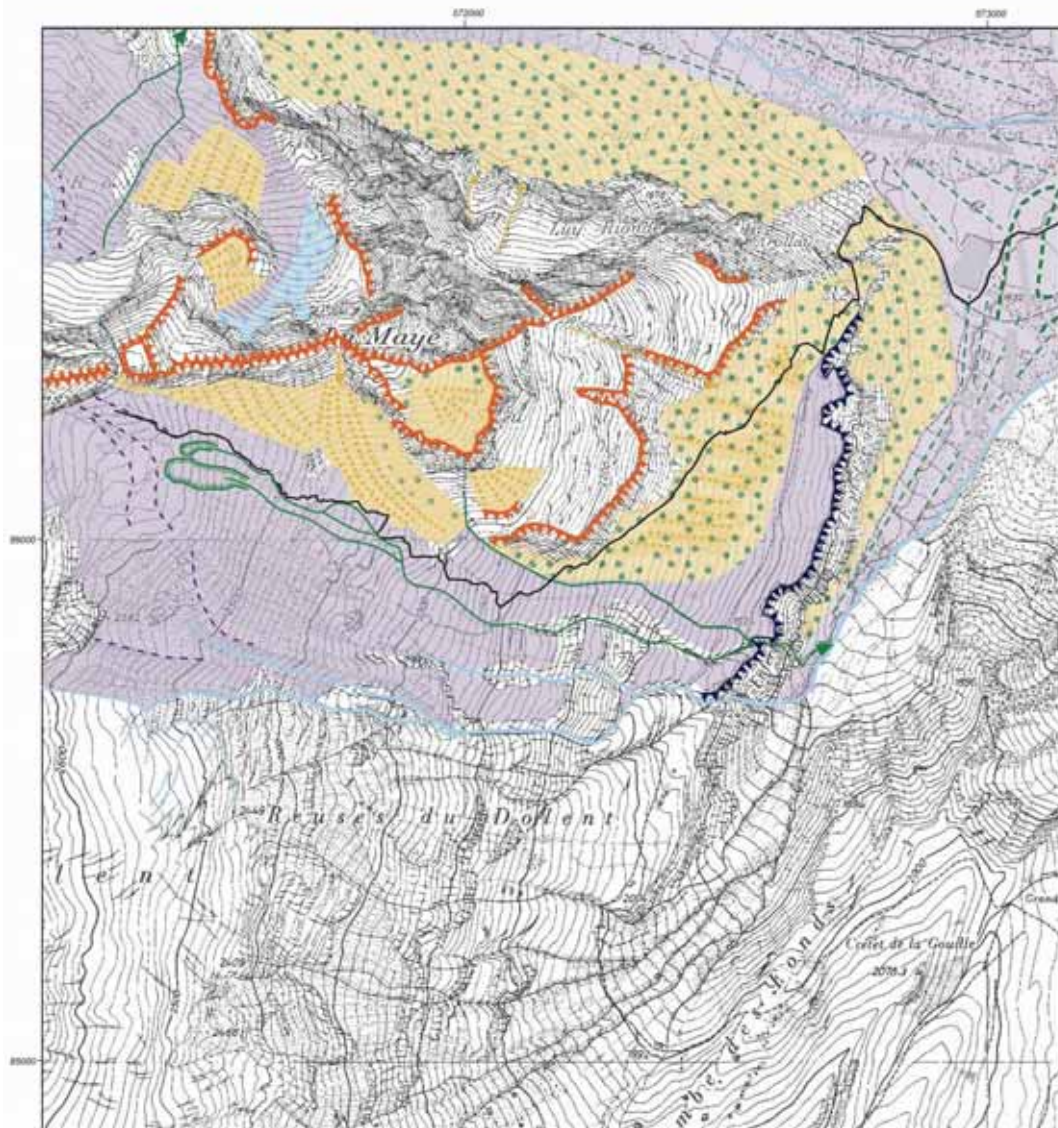
Des dépôts d'avalanche de relative faible extension ont été relevés dans la partie initiale du sentier, près de l'altitude 1648 m. Il n'est pas rare que ces dépôts subsistent jusqu'au début de l'été.

De multiples digues paravalanches ont été édifiées dans la partie finale de la Combe des Fonds afin de protéger le hameau de l'A Neuve. Ces formes anthropiques ont pour but de canaliser les grandes avalanches descendant du glacier du Dolent, et pourraient même dévier une lave torrentielle similaire à celle du 10 juillet 1990.



**Figure 32** : *Digue paravalanche à l'A Neuve.*

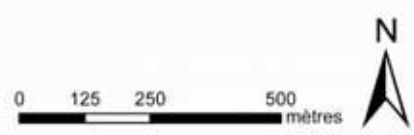
**Sentier du bivouac du Dolent - extrait de carte n°8**  
 Carte géomorphologique au 1 : 10'000



**Légende**

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Les zones cartographiées sont celles situées en face gauche de la Route du Dolent.



Carte réalisée à partir des relevés de terrain effectués de juillet à septembre 2007.  
 Cartier Gubroud, Septembre 2007.

## 6.2.2 Sentier de la cabane de l'A Neuve

### 6.2.2.1 Processus et formes fluviales

Les moraines édifiées par le glacier de l'A Neuve, dont la situation topographique et la géométrie sont très semblables à la moraine du glacier du Dolent, peuvent aussi alimenter des laves torrentielles (LUGON et MONBARON, 1998). Plusieurs échancrures dans le bastion morainique situé au pied des Pointes des Essettes (570'900 / 88'600) sont observables et témoignent d'anciens événements comparables à celui de 1990 au Dolent.



**Figure 33** : Bastion morainique du glacier de l'A Neuve (570'900 / 88'600).

Même si aucune étude n'a analysé de près la situation dans ce secteur, LUGON et MONBARON (1998) estiment possible le déclenchement à tout moment d'une lave torrentielle de type Dolent aux proportions non prévisibles, principalement en raison de l'importante masse de matériel morainique à disposition. Un tel phénomène ne devrait se produire qu'au cours de la période estivale (entre juin et octobre), soit au moment où la fonte est la plus importante et les précipitations sous forme de pluie les plus intenses (ROUILLER, 1997).

La possibilité que de telles catastrophes naturelles surviennent dans ce secteur est confirmée par trois événements documentés :

- le 22 juin 1898, la vidange d'une poche d'eau dans le glacier de l'A Neuve a engendré une lave torrentielle, dont les matériaux se sont étalés sur le cône de déjection<sup>58</sup> (VIVIAN, 1975) ;
- le 24 juillet 1996, suite à d'intenses précipitations, le lit des deux Reuses s'est rempli de matériaux, menaçant des terrains privés en rive gauche (A Neuve) et en rive droite (Amône), au niveau du camping (REY et SAAMELI, 1997) ;
- le 5/6 août 1997, une lave torrentielle s'est déclenchée suite à une nouvelle rupture de poche d'eau dans le glacier de l'A Neuve. En raison de la très importante régression de la langue de ce glacier, qui est désormais complètement couvert et déconnecté de sa partie supérieure, la moraine latérale gauche est fragilisée et exposée à une forte érosion. Durant l'événement de 1997, la Reuse de l'Amône a d'ailleurs incisé cette moraine pour se joindre à la Reuse de l'A Neuve (RAYMOND et al., 2003).



**Figure 34 :** *Erosion de la moraine par la Reuse de l'Amône.*

La lave torrentielle résultante a emprunté un de ses anciens chenaux d'écoulement (Reuse de Tsamodet) pour déposer ses matériaux quelques mètres seulement en amont du camping de La Fouly<sup>59</sup>.

Aménagé sur les dépôts fluvio-glaciaires alimentés par la Reuse de l'A Neuve et de l'Amône, l'emplacement de ce camping est assez problématique (LUGON et MONBARON, 1998 ; THELER, 2003). Les processus fluviatiles et glaciaires sont en effet très actifs dans cette zone : des chutes de séracs provenant du glacier suspendu de l'A Neuve pourraient ainsi provoquer une débâcle ayant pour effet d'augmenter subitement le débit de la Reuse de l'A Neuve.

<sup>58</sup> Le terrain a été examiné deux jours après cet événement par Brun, qui a fait la description suivante (VIVIAN, 1975) : « le glacier de la Neuvaz s'étend sur une pente très raide qui aboutit à une région à peu près plate qui est couverte de forêts et de gros blocs, en sorte que la vive force de l'eau s'est trouvée amortie presque instantanément. Dans ce cas le transport a été à peu près nul. La forêt a été simplement remplie de boue et de sable, les gros blocs ayant été arrêtés à la lisière. Le torrent s'est naturellement étalé en diminuant d'épaisseur et de vitesse ».

<sup>59</sup> Cf. annexe 4, fiche d'évaluation du sentier de la cabane de l'A Neuve 2, événement n° 1.

### 6.2.2.2 Processus et formes liés à la gravité

Les éboulis sont également actifs dans toute la zone de haute altitude. Des accumulations importantes formées de blocs de granites du Mont-Blanc s'éboulent des escarpements rocheux des Pointes des Essettes et des Six Niers. Ces éboulis sont situés au pied de couloirs vertigineux et forment des voiles et des cônes bien délimités. Localement, notamment dans la région de la Pierre Javelle (571'500 / 87'750), les éboulis s'enrichissent en gros blocs et prennent un aspect d'éboulement aux limites assez floues.

### 6.2.2.3 Processus et formes glaciaires

Les moraines marquant l'extension maximale du glacier de l'A Neuve au cours du Petit Age Glaciaire sont généralement bien conservées. Les deux avancées principales qui ont eu lieu durant cette période sont également bien distinguables sur le terrain : le vallum le plus externe, donc le plus ancien, est déjà colonisé par la végétation alors que le plus interne, donc le plus récent, datant en effet du XIX<sup>ème</sup> siècle, est encore presque nu.



**Figure 35** : Deux générations de moraines, l'une déjà colonisée par la végétation, l'autre encore très fraîche.

En aval du point 2093 m, plusieurs rides en forme d'arc (571'700 / 87'200) de quelques mètres de hauteur, constituées de blocs de plus au moins grosse taille, sont les témoins des fluctuations du front du glacier au cours du XX<sup>ème</sup> siècle.

Deux zones d'épandage des matériaux fluvio-glaciaires sont en voie d'accumulation : le premier cône<sup>60</sup>, alimenté par la Reuse de l'A Neuve, est formé de gros blocs de granites issus de moraines remaniées ou éboulées. Cet émissaire glaciaire est le plus menaçant pour le camping de La Fouly, dont la position paraît vraiment risquée.

La seconde zone en voie d'accumulation se situe en amont du point 2093 m. La Reuse de l'Amône y dépose de grandes quantités de matériel meuble, matériel qui pourrait être remobilisé lors d'événements extrêmes.



**Figure 36** : Zone d'épandage des matériaux fluvio-glaciaires. Au premier plan, cordon morainique datant du Petit Age Glaciaire.

#### 6.2.2.4 Processus et formes nivaux

Des dépôts rocheux résultant de l'avalanche de 1999 ont été relevés dans la région du Désert (572'7500 / 87'050). En outre, il n'est pas rare que des dépôts neigeux, qui subsistent parfois jusqu'au milieu de l'été, recouvrent le sentier de la cabane de l'A Neuve sur les cônes d'éboulis situés entre 2200 et 2400 m.

Une longue digue paravalanche a été édifée à l'A Neuve (572'700 / 86'800) afin de protéger le hameau du même nom. Cette forme anthropique a pour but de dévier les grandes avalanches descendant du glacier de l'A Neuve.

---

<sup>60</sup> Cf. chapitre 6.2.2.1.

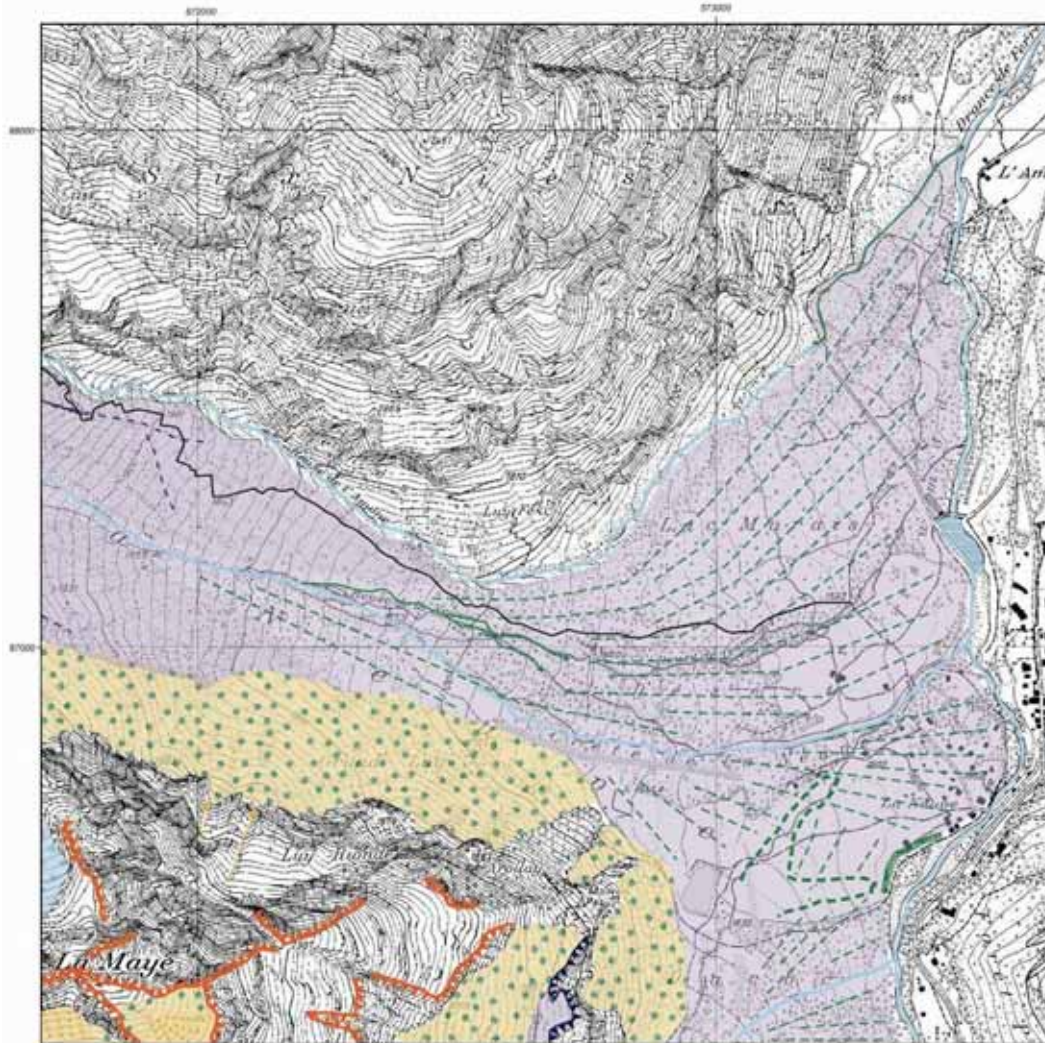


**Figure 37 :** *Hameau de l'A Neuve avant l'avalanche de 1952 : la forêt et les chalets situés au second plan ont été complètement détruits (www.lafouly.net).*

En effet, plusieurs grandes avalanches ont déjà atteint ce hameau. Le 11 janvier 1952, une avalanche de neige et de glace s'est produite (OULIANOFF, 1954). Sa zone de déclenchement se situait sur le glacier de l'A Neuve, dans la pente située sous l'aiguille du Darrey. Cette avalanche a détruit quatre chalets et le déplacement d'air qu'elle a provoqué a partiellement emporté la forêt du Désert. Plus récemment, en 1999, une avalanche dont la zone de déclenchement correspond à celle de 1952 a emporté cinq autres chalets.



**Sentier de la cabane de l'A Neuve (1) - extrait de carte n°9**  
 Carte géomorphologique au 1 : 10'000



Les zones cartographiées sont celles situées en rive droite de la Reuse de l'Amône et en rive gauche de la Dranse.

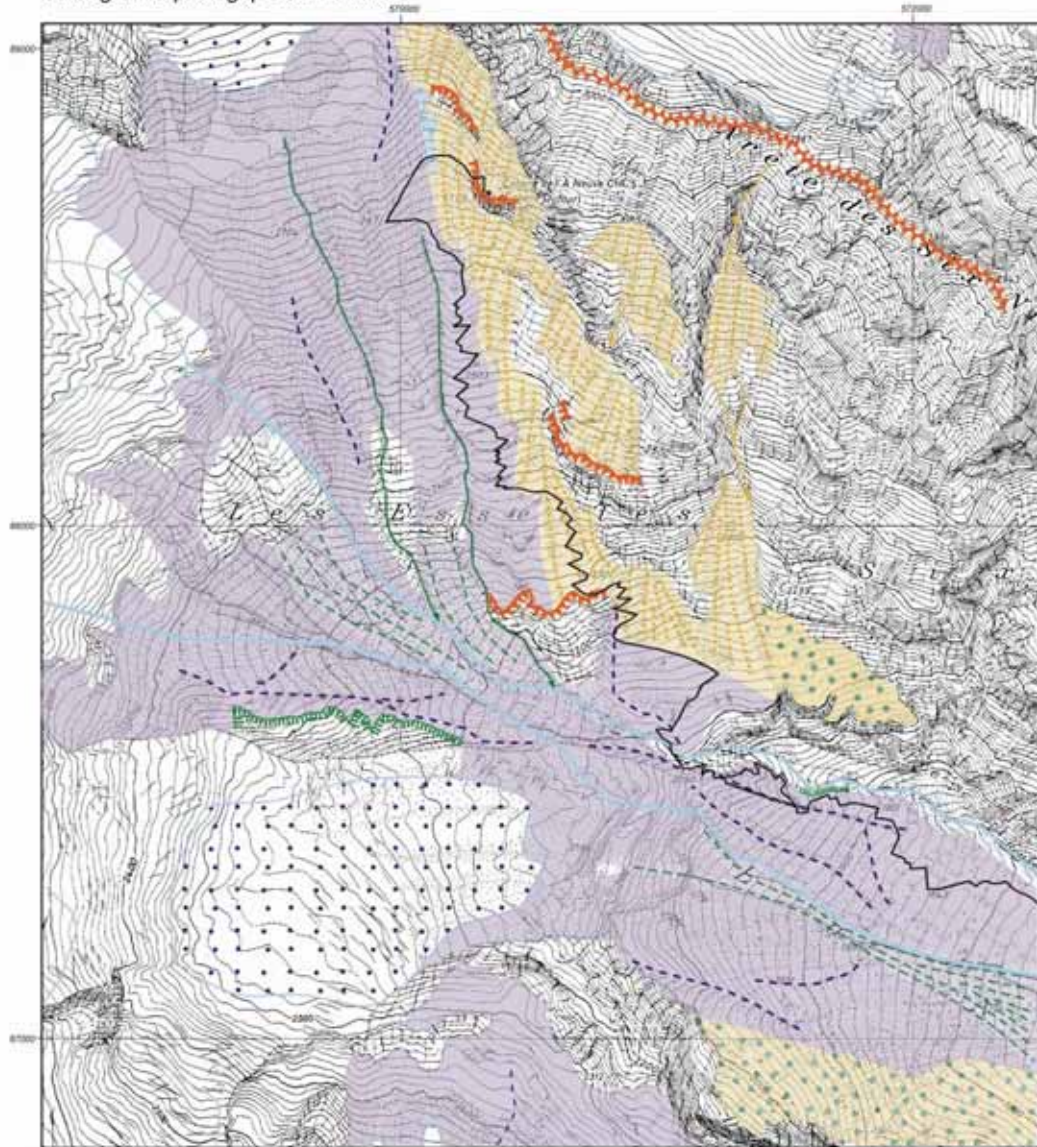
**Légende**

- |                                     |                            |                  |
|-------------------------------------|----------------------------|------------------|
| accumulation marginale anthropique  | remblai tecto-glaciaire    | tracé du sentier |
| coteau d'éboulis                    | coteau érosive pléistocène |                  |
| cône d'éboulis                      | bord d'arrêt               |                  |
| éboulis / coteau d'éboulis couverts | chenaux d'été              |                  |
| base tertiaire                      | lac                        |                  |
| relief de terraces du d'Écluse      | ruisseau permanent         |                  |
| crête de la base tertiaire de 1900  | escarpement rocheux        |                  |



Carte réalisée à partir des relevés de terrain effectués de juillet à septembre 2007  
 Caroline Guitou, décembre 2007

**Sentier de la cabane de l'A Neuve (2) - extrait de carte n°10**  
 Carte géomorphologique au 1 : 10'000



- Légende**
- |  |   |                  |                     |
|--|---|------------------|---------------------|
| couloir d'éboulement                     | roche d'arrachement de leur base (table, blocage) | crak d'été       | escarpement rocheux |
| crête d'éboulement                       | épave de roche glaciaire                          | roche permanente | tracé du sentier    |
| éboulement / crête d'éboulement couverte | roche mouillée                                    | glacier coulant  |                     |
| lavé torrentiel                          | caillou mouillé / alluvion mouillée               | glacier          |                     |

Toute la zone a été cartographiée.



Carte réalisée à partir des données de terrain effectuées de juillet à septembre 2007.  
 Cartographie : Gabriel, décembre 2007.

### 6.2.3 Sentier de la cabane de Saleina

#### 6.2.3.1 Processus et formes fluviales

Des laves torrentielles peuvent se déclencher lors de fortes précipitations dans les couloirs très raides de la face NE des Clochers des Planereuses. Un cône de déjection mixte, situé dans la région des Toules (572'600 / 92'600), témoigne d'ailleurs d'une activité torrentielle limitée. Suite aux avalanches dévalant ce couloir, ce cône est en effet habituellement recouvert de dépôts neigeux jusqu'au milieu de l'été.

#### 6.2.3.2 Processus et formes liés à la gravité

Les processus gravitaires présentent une activité particulièrement marquée dans la région de Plan Monnay (572'000 / 92'500) et de La Gare (571'800 / 92'100). Des accumulations importantes formées de blocs de granites du Mont-Blanc s'éboulent des escarpements cristallins du Petit Clocher des Planereuses (2699 m). Situés au pied de parois verticales présentant une forte fracturation, ces éboulis forment des cônes très bien délimités. Localement, ils prennent également un aspect d'éboulement comme dans la région de Plan Monnay (572'000 / 92'500), où le cône s'enrichit en blocs dont le diamètre est assez impressionnant.



**Figure 38** : Cône d'éboulis au pied du Petit Clocher des Planereuses.

### 6.2.3.3 Processus et formes glaciaires

Les moraines marquant l'extension maximale du glacier de Saleina au cours du Petit Age Glaciaire sont très bien conservées, particulièrement sur la rive droite de la Reuse de Saleina. Le vallum le plus externe, formé de gros blocs granitiques, est déjà partiellement colonisé par la végétation : le sentier menant à la cabane de Saleina emprunte d'ailleurs ce cordon. Entre la prise d'eau d'Electricité Emosson SA et le front actuel du glacier, de nombreux cordons en forme d'arc (572'750 / 92'800) de plusieurs mètres de hauteur, constitués de blocs de plus au moins grosse taille, sont les témoins des fluctuations du front du glacier depuis la dernière extension maximale en 1820.

Un complexe morainique tardiglaciaire est localisé dans la région de Plan Monnay. Ces moraines correspondent à différents stades lors desquels le glacier de Saleina atteignait probablement la région de Praz-de-Fort.

Durant le Petit Age Glaciaire, le petit glacier de l'Evole s'est fortement avancé, mais ne s'est pas connecté au glacier de Saleina. Il a néanmoins déposé d'imposantes constructions morainiques latéro-frontales au pied de la face W des Clochers des Planereuses. Ce glacier a subi une importante régression depuis 1850 et seul un lambeau de glacier subsiste au pied de la face N des Pointes des Planereuses. Des restes de glacier (glace morte) enfouis à faible profondeur sont néanmoins préservés sous une couverture de blocs de taille importante (571'700 / 91'700) correspondant à de la moraine d'ablation. Cette zone est d'ailleurs assez sensible car elle se trouve sur un versant très escarpé et est ainsi susceptible de fournir une quantité importante de sédiments meubles à des laves torrentielles (LUGON et al., 2000).

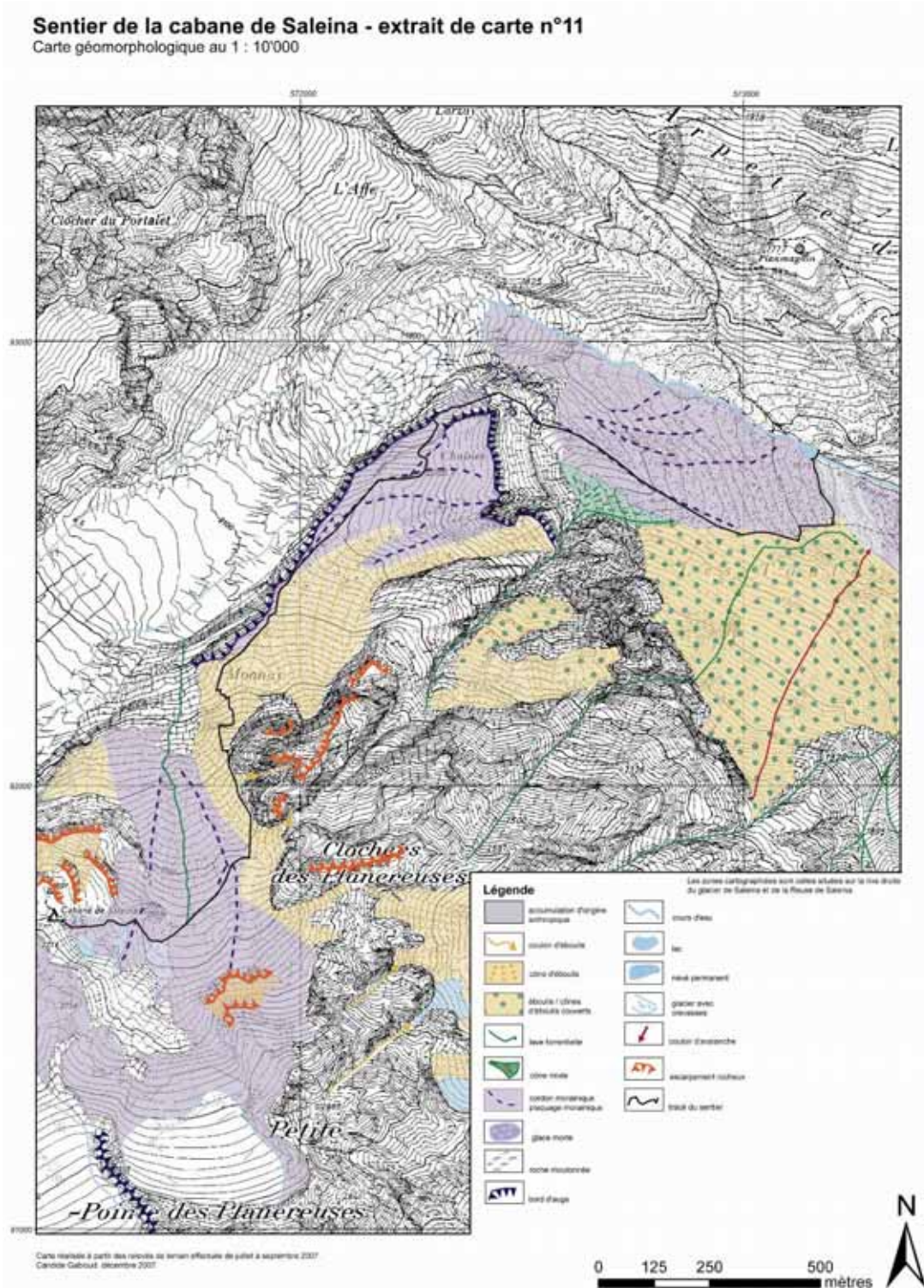


**Figure 39** : Au centre, vue générale sur le glacier de l'Evole et les accumulations morainiques qu'il a édifiées.

Dans le secteur des Chaînes (572'500 / 92'800), le glacier de Saleina a passablement érodé la roche en place. Une des principales formes d'érosion glaciaire, les **roches moutonnées**, sont ainsi observables. Ces roches présentent une dissymétrie de forme : assez lisse à l'amont où le polissage domine, la morphologie est plus anguleuse à l'aval, l'arrachement constituant le processus principal.

### 6.2.3.4 Processus et formes niveaux

Des dépôts (rocheux) de faible extension ont été observés dans la partie initiale du sentier d'accès à la cabane de Saleina.



## 6.2.4 Sentier du Tour du Mont-Blanc

### 6.2.4.1 Processus et formes fluviales

Les torrents de la rive droite du Val Ferret drainent de vastes cirques d'érosion ouverts dans les calcschistes feuilletés des unités de Ferret et du Roignais-Versoyen (BURRI et MARRO, 1993). Cette importante succession stratigraphique de séries schisteuses favorise naturellement les processus gravitaires et fluviales (THELER, 2003), qui ont peu à peu rempli le fond des vallées d'éboulements, de masses glissées ou de cônes de déjection après le retrait des glaciers. Les eaux des torrents à écoulement permanent ou temporaire ont déposé leurs alluvions sous la forme de cônes lorsque la déclivité des versants diminuait (THELER, 2003). Lors de crues orageuses, le déclenchement de laves torrentielles est presque inévitable<sup>61</sup>, ce qui permet aux cônes de déjection de poursuivre leur édification au détriment des routes et des ponts emportés presque chaque année.



**Figure 40** : Bassin de réception, chenal d'écoulement et cône actif du torrent de Ferret. Sur la rive droite du torrent, des dépôts liés à un éboulement historique sont encore visibles.

---

<sup>61</sup> Cf. annexe 5 pour les événements du Val Ferret.

L'absence de colonisation végétale dans les parties sommitales de ces bassins de réception combinée à des pentes très raides favorise donc les écoulements torrentiels et une réponse hydrologique très rapide à l'exutoire du bassin versant (THELER, 2003).

Les plus grands cônes de déjection du Val Ferret sont situés en amont de l'ancien barrage glaciaire de Saleina, ce qui suggère que leur édification a commencé lorsque ce barrage était fonctionnel (BURRI et MARRO, 1993).

En aval de ce barrage, malgré la présence d'importants cirques d'érosion, les cônes de déjection sont moins nombreux et de plus petite amplitude : la Dranse a, dans ce secteur, assez d'énergie pour évacuer les matériaux qui pourraient obstruer la vallée. Celle-ci est d'ailleurs beaucoup plus étroite qu'en amont des moraines tardiglaciaires de Saleina, l'origine de ce resserrement étant vraisemblablement provoquée par les tassements actifs<sup>62</sup> de la rive droite (BURRI et MARRO, 1993).

Les formes observées en rive gauche du Val Ferret sont différentes de celles de la rive droite. En effet, mis à part le Merdenson qui s'écoule dans les calcaires, les marnes et les dolomies de la couverture sédimentaire du Massif du Mont-Blanc et qui est le seul torrent de la rive gauche à présenter des caractéristiques similaires aux torrents de la rive droite, les cônes de la rive gauche sont majoritairement formés de gros blocs de granites dont le diamètre est plus important qu'en rive droite (THELER, 2003). Ils correspondent pour les plus importants (Dolent, A Neuve et Saleina) à des épandages fluvio-glaciaires<sup>63</sup> formés d'une part de matériel provenant des parois et des escarpements rocheux cristallins du Mont-Blanc et qui est remanié par les émissaires glaciaires et d'autre part par la mobilisation par les laves torrentielles des accumulations morainiques.

Les cônes localisés entre Branche et l'Amône sont mixtes : situés à la base des couloirs où transitent les avalanches, ces accumulations sont constituées du matériel arraché par celles-ci sur leur passage, et sont complétées par des dépôts torrentiels lorsque la neige a fondu, voire même parfois par des dépôts gravitaires sous la forme d'éboulis (THELER, 2003).

---

<sup>62</sup> Cf. chapitre 6.2.4.2.

<sup>63</sup> Cf. chapitre 6.2.4.3.





**Figure 41** : Vue depuis le Basset (2765 m) sur les cônes mixtes situés sur la rive gauche de la Dranse entre Branche et l'Amône.

REY et SAAMELI (1997) ont analysé les nombreux événements répertoriés dans le cadastre des événements du Val Ferrel<sup>64</sup>. Il faut toutefois remarquer qu'une telle liste est fortement tributaire du facteur humain, un événement n'étant signalé que si un témoin est là pour le constater ou s'il occasionne des dégâts. Deux remarques, concernant l'évolution géographique et temporelle, peuvent néanmoins être avancées (REY et SAAMELI, 1997) :

- en ce qui concerne la **distribution géographique**, il apparaît que les torrents de la rive droite sont beaucoup plus souvent répertoriés que ceux de la rive gauche. Cette différence est due en partie au facteur humain, la route menant à La Fouly étant située sur la rive droite en amont de Praz-de-Fort ;
- la **distribution temporelle** indique que 80 % des événements répertoriés s'étendent sur les mois de juillet, août et septembre, soit durant la haute saison touristique estivale. De façon générale, le nombre d'événements répertoriés progresse exponentiellement : ceci est à mettre en relation avec la mémoire collective, qui permet une meilleure

<sup>64</sup> Cf. chapitre 7, carte 4 et annexe 5.

couverture des événements récents, et aussi avec l'urbanisation toujours plus importante de la vallée.

Un net accroissement des incidents vers la fin du XX<sup>ème</sup> siècle est ainsi constaté pour la Dranse et peut être partiellement expliqué par la combinaison de deux facteurs. L'influence considérable des différentes installations de captage hydro-électriques a pour effet de diminuer drastiquement les débits moyens à élevés. L'évacuation des matériaux charriés n'est alors plus possible et il en résulte un **engravement** progressif de la Dranse. De plus, contrairement aux vallées voisines, **aucun ouvrage de retenue** ne protège le Val Ferret des crues extrêmes.

A partir des événements répertoriés dans le cadastre, REY et SAAMELI (1997) ont vérifié l'existence d'une corrélation hypothétique entre l'occurrence d'événements et la pluviométrie correspondante afin de mettre en évidence un éventuel seuil pluviométrique au-delà duquel des dégâts sont à attendre (REY et SAAMELI, 1997). L'analyse, qui a porté sur 17 événements intervenus entre 1983 et 1996, a été entreprise sur les deux stations disponibles dans le Val Ferret, la station d'Electricité Emosson SA à la Fouly et celle des Forces Motrices d'Orsières à Orsières, distantes de 5 kilomètres. Couvrant toute la longueur de la vallée, ces stations doivent permettre d'identifier les gradients pluviométriques que subit la vallée. L'analyse a consisté dans un premier temps à mettre en évidence, pour chaque événement et les deux stations pluviométriques, la pluie journalière de l'événement et la pluie moyenne sur les quatre jours précédant l'événement, celle-ci étant un reflet de l'état de saturation du sol qui peut avoir une incidence particulière sur la formation des volumes ruisselés.

Les points suivants ont pu être mis en évidence :

- bien que les deux stations pluviométriques soient très proches, des différences marquées de volumes précipités ont été relevées le 24 juillet 1996, où il a plu 123 mm à La Fouly et 21 mm à Orsières, soit un rapport de 1 à 6. Un **fort gradient pluviométrique** existe entre le bas et le haut du Val Ferret ;
- les conditions de pluie antécédentes ne s'avèrent pas être un facteur décisif dans l'apparition d'un événement. En effet, ce sont habituellement les périodes de relative sécheresse suivie de fortes précipitations qui engendrent le plus de dégâts ;
- à La Fouly, l'éventail pluviométrique s'étend de 123 mm pour l'événement de 1996 à moins de 10 mm pour celui du 2 septembre 1987. Il est moins haut à Orsières, mais tout aussi dispersé vers le bas. REY et SAAMELI (1997) considèrent, au vu des faibles valeurs rencontrées, un **seuil de danger situé autour de 10 mm** seulement.

Ce seuil de 10 mm obtenu n'est toutefois pas très vraisemblable, une majorité des pluies journalières dépassant ce seuil. Les facteurs pluie et conditions antécédentes d'humidité ne sont donc pas des paramètres suffisants pour définir un seuil de danger pluviométrique plausible. L'altitude de l'isotherme 0°C, la limite pluie-neige ou encore le potentiel de charriage des torrents sont également des paramètres déterminants pour le déclenchement d'un événement.

#### 6.2.4.2 Processus et formes liés à la gravité

Les glaciers ont tendance à éroder les vallées en forme d'auge avec un fond large, des versants raides et un profil de versants concave à la base et convexe vers le haut (SCHOENEICH, 2005). Après le retrait des glaciers, de tels versants, déséquilibrés par une pente trop abrupte, deviennent très instables. Ils doivent trouver un nouvel équilibre et réagissent alors de deux façons (THELER, 2003) : rapidement, lors de grands éboulements, ou très lentement, en s'affaissant sous leur propre poids sous la forme de grands glissements rocheux avec comme trace visible dans le paysage une modification du profil du versant. Les mouvements de terrain résultent (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997b) donc d'un changement de l'équilibre des forces dans le versant (rapport entre les forces résistantes et les forces motrices).



**Figure 42** : Vue sur les tassements actifs d'Issert et des Arlaches, sur la rive droite du Val Ferret.

Dans le Val Ferret, les dépôts liés aux **éboulements** sont relativement rares : un éboulement de faible importance, qu'un cône actif recouvre peu à peu, est néanmoins visible en amont de Ferret, dans la forêt de Ferret (574'500 / 84'600)<sup>65</sup>. Contrairement aux éboulements, qui sont des événements assez brusques, les versants tassés s'affaissent très lentement vers l'aval. Le versant droit du Val Ferret, taillé dans les assises feuilletées des unités de Ferret, du Roignais-Versoyen et dans la zone Houillère, présente une morphologie de **tassements** bien développée, notamment entre Issert et Praz-de-Fort. Ces tassements se manifestent de deux manières : d'une part par des ruptures de pente, dont le plus bel exemple est le petit replat du Brocard (575'400 / 90'300) au-dessus de Branche, et d'autre part, vers le haut, par un dédoublement des crêtes (SUMMERMATER, 2002). La large crête séparant le Val Ferret de celui d'Entremont est d'ailleurs entaillée de plusieurs petits vallons correspondant à autant de plans de tassements

---

<sup>65</sup> Cf. figure 40.

(BURRI et MARRO, 1993). Plus à l'aval, les tassements peuvent évoluer en glissement de terrain : un **glissement actif** est habituellement souligné par une niche d'arrachement à l'amont et est caractérisé par un mouvement lent et continu d'une masse considérable de matériel vers le bas d'un versant. Ces mouvements peuvent être dus soit à un gorgement d'eau très important du terrain, soit à l'érosion du pied de pente par un cours d'eau (SCHOENEICH, 2005). Ces cas sont respectivement visibles dans le Val Ferret au sud de La Fouly, avec le glissement de Larteron (573'100 / 86'000) et au sud de l'alpage de la Léchère (573'500 / 85'100), où le torrent du Merdenson érode activement le pied du tassement-glisement, surtout lors de grosses crues.

Les **éboulis**<sup>66</sup> sont actifs et très nombreux dans toute la zone de haute altitude sur la rive gauche de la Dranse : ils forment des cônes et des voiles particulièrement bien délimités.

Les cônes situés au pied de la face sud du Treutse Bô (2917 m) et au pied de la face sud, sud-est de la Petite (2965 m) et de la Grande (3150 m) Pointe des Planereuses sont le lieu de transit de nombreuses laves torrentielles : la présence supposée de pergélisol dans la partie sommitale de ces éboulis, vers 2600 m, soit à la limite inférieure du pergélisol discontinu dans la région Entremont-Ferret<sup>67</sup>, a une importance toute particulière dans la question de la déstabilisation des versants suite à une dégradation du pergélisol (LAMBIEL, 2006). Ces éboulis ont en effet un profil concave, la pente tendant à augmenter vers le haut : le fait que le pergélisol occupe les parties les plus raides de l'éboulis joue ainsi un rôle essentiel dans la stabilité de la pente (LAMBIEL, 2006).

### 6.2.4.3 Processus et formes glaciaires

L'histoire morphologique du Val Ferret est étroitement liée à l'histoire glaciaire de la région. L'étude des dépôts abandonnés par les glaciers (BURRI, 1974) montre que **trois stades récents** sont décelables dans le Val Ferret : les stades historiques, le ou les stades des moraines intermédiaires, attribués depuis au stade de l'Egesen (Dryas récent, 12'000-11'000 BP) et celui ou ceux des moraines basses, attribués à des stades plus anciens du Tardiglaciaire.

Le grand glacier **würmien** a évidemment complètement rempli les vallées, abandonnant ses moraines sur tous les versants jusqu'à plus de 2000 m (BURRI et MARRO, 1993). Ces dépôts ont été recouverts après cette dernière grande glaciation par les récurrences plus tardives des glaciers de vallée dans les parties basses et des petits glaciers locaux dans les parties hautes. En effet, des phénomènes glaciaires complexes se sont déroulés après la disparition du glacier würmien vers 16'000 BP et le moment où des conditions plus clémentes se sont installées (10'000 BP). Cette période, le **Tardiglaciaire**, a vu plusieurs réavancées de glaciers locaux se produire. Ceux-ci ont presque totalement réoccupé les fonds de vallée et ont déposé des moraines constituées de matériel local. Le plus beau vallum du stade des moraines intermédiaires, et évidemment le plus spectaculaire de la vallée, est celui qui coupe le Val Ferret en amont de Praz-de-Fort. Edifié par le glacier de Saleina, ce vallum complexe<sup>68</sup>, aujourd'hui boisé, a déterminé un

---

<sup>66</sup> Cf. chapitre 6.2.1.2, 6.2.2.2 et 6.2.3.2.

<sup>67</sup> Cf. chapitre 6.2.1.1.

<sup>68</sup> Ce vallum est attribué au stade de l'Egesen selon la valeur de la dépression de la ligne d'équilibre (DEP) glaciaire par rapport à la référence de 1850.

bassin dans lequel devait s'arrêter le glacier du fond du Val Ferret, descendu du Mont-Dolent et du Tour Noir. Située entre Branche d'en Haut et Prayon, la moraine latéro-frontale de ce glacier est encore très fraîche (BURRI et MARRO, 1993).

La dernière avancée des glaciers a débuté vers 1350 : le **Petit Age Glaciaire** a duré environ 500 ans et a été marqué par deux avancées principales, la première vers 1610 et la seconde vers 1820, légèrement en retrait de la précédente (BURRI, 1974). Ces stades historiques sont souvent distants de quelques mètres : le plus externe, celui de 1610, est déjà colonisé par la végétation alors que le plus interne est très bien conservé, ayant été édifié durant le XIX<sup>ème</sup> siècle (BURRI, 1974). Durant cette période, le glacier du Dolent atteignait la Combe des Fonds, celui de l'A Neuve restait dans la partie basse de son vallon, tout comme celui de Saleina. Situés entre ces deux vallons, les deux petits glaciers du Treutse Bô et des Planereuses s'étaient avancés jusqu'à être suspendus au-dessus de la vallée principale. Les constructions morainiques les plus imposantes entourent les glaciers du Dolent, de l'A Neuve et de Saleina. Ces glaciers ont subi d'importantes fluctuations depuis la fin du Petit Age Glaciaire en 1850, et tous sont en régression marquée. Ainsi, avec les éboulis, les moraines récentes sont actuellement la formation quaternaire la plus répandue en altitude.

Cette régression glaciaire a des conséquences qui peuvent paraître contradictoires sur les zones d'épandages fluvio-glaciaires : certaines zones d'épandages sont en effet colonisées par la végétation qui permet leur stabilisation, alors que d'autres, fraîchement livrés à l'érosion météoritique, alimentent des laves torrentielles de leurs sédiments meubles, ces conditions se rencontrant en aval des bastions morainiques des glaciers de l'A Neuve et du Dolent. Issus de moraines éboulées ou remaniées, ces dépôts fluvio-glaciaires<sup>69</sup> sont en effet encore en voie d'accumulation en rive gauche de la Dranse (Dolent, A Neuve, Saleina) et peuvent produire des accidents<sup>70</sup> lorsque les torrents remanient et entraînent ce matériel meuble en très grandes quantités (BURRI et MARRO, 1993).

---

<sup>69</sup> Constructions édifiées en bordure ou au front des glaciers par remaniement du matériel morainique sous l'effet des torrents glaciaires (THELER, 2003).

<sup>70</sup> Cf. chapitre 6.2.1.1 et 6.2.2.1.



**Figure 43 :** *Glacier du Dolent et vallon de l'A Neuve avec les dépôts fluvio-glaciaires sur lesquels se situe le camping de La Fouly au premier plan.*

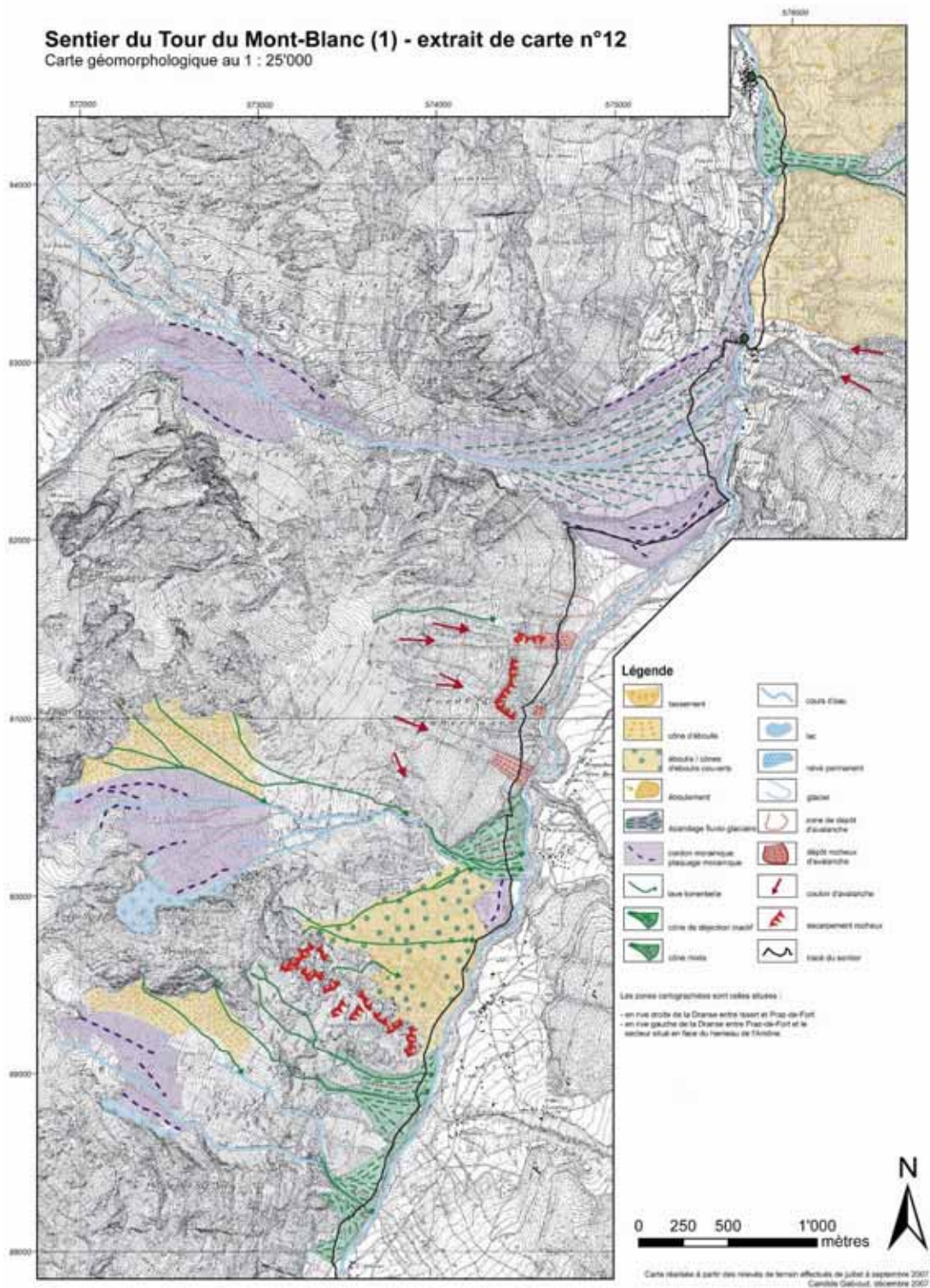
#### 6.2.4.4 Processus et formes nivaux

Des dépôts (rocheux) d'avalanche sont observables chaque année au printemps sur les cônes mixtes situés sur la rive gauche de la Dranse. Cinq couloirs toboggan sont localisés dans la forêt des Planereuses, où des dépôts rocheux de faible extension ont été relevés. La neige accumulée au bas de ces couloirs reste souvent jusqu'au début de l'été, notamment dans certaines zones où est situé le sentier pédestre.

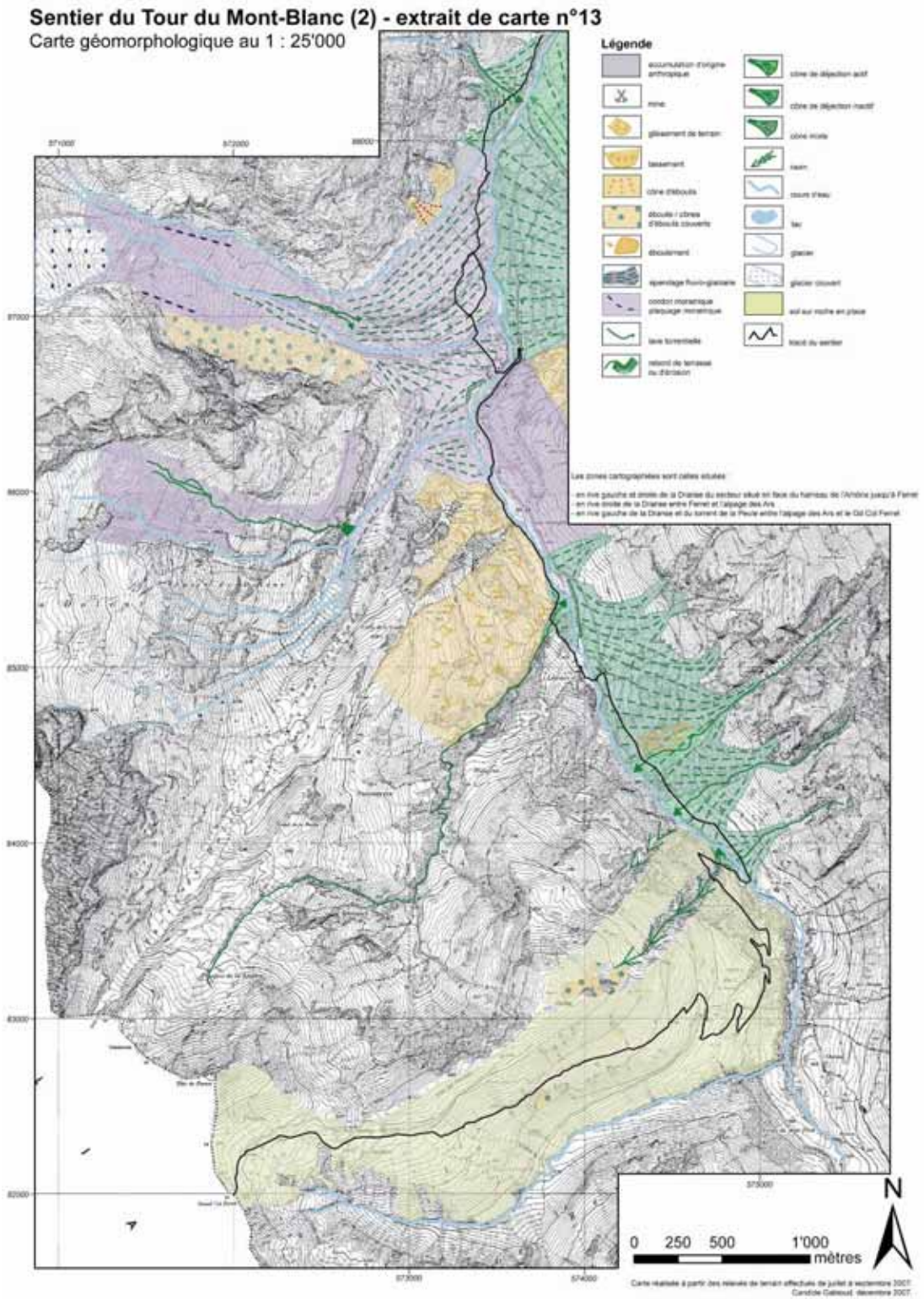


**Figure 44** : Couloirs d'avalanche dans la forêt des Planereuses.

Deux couloirs à avalanche sont également situés près de Praz-de-Fort, sur la rive droite de la Dranse. Les avalanches n'atteignent toutefois qu'exceptionnellement cette zone de dépôt : en effet, la dernière avalanche à être arrivée dans le fond de la vallée date de février 1999.







### 6.3 Vulnérabilité touristique

La vulnérabilité touristique, qui intègre de nombreux paramètres, est une notion souvent négligée dans l'évaluation des risques. En raison de l'intensification de certains phénomènes naturels, la difficulté d'un itinéraire et le danger qui en résulte peuvent en effet augmenter et entraîner des comportements différents chez un randonneur selon ses caractéristiques physiques et techniques. La préparation, l'équipement, l'endurance ou encore la compréhension de l'environnement alpin sont tous des éléments qui peuvent influencer la vulnérabilité des randonneurs. De par sa connaissance du terrain et l'évaluation qu'il effectue, un touriste sera ainsi exposé à une vulnérabilité faible ou élevée par rapport à un événement naturel et donc à un degré de risque différent.

La vulnérabilité touristique peut ainsi être déterminée selon cinq éléments principaux : le type d'activités touristiques pratiquées, la saison touristique dominante, le type de structures présentes, la fréquence touristique relative et finalement les éléments d'intérêt touristique.

Les trois sentiers qui mènent aux refuges CAS du Val Ferret présentent des caractéristiques plus ou moins similaires<sup>71</sup> :

- ces trois sentiers sont en effet exclusivement réservés à la **pratique** de la randonnée pédestre et permettent, le long de leur parcours ou à leur fin, la pratique d'autres sports comme la randonnée glaciaire et l'escalade. Ces chemins attirent ainsi un type de touristes variés ;
- les cabanes de l'A Neuve (28 places) et de Saleina (48 places), gardiennées de fin juin à début septembre, sont généralement fréquentées entre les mois de juin et d'octobre. La **période majeure de fréquentation** intervient entre juillet et août, où le nombre de vacanciers est le plus important.  
Le bivouac du Dolent, non gardé, compte seulement 12 couchettes. La saison touristique dominante se situe habituellement entre juin et juillet, lorsque les conditions pour effectuer les courses glaciaires sont les meilleures ;
- le **type de structures présentes** est évidemment constitué par les cabanes de l'A Neuve et de Saleina ainsi que par le bivouac du Dolent, qui appartient au Club Alpin Suisse ;
- les statistiques des nuitées enregistrées dans les refuges CAS du Val Ferret<sup>72</sup> durant les étés 2001 à 2006 montrent que la cabane de Saleina est la plus fréquentée des trois avec une moyenne de près de 900 nuitées estivales. Il est néanmoins nécessaire de relativiser ces chiffres qui ne comptent pas les passages journaliers : le nombre de visites quotidiennes, fortement tributaires des conditions météorologiques, est en effet particulièrement élevé dans les cabanes de l'A Neuve et de Saleina mais malheureusement difficile à estimer.

---

<sup>71</sup> Ces caractéristiques sont décrites précisément pour chaque itinéraire dans les fiches d'évaluation dans l'annexe 4.

<sup>72</sup> Les statistiques enregistrées au bivouac du Dolent ne sont pas fiables : non gardé, beaucoup de randonneurs ne paient pas la nuitée dans ce refuge peu confortable. Le nombre de nuitées réelles est ainsi fortement supérieur à 100.

Cabane CAS	Eté 2001	Eté 2002	Eté 2003	Eté 2004	Eté 2005	Eté 2006	Moyenne 2001-2006
Dolent	82	69	29	47	47	49	54
A Neuve	531	592	532	518	457	609	540
Saleina	1129	1094	909	800	820	642	899

**Tableau 7** : Nuitées enregistrées uniquement durant l'été dans les différents refuges CAS du Val Ferret<sup>73</sup>.

La **fréquence touristique relative** est ainsi relativement basse sur le sentier du bivouac du Dolent alors qu'elle est moyenne sur les deux autres itinéraires ;

- les **éléments d'intérêt touristique** (géomorphologique, floristique, faunistique et sportif) sont nombreux et dépendent majoritairement de l'intérêt des randonneurs.

L'itinéraire du Tour du Mont-Blanc présente les caractéristiques suivantes :

- le **type d'activités touristiques pratiquées** sur le sentier du Tour du Mont-Blanc est plus diversifié : ce tour se réalise bien sûr à pied, mais aussi à mountain bike, voire parfois à cheval ou à mulet ;
- la **saison touristique dominante** s'étend de la mi-mai au mois d'octobre, avec une période majeure de fréquentation située du mois de juin à la fin août ;
- le **type de structures présentes** est varié : des alpages, comme celui de la Peule sur le chemin du Grand Col Ferret, le camping de La Fouly, ainsi que les structures hôtelières et résidentielles de Ferret et La Fouly permettent aux touristes de séjourner dans le Val Ferret ;
- la **fréquence touristique relative** est très haute durant les mois de juillet et août. Difficilement chiffrables, plusieurs milliers de touristes entreprennent annuellement cette randonnée en été ;
- comme sur les trois autres sentiers étudiés, les **éléments d'intérêt touristique** sont multiples. Les particularités régionales (géomorphologiques, géologiques, floristiques, faunistiques, socio-culturelles) sont mises en avant grâce à des panneaux didactiques et à des visites organisées. L'intérêt sportif est également notable avec une course internationale organisée annuellement autour du Mont-Blanc. L'intérêt touristique dépend évidemment de la curiosité et des attentes des randonneurs.

La vulnérabilité touristique est ainsi particulièrement forte sur le chemin du Tour du Mont-Blanc. Large, facile et en bon état, cet itinéraire attire en effet un grand nombre de touristes peu expérimentés, présentant une aptitude technique et physique pas toujours excellente. Ceux-ci vont être exposés à une vulnérabilité plus élevée que des randonneurs chevronnés, et donc à un degré de risque plus important. Les trois autres sentiers, situés dans une zone d'altitude supérieure,

<sup>73</sup> Selon les statistiques annuelles des nuitées en cabanes du CAS (BUCHEL, 2002, 2003 ; LUTHI, 2004, 2005, 2006, 2007).

présentent également une vulnérabilité touristique assez forte, principalement en raison de la difficulté des itinéraires et du danger qui en résulte. Ces sentiers nécessitent une connaissance correcte de l'environnement alpin, mais surtout un certain entraînement et une aptitude physique excellente. Ces conditions ne sont pas constamment remplies par les randonneurs, ce qui les expose à un degré de risque conséquent.

## **7. EVALUATION DU DANGER ET DU RISQUE GÉOMORPHOLOGIQUE**

---



## 7.1 Danger géomorphologique

### 7.1.1 Démarche pour obtenir la carte du danger géomorphologique

L'établissement des cartes du danger géomorphologique est une condition préalable indispensable pour établir des recommandations et planifier des mesures d'aménagement du territoire. A l'aide de quatre degrés de danger, ces cartes permettent de déterminer l'intensité et la probabilité d'occurrence d'un événement potentiel menaçant un sentier pédestre.

Afin d'estimer ces deux paramètres et de mettre en évidence les mesures nécessaires à appliquer, la prise en compte des dangers affectant un itinéraire pédestre nécessite une **démarche progressive** (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997a, b) où il s'agit de répondre à plusieurs questions. Même si les étapes de cette démarche se suivent logiquement, il est important de franchir chacune d'elles méthodiquement.

#### 7.1.1.1 Etape 1 : identification et description du danger<sup>74</sup>

La première étape consiste à identifier et à décrire le danger en répondant à la question suivante : « **que peut-il se produire et où ?** ». Cette partie initiale est essentielle car il s'agit d'établir une documentation objective sur les observations impliquant un risque réel (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997a, b).

Deux données de base permettent de répondre à cette question, les événements passés et les relevés de terrain :

- la **documentation des événements passés** est extrêmement importante : un événement passé reste en effet toujours un bon élément d'appréciation pour un danger actuel (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997a, b), particulièrement lorsque aucune modification d'itinéraires ne s'est produite. Le cadastre des événements liés aux processus fluviaux dans le Val Ferret<sup>75</sup> est ainsi très utile. Cette liste comprend en effet des données descriptives sur les processus déterminants, les dommages constatés, ainsi que la zone affectée. La description des événements est faite avec plus ou moins de détails selon l'importance des dommages causés. Ces événements permettent de répondre aux questions « **que s'est-il passé, quand, où et avec quelle ampleur ?** ». En étudiant de près ce cadastre, il est possible de répondre à des questions plus précises comme : « **Pourquoi** y a-t-il eu des dégâts ? » et « **Comment** l'événement s'est-il déroulé ? » ;
- combinées avec les **photos aériennes**, les analyses effectuées sur le terrain sont un complément essentiel à la documentation des événements passés. Les **cartes géomorphologiques** permettent en effet de reconnaître et d'estimer la configuration,

---

<sup>74</sup> Cf. chapitre 6.2, analyse géomorphologique.

<sup>75</sup> Cf. carte 4 et annexe 5.

le mécanisme de déclenchement et le genre d'effets des types de dangers possibles. En s'appuyant sur l'observation et l'interprétation des formes du terrain, ces relevés permettent d'identifier les causes, les probabilités d'occurrence et l'activité des processus géomorphologiques. Une connaissance pointue des événements passés et actuels permet de cartographier les dangers le plus vraisemblablement possible et d'évaluer leur évolution future.

- l'étude des **cartes géologiques** donne finalement des renseignements utiles sur la lithologie et l'agencement structural (orientation et pendage des couches et des discontinuités) des massifs rocheux instables. Ces informations permettent ainsi de localiser les zones les plus sensibles aux mouvements gravitaires (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997b).

Cette première étape permet donc l'élaboration de données de base renseignant sur le pourquoi de l'appartenance d'un tronçon à une zone dangereuse. Ces données permettent aussi d'informer sur les causes, de délimiter les secteurs les plus dangereux et servent, dans un troisième temps, de support à la planification des mesures<sup>76</sup>.

#### 7.1.1.2 Etape 2 : évaluation des dangers et élaboration des cartes du danger géomorphologique

La seconde étape consiste en premier lieu à évaluer les dangers en répondant à la question « **avec quelle fréquence et quelle intensité cela peut-il se passer ?** » et, finalement, à élaborer les cartes du danger géomorphologique. Ces cartes indiquent donc les dangers existants au moment des investigations de terrain.

Afin d'estimer la probabilité et les dimensions d'un dommage possible, les documents disponibles et les observations réalisées sur le terrain sont pesées et évaluées. Une étude détaillée des tronçons concernés est ainsi réalisée pour relever précisément les incidences éventuelles.

Les cartes du danger géomorphologique exposent les secteurs les plus risqués le long des itinéraires pédestres. Elles constituent, d'une part, un document de référence permettant de délimiter les tronçons dangereux et de planifier des mesures pour réduire la vulnérabilité des randonneurs et, d'autre part, une base pour établir des recommandations. Ces cartes se composent de deux parties :

- de la **carte** elle-même (au 1 : 10'000 ou 1 : 25'000) ;
- d'un **texte** qui décrit les zones de dangers et justifie le degré de danger.

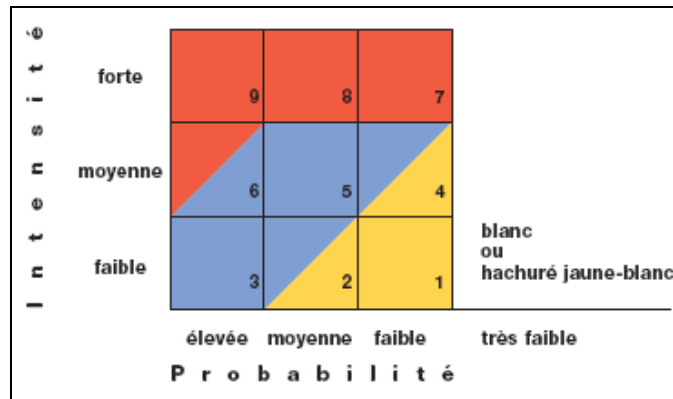
Dépendant autant des dommages potentiels prévisibles que des dangers potentiels, l'établissement de ces cartes résulte exclusivement des critères identifiés dans la partie 1, à savoir la documentation des événements passés et les analyses effectuées sur le terrain.

---

<sup>76</sup> Cf. chapitre 8.2.



Deux paramètres sont établis pour graduer l'importance de chaque type de danger : **l'intensité**<sup>77</sup> et **la probabilité** (période de retour). Ces paramètres sont traduits en degrés de danger selon le diagramme intensité - probabilité<sup>78</sup> ci-dessous (figure 45). Quatre degrés de dangers sont différenciés et représentés par les couleurs rouge, bleue, jaune et blanche.



**Figure 45 :** Diagramme intensité – probabilité des degrés de danger (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997a).

Un **danger élevé** est représenté par la couleur rouge : les événements sont caractérisés par une intensité généralement forte et une probabilité d'occurrence pouvant être faible, mais aussi élevée.

Le bleu correspond à un **danger moyen** : les événements se manifestent avec une intensité faible à moyenne et une probabilité d'occurrence habituellement moyenne à élevée.

Un **danger faible à résiduel** est figuré en jaune : les événements se manifestent avec une intensité faible à moyenne et une probabilité d'occurrence également faible à moyenne.

Un tronçon représenté en blanc indique qu'il n'y a aucun danger ou que le **danger est négligeable** selon l'état des connaissances actuelles.

Cette deuxième étape est décrite précisément dans le chapitre 7.1.2.

<sup>77</sup> En général, il n'y a pas de mesure valable pour évaluer l'intensité des mouvements gravitaires (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997b) : pour les chutes de pierres et de blocs, le critère significatif est l'énergie d'impact dans la zone exposée, alors qu'une classe d'intensité forte est toujours atteinte dans la zone d'impact d'un éboulement (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997b).

<sup>78</sup> Afin de permettre une évaluation homogène et équivalente des différents types de dangers naturels, un diagramme des degrés de danger a été développé sur la base des « Directives pour la prise en considération du danger d'avalanches lors de l'exercice d'activités touchant l'organisation du territoire » (OFF et IFENA, 1984).

## 7.1.2 Cartes du danger géomorphologique : description des tronçons

### 7.1.2.1 Sentier du bivouac du Dolent

Le premier secteur, **DOL01\_Da**, chemine du village de La Fouly au hameau de l'A Neuve, donc dans des zones habitées : il ne présente **aucun danger** particulier selon l'état des connaissances actuelles et est ainsi représenté en blanc.



**Figure 46** : Extension de la lave torrentielle de 1990 avec, au premier plan, le camping de La Fouly, vue depuis le Val Ferret, (ROUILLER 1997).

Les trois secteurs suivants, **DOL02\_Da**, **DOL03\_Da** et **DOL04\_Da** sont situés dans la région de l'A Neuve, sur le cône de déjection de la Reuse de l'A Neuve. Cette zone ne présente, *a priori*, aucun danger particulier. C'est ainsi que les secteurs DOL02\_Da et DOL04\_Da ont été figurés en **jaune**. Le secteur DOL03\_Da, auquel la couleur rouge a été attribuée, présente par contre un danger **élevé**, la lave torrentielle de 1990<sup>79</sup> ayant en effet déposé une partie de ses matériaux dans ce secteur (figure 29 et 46).

Les causes et le déroulement de cet événement ont été étudiés de près (ROUILLER, 1997 ; LUGON et MONBARON, 1998 ; LUGON et al., 2000), mais le mécanisme de déclenchement de cette lave torrentielle n'est, encore aujourd'hui, pas totalement connu (LUGON et al., 2000). Ce phénomène d'intensité forte et de probabilité moyenne reste ainsi exceptionnel, mais pourrait se reproduire en raison de l'important stock de sédiments meubles encore à disposition. DOL02\_Da et DOL04\_Da pourraient aussi être touchées par un phénomène encore plus intense de type « Dolent », mais le danger reste faible, aucun événement connu n'ayant causé des dommages dans cette zone.

Pour évaluer le danger lié aux laves torrentielles, trois paramètres déterminants doivent être pris en compte (BADER et KUNZ, 1998) : la prédisposition, la portée et l'extension spatiale. La **prédisposition** définit l'aptitude d'une zone à donner lieu à des laves torrentielles et dépend des conditions climatiques. Elle regroupe les facteurs suivants : la disposition de base (aspect spatial), la disposition variable (aspect temporel) et les événements déclenchants (aspect temporel à court terme).

- la **disposition de base** est d'ordre topographique, géomorphologique et géotechnique et comprend les paramètres suivants : relief, pente, altitude, exposition, géologie, hydrologie, matériaux disponibles remobilisables (éboulis, moraines), glaciers, présence de pergélisol ;

---

<sup>79</sup> Cf. chapitre 6.2.1.1.

- la **disposition variable** présente des fluctuations à moyen terme d'ordre hydrogéologique, à l'échelle du jour jusqu'à la décennie. Elle comprend les paramètres suivants : hydro-météorologie, saturation des sols ou déficit en eau, conditions d'antécédence, évolution du pergélisol, altération des matériaux ;
- les **événements déclenchants** correspondent à des phénomènes hydro-météorologiques épisodiques ou extrêmes, entraînant une surcharge des terrains et des écoulements, à l'échelle de la minute ou de la journée. Ils comprennent les paramètres suivants : intensité et structure des précipitations, position de l'isotherme 0°C, fonte rapide de la couverture neigeuse / glaciaire, débâcles (lacs glaciaires, poches d'eau), activités humaines perturbatrices.

Deux des trois tronçons suivants, **DOL05\_Da** et **DOL07\_Da**, sont concernés par un autre type de danger, les dangers liés aux processus gravitaires. Le sentier chemine en effet dans ces endroits à travers des cônes et des voiles d'éboulis partiellement couverts. En observant et en interprétant les formes du terrain, ces relevés permettent d'estimer la probabilité d'occurrence et l'activité de ces processus géomorphologiques.

Dans cette zone, la roche présente un degré de fissuration moyen : les escarpements rocheux surplombant le sentier dans la région de Sur La Lys sont ainsi susceptibles de fournir une quantité non négligeable de blocs aux cônes situés en contrebas. Des pierres de petite taille ( $\varnothing < 50$  cm) ont d'ailleurs été relevées en septembre 2007 dans le secteur DOL07\_Da. Ces pierres ne s'étaient pas encore éboulées lors du premier relevé, en juillet 2007.

L'activité des chutes de pierres<sup>80</sup> reste néanmoins moyenne car les cônes et les voiles d'éboulis sont en grande partie couverts : la probabilité d'occurrence et l'intensité sont moyennes, donc le danger est **moyen**.

Le tronçon **DOL06\_Da** n'est pas directement concerné par des chutes de pierres : situé dans une zone morphologiquement moins exposée aux processus gravitaires, le danger menaçant ce tronçon est **faible**.



**Figure 47** : Blocs de petite taille éboulés durant l'été 2007 dans le secteur DOL07\_Da.

<sup>80</sup> Les chutes de pierres et de blocs sont caractérisées par la chute sporadique de blocs plus ou moins isolés (pierre :  $\varnothing < 50$  cm ; bloc :  $\varnothing > 50$  cm) . Ce processus caractérise donc la désagrégation continue d'une paroi rocheuse (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997b).

Le secteur **DOL08\_Da**, particulièrement touché lors de l'événement de 1990, a dû être recréé plus au nord du chenal d'écoulement de la lave torrentielle. L'ancien chemin a en effet été partiellement détruit, étant situé dans une zone particulièrement risquée.

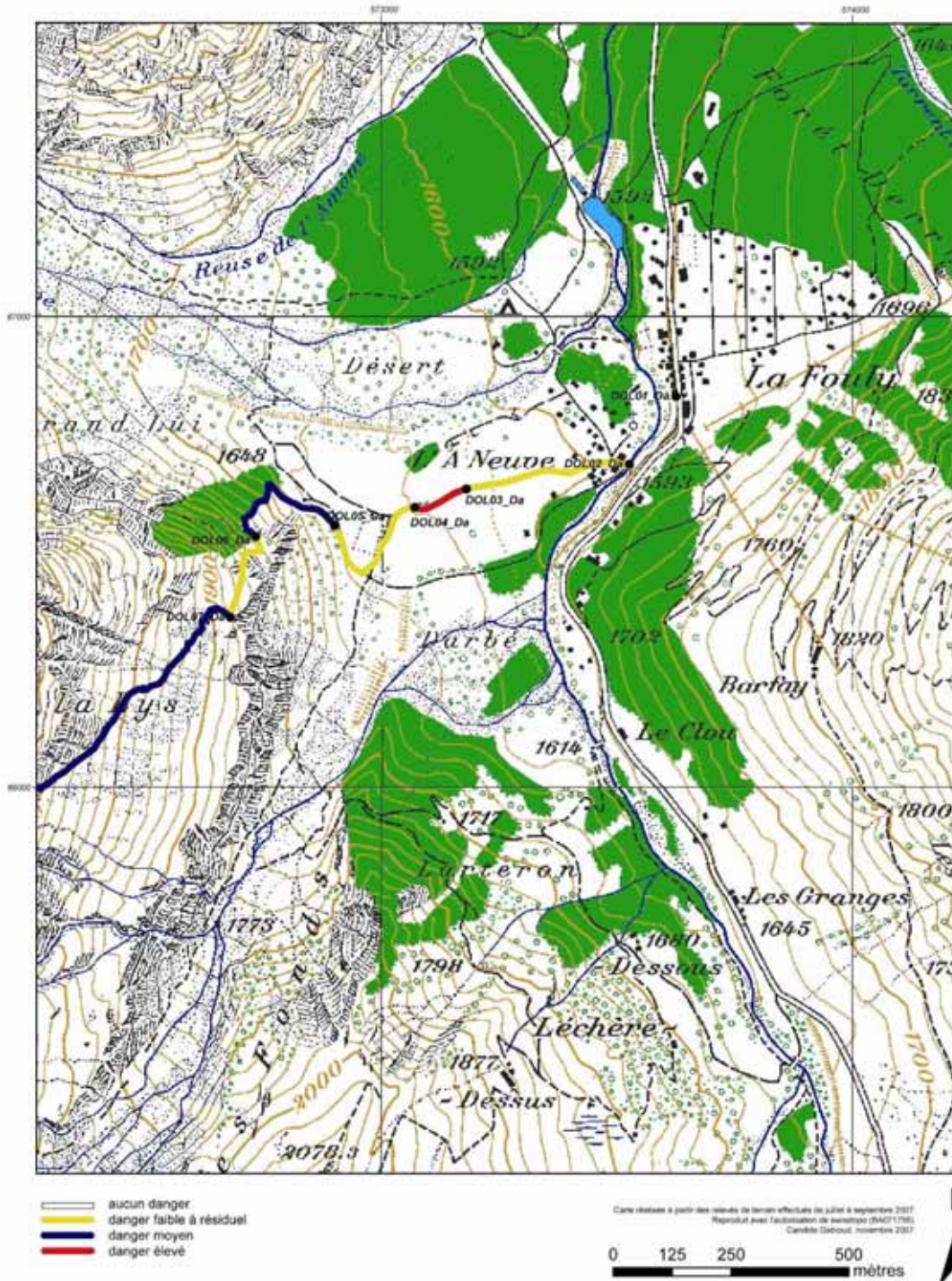
En raison de l'importante masse de matériel morainique à disposition, le déclenchement au cours de la période estivale d'un événement comparable à celui de 1990, aux proportions non prévisibles, reste possible. L'intensité forte d'un tel phénomène nécessite de considérer ce tronçon comme présentant un danger **élevé**, donc en zone rouge.

Le dernier tronçon formant l'itinéraire du bivouac du Dolent, **DOL09\_Da**, est situé sur le cordon morainique le plus externe du glacier du Dolent. Le danger dans cette zone est **faible**.



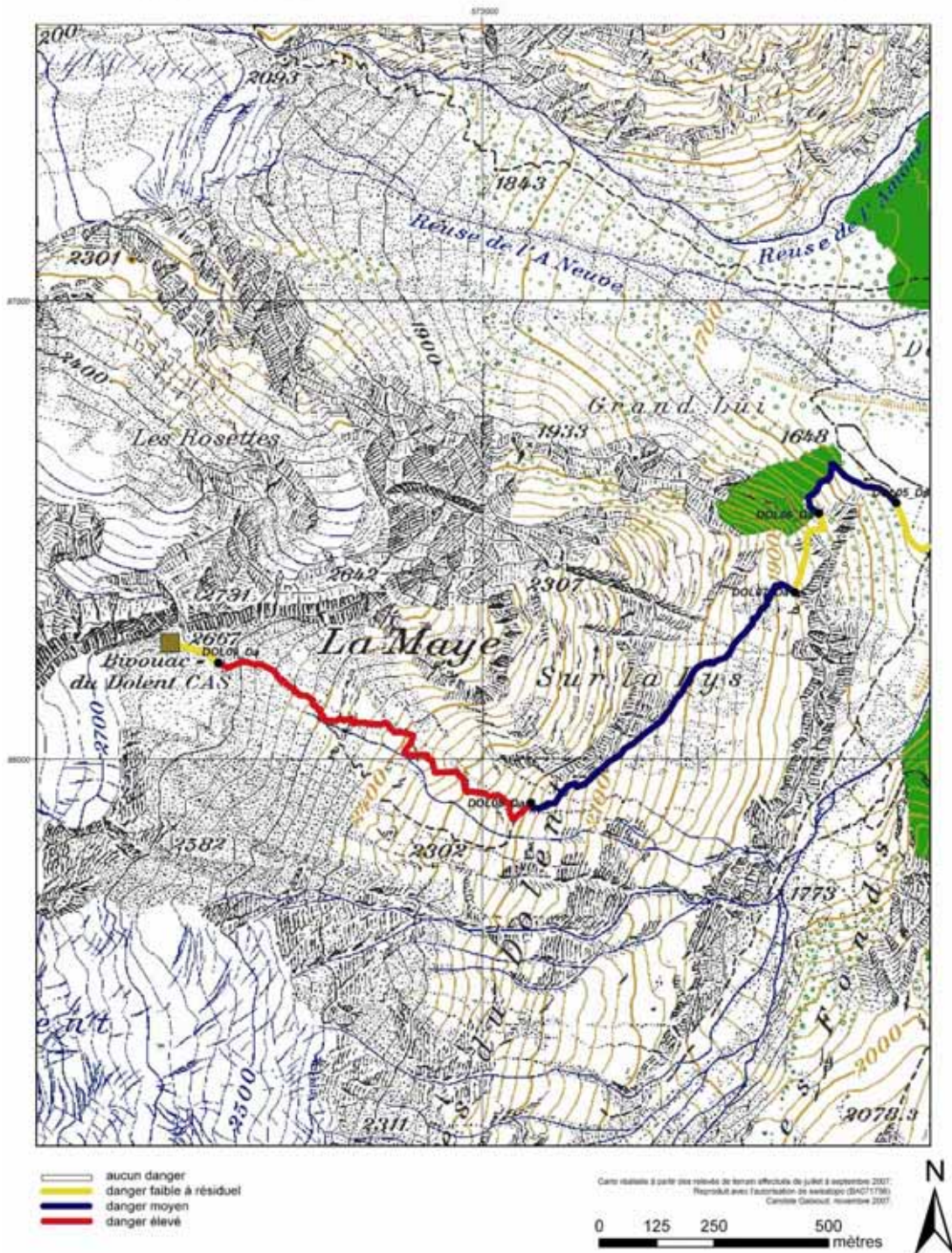
**Figure 48** : Le chenal d'écoulement de la lave torrentielle de 1990 est situé à proximité immédiate du chemin du bivouac du Dolent dans le secteur DOL08\_Da.

**Sentier du bivouac du Dolent (1) - extrait de carte n°14**  
 Carte du danger géomorphologique au 1 : 10'000 (secteur La Fouly - altitude 1648 m)



**Sentier du bivouac du Dolent (2) - extrait de carte n°15**

Carte du danger géomorphologique au 1 : 10'000 (secteur altitude 1648 m - bivouac du Dolent)



### 7.1.2.2 Sentier de la cabane de l'A Neuve



**Figure 49 :** Les traces de la lave torrentielle de 1997 sont encore visibles : elle a presque atteint le sentier de la cabane de l'A Neuve dans le secteur ANE02\_Da, ainsi que le camping de La Fouly.

**ANE01\_Da** est le premier secteur constituant l'itinéraire d'accès à la cabane de l'A Neuve. Situé en forêt, le danger est **moyen** : en effet, seul un événement d'intensité forte, comparable à celui de 1898, qui résultait probablement de la vidange d'une poche d'eau glaciaire, pourrait causer des dommages dans cette zone boisée. La probabilité qu'un tel phénomène survienne est toutefois relativement faible.

Le second tronçon, **ANE02\_Da**, situé entre les Reuses de l'A Neuve et de l'Amône, est par contre directement exposé à des processus fluviaux d'intensité forte et de probabilité moyenne à forte. En effet, ce secteur se trouve vers l'amont du cône d'épandage des matériaux fluvio-glaciaires, où de récentes traces de laves torrentielles sont encore visibles, notamment celles de 1997 (fig. 49). Cette zone comporte ainsi un danger **élevé**.

Il est aussi intéressant de constater que la Reuse de l'A Neuve se subdivisait vers 1740 m en un second cours d'eau, la Reuse de Tsamodet. Ce torrent traversait le camping de La Fouly, mais n'existe actuellement plus, des travaux d'endiguement de la Reuse de l'A Neuve ayant été réalisés afin de protéger ces places de campement.



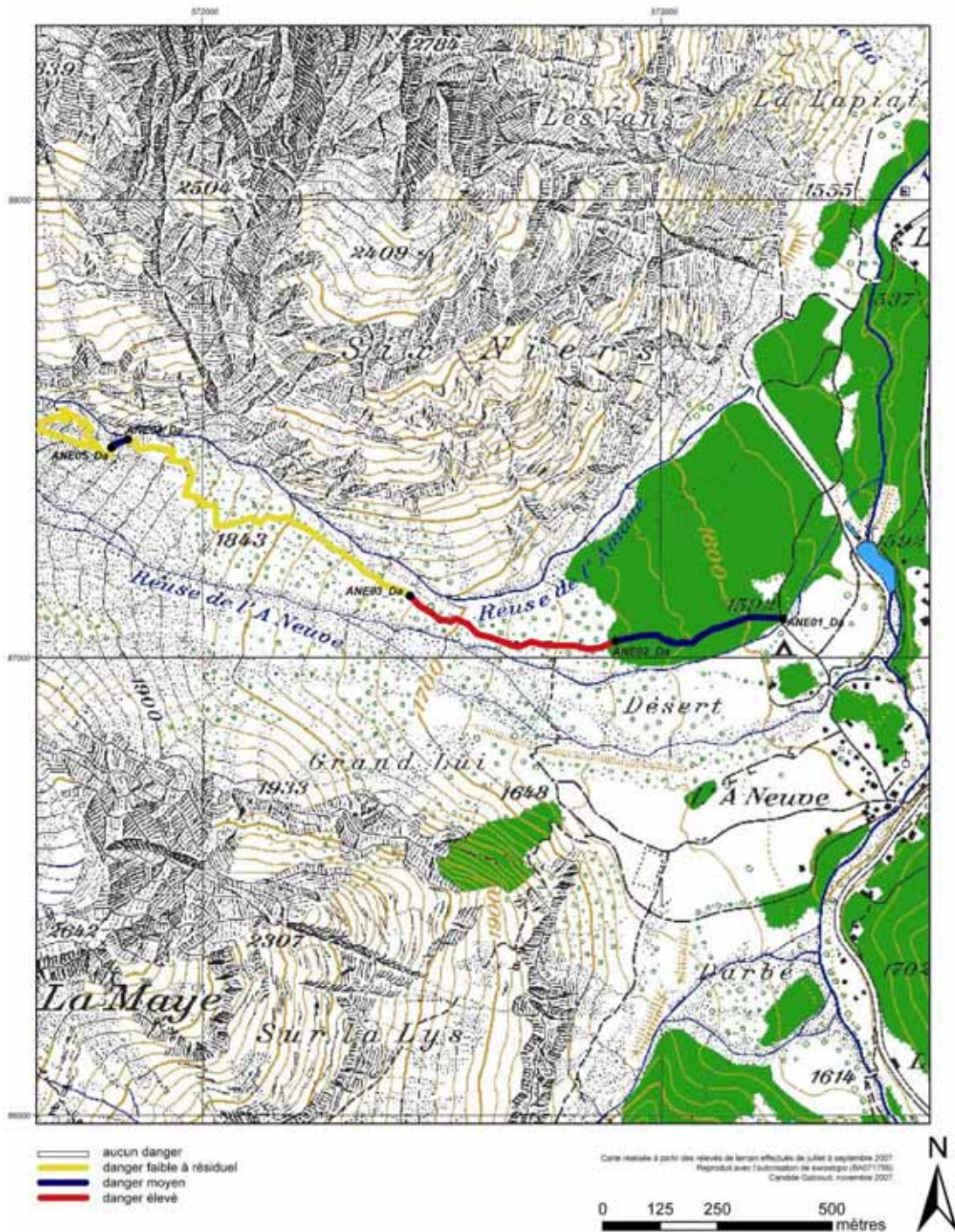
**Figure 50 :** Ravinement par la Reuse de l'Amône de la moraine dans le secteur ANE04\_Da.

Le secteur suivant, **ANE03\_Da** chemine à travers les anciens cordons morainiques latéro-frontaux du glacier de l'A Neuve. Le sentier n'est pas directement exposé aux laves torrentielles et présente donc un danger **résiduel**.

Le danger est cependant plus important dans le secteur **ANE04\_Da**. En effet, lors de précipitations longues ou extrêmes, le débit du torrent gonfle fortement, ce qui implique un ravinement intensif de la moraine. Le danger, d'intensité et de fréquence moyenne, est par conséquent **modéré**.

**ANE05\_Da** est un secteur situé sur deux moraines bien marquées datant du Petit Age Glaciaire (PAG). De par leur morphologie et leur position topographique, ces moraines sont stables et ne présentent aucun problème particulier. Le danger est ainsi **résiduel**.

**Sentier de la cabane de de l'A Neuve (1) - extrait de carte n°16**  
Carte du danger géomorphologique au 1 : 10'000





Le tronçon **ANE06\_Da** traverse la Reuse de l'Amône entre deux moraines du glacier de l'A Neuve d'âge différent. Encaissée entre ces deux formes d'accumulation glaciaire, ce torrent peut charrier de grandes quantités de matériaux : les levées formées de chaque côté du chenal d'écoulement sont relativement fraîches, comprennent des blocs de grande taille et témoignent d'événements d'intensité forte. Cette zone comporte ainsi un danger **élevé**.



**Figure 51** : Pont sur la Reuse de l'Amône dans le secteur ANE06\_Da.

**ANE07\_Da** est un secteur beaucoup moins hasardeux : seul un éboulement de grande envergure pourrait en effet causer des dommages dans cette zone, qui présente un danger **faible à résiduel**.

**ANE08\_Da** est par contre directement concerné par des dangers liés aux processus gravitaires. Le sentier chemine en effet au pied d'imposants escarpements rocheux (fig. 52) à travers des cônes et des voiles d'éboulis actifs. L'interprétation des formes du terrain montre que la probabilité d'occurrence d'un événement dommageable est importante. Des chutes de blocs de moyenne importance ont d'ailleurs eu lieu durant le mois d'août 2007 suite à de fortes variations de températures (chutes de neige suivies d'un fort redoux). De nombreux blocs (de 5 à 50 cm<sup>3</sup>) ont atteint le sentier. Ce tronçon présente donc un danger **élevé**. L'activité des processus liés à la gravité dans le secteur **ANE10\_Da** est moins importante que dans le secteur ANE08\_Da, car les éboulis sont déjà partiellement couverts. La probabilité d'occurrence étant moyenne, ce tronçon est figuré en bleu (danger **moyen**).



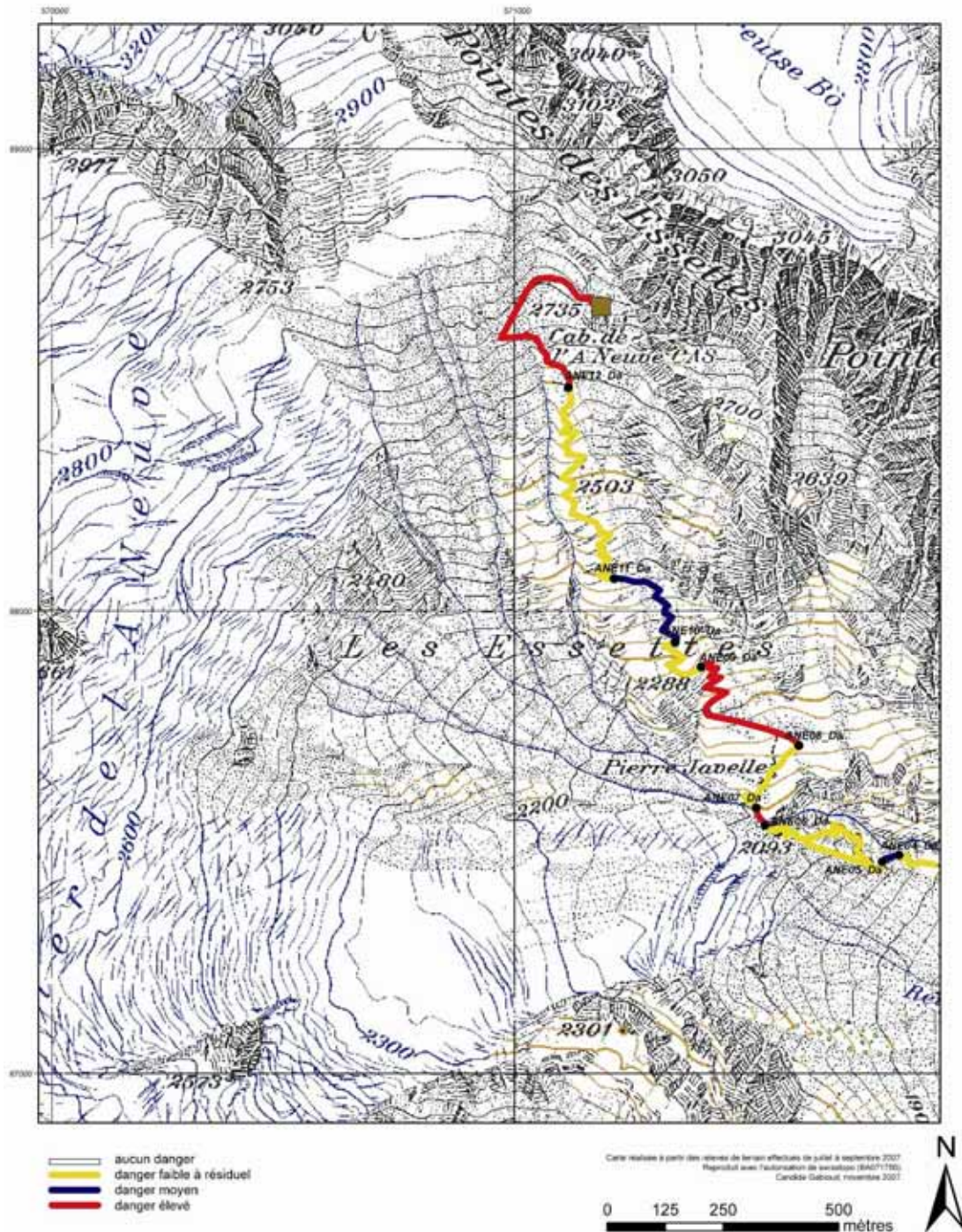
**Figure 52** : Tronçon ANE08\_Da au pied d'imposants escarpements rocheux.

Les secteurs **ANE09\_Da** et **ANE11\_Da** sont situés dans des zones formées de matériel morainique. Les chutes de pierres n'affectent pas ces portions, qui présentent ainsi un danger **faible**.

Le dernier tronçon, **ANE12\_Da**, est concerné par les chutes de pierres et les processus fluviatiles. Il présente donc un danger **élevé**. De nombreuses cicatrices dans le bastion morainique du glacier de l'A Neuve témoignent en effet d'anciennes laves torrentielles, ces événements s'étant cependant déclenchés à l'est du sentier. L'importante masse de matériel morainique encore à disposition formant la moraine la plus externe pourrait être mobilisée lors d'un événement de type Dolent. Même si un tel phénomène a, dans ce cas, une probabilité d'occurrence faible, son intensité, très forte, nécessite de classer ce secteur en rouge.

**Sentier de la cabane de de l'A Neuve (2) - extrait de carte n°17**

Carte du danger géomorphologique au 1 : 10'000



### 7.1.2.3 Sentier de la cabane de Saleina

Le premier tronçon constituant l'itinéraire de la cabane de Saleina, **SAL01\_Da**, présente un danger géomorphologique **faible** : le danger est principalement causé par les purges effectuées à la prise d'eau de Saleina, mais un pont (dont l'accès est normalement privé) permettant de franchir en toute sécurité ce cours d'eau et de multiples panneaux indicateurs réduisent fortement le danger.

Le danger est **moyen** sur le secteur **SAL02\_Da**. Des laves torrentielles d'intensité moyenne ont en effet déposé leurs matériaux à proximité du chemin. Ces événements, selon l'interprétation des formes du terrain, montrent toutefois une probabilité d'occurrence assez faible.

Le tronçon suivant **SAL03\_Da**, qui chemine successivement sur un cordon morainique datant du PAG, à travers des roches moutonnées, puis à nouveau sur une crête morainique plus ancienne, implique un danger **faible**.



**Figure 53** : Blocs de granites s'étant arrêtés à proximité du sentier de la cabane de Saleina dans la région de Plan Monnay.

Les secteurs **SAL04\_Da** et **SAL06\_Da** présentent un danger **élevé**. Le sentier chemine en effet à travers des cônes d'éboulis bien délimités, formés de blocs de taille imposante s'ébouyant du Petit (2699 m) et du Grand (2806 m) Clocher des Planereuses. Un éboulement avec des blocs de plusieurs m<sup>3</sup> en septembre 2006 (fig. 53) a d'ailleurs atteint le sentier dans le tronçon SAL04\_Da. L'intensité, forte, et la probabilité d'occurrence, relativement élevée, nécessitent donc de classer ces deux secteurs en rouge.

**SAL05\_Da** n'est pas directement menacé par les processus gravitaires affectant les deux secteurs qui l'entourent. En effet, la morphologie du terrain et le fait que les éboulis soient en partie

couverts dans cette zone indiquent un danger moins élevé que sur SAL04\_Da et SAL06\_Da. Ce tronçon présente ainsi un degré de danger **moyen**.

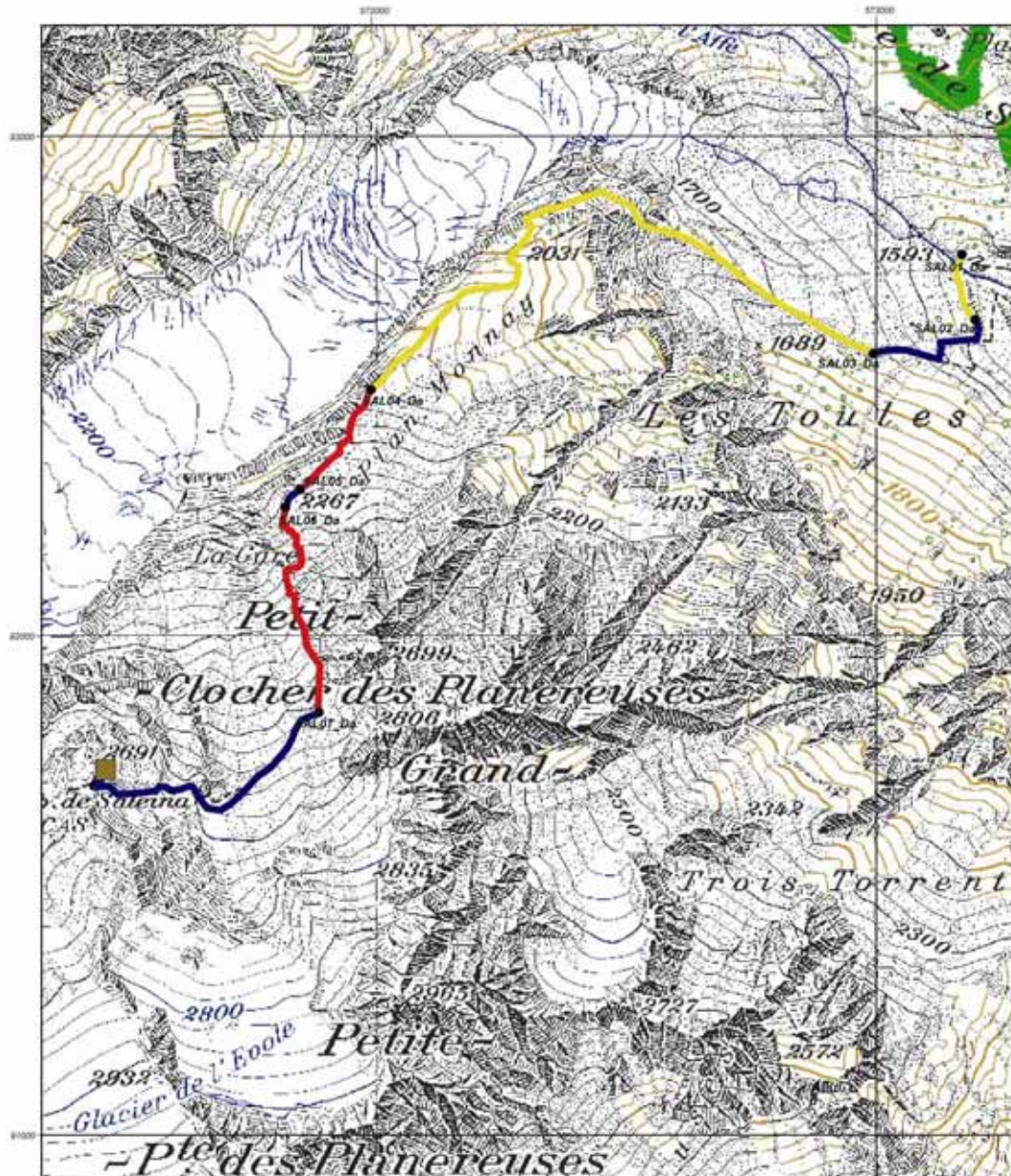


Le dernier secteur, **SAL07\_Da**, chemine à travers des matériaux déposés par le glacier de l'Evole. Située entre 2350 et 2800 m, cette accumulation morainique se trouve sur un versant escarpé et est ainsi susceptible de fournir une quantité importante de sédiments meubles à des laves torrentielles (LUGON et al., 2000). Le sentier n'est pas directement concerné par le passage d'une lave torrentielle sur son tracé, mais il se situe dans la zone potentielle de départ de celles-ci. Des phénomènes d'instabilité pourraient en effet se produire dans cette zone particulièrement sensible à l'augmentation des températures, notamment vers 2600 m, où la présence de glace morte a été relevée. Aucun événement connu ne s'étant produit dans cette zone, le danger est défini comme **moyen**.

**Figure 54 :** *Névé recouvrant de la glace morte. A l'arrière, les restes du glacier de l'Evole.*

**Sentier de la cabane de Saleina - extrait de carte n°18**

Carte du danger géomorphologique au 1 : 10'000



- aucun danger
- danger faible à résiduel
- danger moyen
- danger élevé

Carte réalisée à partir des relevés de terrain effectués de juillet à septembre 2007.  
 Reproduit avec l'autorisation de la Direction de l'Environnement (DREACT1786).  
 Carbone (Saboulet, novembre 2007)

0 125 250 500 mètres



#### 7.1.2.4 Sentier du Tour du Mont-Blanc

48 secteurs distincts forment le sentier du Tour du Mont-Blanc dans le Val Ferret : plusieurs d'entre eux présentent cependant des caractéristiques similaires et peuvent être regroupés.

Ceci est en effet le cas de **TMB01\_Da**, **TMB04\_Da**, **TMB06\_Da**, **TMB26\_Da** et **TMB30\_Da**, qui ne présentent aucun danger géomorphologique, selon l'état des connaissances actuelles. Ces secteurs traversent tous des zones habitées (Issert, les Arlaches, Praz-de-Fort, Saleina, La Fouly et Ferret) et sont ainsi figurés en **blanc**.

Les tronçons **TMB02\_Da** et **TMB03\_Da** sont concernés, pratiquement chaque année, par une lave torrentielle obstruant la route du Tour du Mont-Blanc. La probabilité qu'un événement se produise dans ce torrent est élevée, mais l'intensité du phénomène reste moyenne. Le danger est ainsi **faible** dans le secteur TMB02\_Da, aucun événement récent n'ayant affecté cette zone. Le danger est par contre **moyen** au passage du chenal d'écoulement.



**Figure 55** : Torrent de la Couste, secteurs TMB02\_Da et TMB03\_Da. Un panneau indique aux randonneurs un danger de chutes de pierres !

Il est intéressant de noter que les randonneurs sont avertis que ce passage comporte un certain danger par des panneaux indiquant des chutes de pierres (fig. 55).

**TMB05\_Da**, **TMB12\_Da**, **TMB20\_Da** et **TMB22\_Da** présentent tous un danger semblable, induit par les installations hydro-électriques captant l'eau des émissaires glaciaires, respectivement de La Reuse de Saleina, du torrent des Planereuses, du torrent du Treutse Bô et de la Reuse de l'Amône. De part et d'autre de ces cours d'eau, il existe des panneaux (fig. 56) qui exposent le danger potentiel résultant de l'augmentation soudaine des débits : « *il est **dangereux** de stationner dans le lit de la rivière, l'eau pouvant monter brusquement et à tout moment par suite du fonctionnement des installations hydro-électriques* ».

L'augmentation brutale du débit dans les cours d'eau survient suite à l'ouverture des vannes ou lors des purges des prises d'eau (fig. 57). Alors que les installations sont purgées une à deux fois par année manuellement dans les torrents des Planereuses et du Treutse Bô, la prise de Saleina est purgée automatiquement avec des fréquences variables, mais qui se concentrent en été (THELER, 2003).



**Figure 56** : Panneau indiquant le danger lié aux brusques lâchers d'eau des installations hydro-électriques.



**Figure 57** : Situation avant et lors d'un lâcher d'eau à la prise d'eau de Saleina ([www.emosson.ch](http://www.emosson.ch)).

Le danger résultant de ces purges est **faible** sur le tronçon **TMB05\_Da**, car la route du **TMB** franchit la Reuse de Saleina sur un pont. Le danger est néanmoins plus important dans les secteurs **TMB12\_Da**, **TMB20\_Da** et **TMB22\_Da**, exposés directement à ces purges. Ces trois passages comportent ainsi un danger **moyen**.

Traversant la forêt des Planereuses, les secteurs **TMB07\_Da**, **TMB08\_Da**, **TMB09\_Da**, **TMB10\_Da** et **TMB11\_Da** sont exposés aux processus gravitaires. Des chutes de pierres d'intensité faible à moyenne peuvent en effet se produire, notamment dans les couloirs à

avalanche. Deux tronçons présentent ainsi un danger **moyen**, TMB08\_Da et TMB10\_Da, alors que les autres passages, protégés par la forêt, présentent un danger **faible**.

Les secteurs **TMB13\_Da**, **TMB14\_Da**, **TMB15\_Da**, **TMB16\_Da**, **TMB17\_Da** cheminent au pied de la face E du Treutse Bô (2917 m). Mis à part le tronçon TMB13\_Da, les quatre autres passages comportent des dangers moyens à élevés.

Un chenal d'écoulement de laves torrentielles coupe le tronçon TMB14\_Da. Les laves torrentielles se déclenchant de la face E du Treutse Bô transitent à travers un cône d'éboulis mixte (cône de Malalui). Elles peuvent ainsi s'alimenter en matériaux meubles et en blocs de plus ou moins grosse taille, mobilisables notamment lors de précipitations extrêmes. Même si l'interprétation des formes géomorphologiques indique une probabilité d'occurrence faible, ce secteur est classé en zone rouge, du fait de l'intensité forte d'un événement potentiel.



**Figure 58** : Face E très escarpée du Treutse Bô.

Les processus gravitaires, particulièrement actifs dans ce versant instable, peuvent se produire de façon rapide et brutale. Un volume important de roche s'est détaché en 2003<sup>81</sup> du versant et s'est fragmenté plus ou moins intensément. Lors de cet éboulement, des blocs de plusieurs m<sup>3</sup> ont atteint le chemin du TMB sur une distance d'environ 500 m. Un tel événement, d'intensité forte, mais pour lequel il n'est pas possible de parler de probabilité d'occurrence (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997b), pourrait se répéter car la roche présente un degré de fissuration élevé dans cette zone. Le degré de danger est ainsi **élevé** sur le tronçon TMB16\_Da.

La forêt joue cependant un rôle important dans cette zone : elle protège en effet passablement le sentier des éboulements dans le secteur TMB15\_Da, où elle permet de réduire le degré de danger, qui est **moyen** dans ce passage. Seuls quelques blocs éboulés en 2003 ont en effet atteint cette portion de l'itinéraire du TMB. Le secteur TMB17\_Da présente également un danger **moyen** : le cône d'éboulis atteignant le chemin est constitué de blocs de taille moyenne et déjà partiellement couvert, ce qui démontre une activité limitée, d'où une probabilité d'occurrence faible.

Les laves torrentielles constituent le danger le plus fréquent ayant des incidences sur l'itinéraire du TMB. Les secteurs **TMB18\_Da**, **TMB24\_Da**, **TMB28\_Da**, **TMB31\_Da**, **TMB32\_Da**, **TMB34\_Da**, **TMB36\_Da** et **TMB38\_Da** traversent tous des zones soumises à ces processus fluviaux. Une intensité faible n'existant pratiquement pas pour ce type de phénomènes (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997a), ces secteurs présentent soit un danger moyen, soit un danger élevé. Le

---

<sup>81</sup> La date de cet événement n'est pas certaine, les divers témoignages recueillis ne concordant pas.



degré de danger varie donc principalement selon la fréquence des événements, qui peut être estimée selon le cadastre des événements fluviaux du Val Ferret.



**Figure 59** : Chenaux d'écoulement des laves torrentielles se déclenchant dans la face SSE du Treutse Bô.

Le secteur **TMB18\_Da** a été affecté deux fois au cours des années 1990 par des laves torrentielles : le 20 juillet 1992, le chemin a été emporté en deux endroits et le 24 juillet 1996, de grandes quantités de matériaux ont obstrué le chemin (fig. 60). Le nombre d'événement répertoriés est relativement faible en raison principalement du facteur humain<sup>82</sup>. Le déclenchement des laves torrentielles s'effectue à partir de la face SSE du Treutse Bô (2917 m). Une de ces laves torrentielles (à gauche sur la figure 59) transite à travers un cône d'éboulis situé au pied du Treutse Bô et peut ainsi s'alimenter en matériaux meubles facilement mobilisables. La probabilité qu'un événement se produise est moyenne mais la présence potentielle de



**Figure 60** : Dépôt de matériaux suite à la lave torrentielle du 24 juillet 1996 dans le torrent de la Lui Joret (REY et SAAMELI, 1997).

<sup>82</sup> Cf. chapitre 6.2.4.1.

pergélisol dans la partie sommitale de cet éboulis (2600 m) a une importance grandissante dans la question de la déstabilisation des versants suite à une dégradation du pergélisol (LAMBIEL, 2006). Le danger est ainsi **élevé** dans ce secteur car l'intensité du phénomène est très importante.

Bien que le danger concernant la Reuse de l'A Neuve ait déjà été partiellement traité dans le chapitre 7.1.2.2, il est nécessaire de relever que des curages ont été nécessaires pour éviter des débordements ultérieurs dangereux au niveau du camping, le lit du torrent s'étant rempli de matériaux menaçant les terrains privés en rive gauche le 24 juillet 1996, suite à de fortes précipitations<sup>83</sup>. Le danger concernant le tronçon **TMB24\_Da** a été défini comme **moyen**, l'itinéraire traversant ce cours d'eau sur un pont.

Les laves torrentielles du Merdenson provoquent un apport très important de matériaux sur son cône de déjection. Trois événements récents témoignent d'une forte activité : le 20 juillet 1992, le torrent est plein jusqu'à la hauteur de la passerelle, le 24 septembre 1993, une hausse du lit est remarquée alors que le 24 juillet 1996, le torrent édifie un cône de déjection très important à son embouchure dans la Dranse qui, obstruée, déborde et occasionne des dégâts à des terrains privés. Suite aux événements survenus dans les années 1990, une nouvelle passerelle, plus haute, a été construite en 1998 pour la sécurité des touristes, le chemin du TMB ayant été à maintes reprises emporté. En raison d'une probabilité d'occurrence et d'une intensité élevées, le secteur **TMB28\_Da** présente un danger fort.

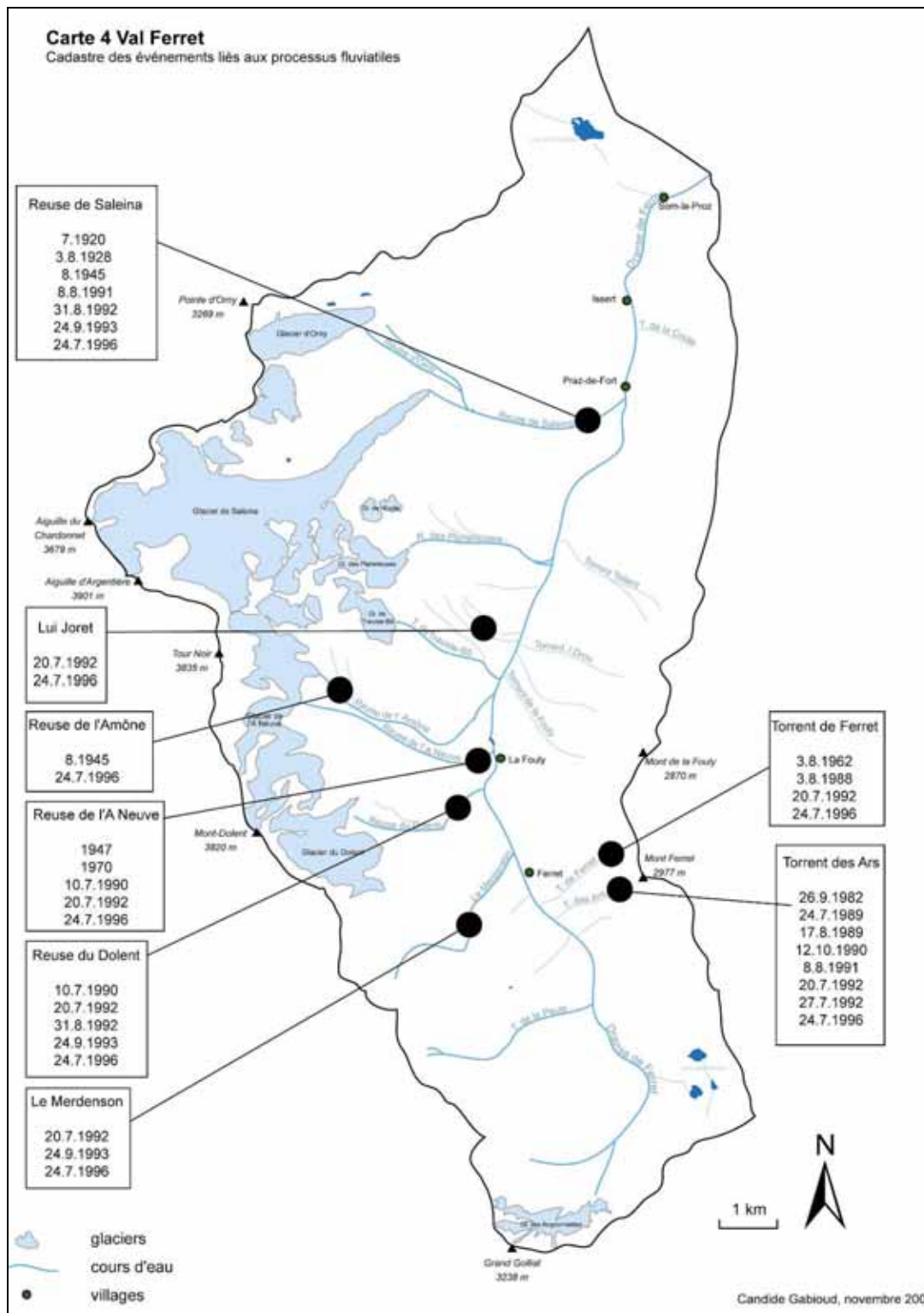
La zone située en amont du dernier village de la vallée, Ferret, présente également une activité marquée. Pratiquement chaque année, une lave torrentielle obstrue la route ou détruit le pont. Ces laves proviennent de deux torrents différents : les **ravines des Ars ou torrent de Ferret** (fig. 61) et le **torrent des Ars**. A chaque événement, de grandes quantités de matériel obstruent la route et des travaux de remise en état sont bien sûr nécessaires (nouveau pont). Selon le cadastre des événements survenus dans le Val Ferret (REY et SAAMELI, 1997), le pont des Ars a été emporté le 26 septembre 1982, le 24 juillet 1989, le 17 août 1989, le 12 octobre 1990, le 8 août 1991, le 27 juillet 1992 et le 24 juillet 1996, soit la plupart du temps en pleine saison touristique. En 2007, la route a été obstruée le 21 juillet par une lave torrentielle provenant du torrent de Ferret, alors que le pont des Ars a été emporté deux jours plus tard. Le secteur **TMB32\_Da** présente ainsi un danger élevé en raison d'une fréquence et d'une intensité très élevées. Le danger, dans le secteur **TMB31\_Da**, est par contre moyen, cette partie étant partiellement protégée par la forêt de Ferret.



**Figure 61** : Cône de déjection du torrent de Ferret ; d'anciens chenaux de lave torrentielle sont encore visibles.

---

<sup>83</sup> Cf. chapitre 5.3.2.1.



Un petit torrent (sans nom sur la carte nationale de la Suisse) peut occasionner des laves torrentielles qui atteignent les chemins d'accès aux alpages des Ars Dessus et de la Peule dans le secteur **TMB34\_Da**. Le 17 mai 2007, un événement s'est produit (fig. 62), obstruant la route d'accès à l'alpage des Ars Dessus, située 30 m en amont de celle menant à l'alpage de la Peule, et qui permet de diminuer sensiblement l'extension de l'épandage. Le danger affectant ce tronçon est ainsi **moyen**.



**Figure 62** : Dépôts de laves torrentielles sur la route d'accès à l'alpage des Ars.

La ravine de la Peule peut occasionner des laves torrentielles qui atteignent en deux endroits (**TMB36\_Da** et **TMB38\_Da**) le chemin d'accès à l'alpage de la Peule. L'interprétation des formes du terrain indique une probabilité d'occurrence faible à moyenne et un degré d'intensité moyen : le danger affectant ce tronçon est également **moyen**.

Les derniers tronçons<sup>84</sup> présentent des degrés de danger négligeables, résiduels ou faibles. Aucun processus géomorphologique n'affecte particulièrement ces zones : l'exemple du sentier entre l'alpage de la Peule et le Grand Col Ferret illustre bien cette absence de danger. En effet, la majorité des secteurs ne comportent aucun danger, alors qu'il est résiduel dans seulement trois passages.

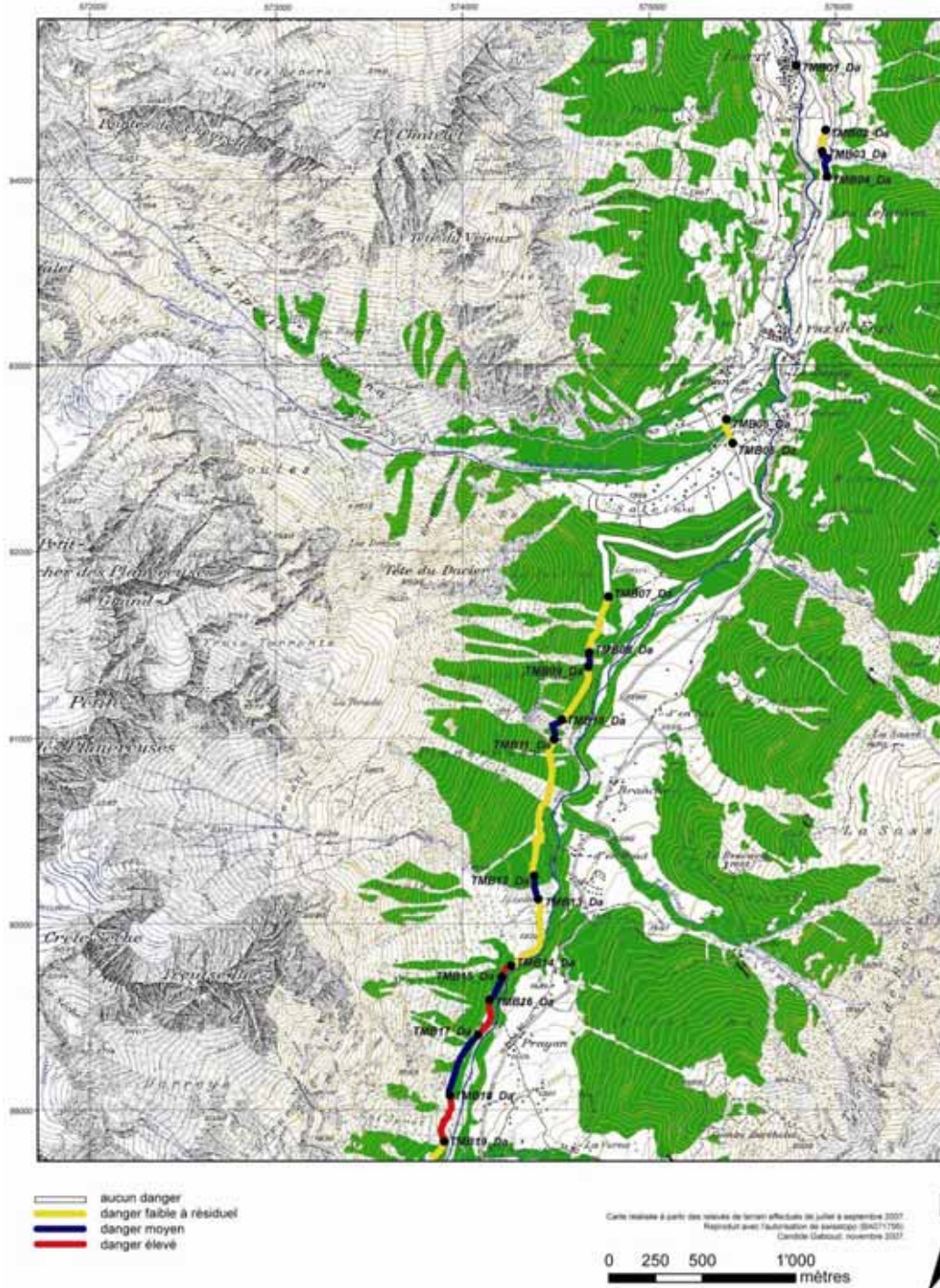


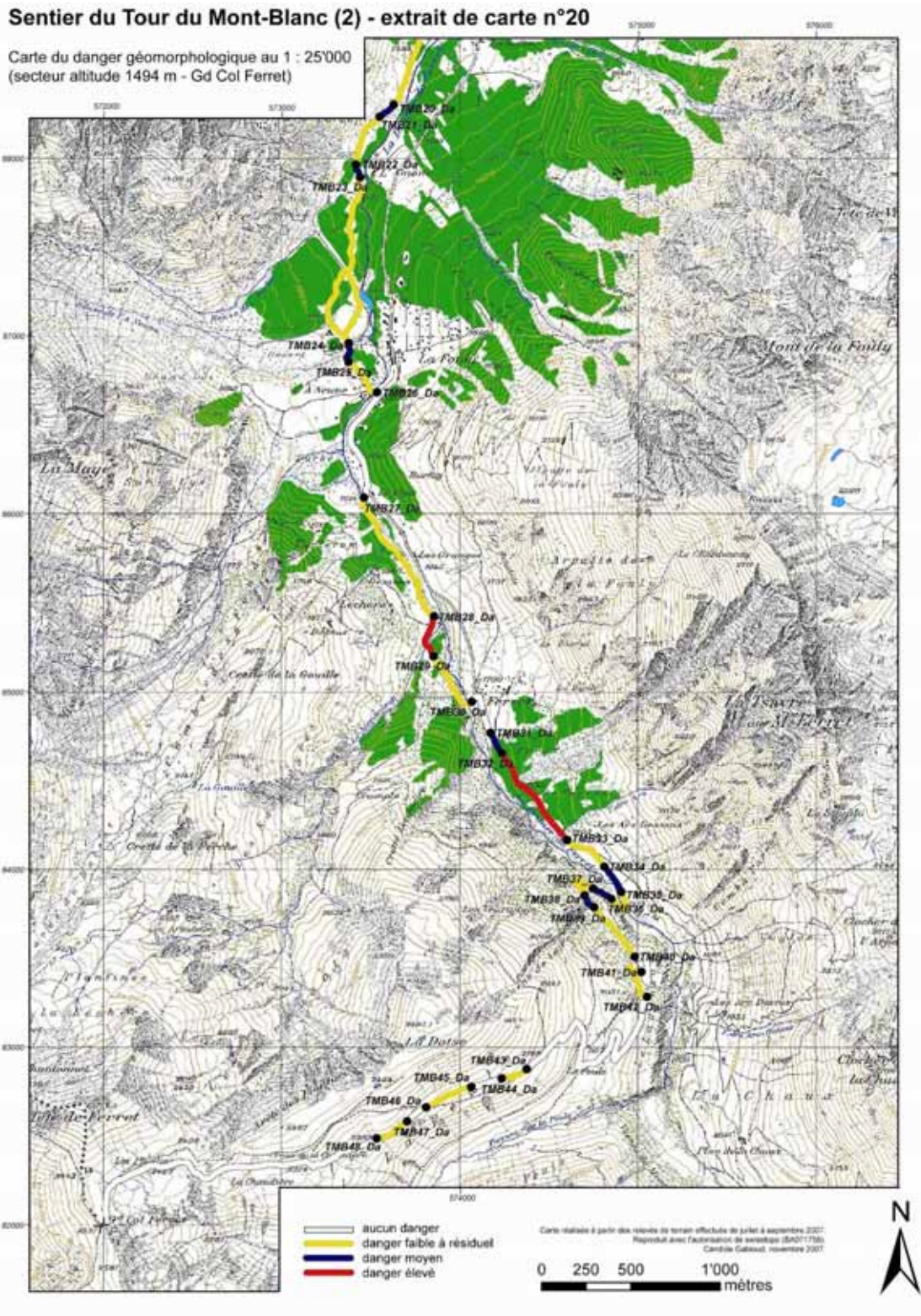
**Figure 63** : Sentier du TMB entre la Peule et le Gd Col Ferret.

---

<sup>84</sup> TMB19\_Da, TMB21\_Da, TMB23\_Da, TMB25\_Da, TMB27\_Da, TMB29\_Da, TMB33\_Da, TMB35\_Da, TMB37\_Da, TMB39\_Da, TMB40\_Da, TMB41\_Da, TMB42\_Da, TMB43\_Da, TMB44\_Da, TMB45\_Da, TMB46\_Da, TMB47\_Da et TMB48\_Da.

**Sentier du Tour du Mont-Blanc (1) - extrait de carte n°19**  
 Carte du danger géomorphologique au 1 : 25'000 (secteur Issert - altitude 1494 m)





## 7.2 Risque géomorphologique

En mettant en relation les éléments géomorphologiques qui peuvent influencer la vulnérabilité touristique<sup>85</sup> et le danger géomorphologique prévisible<sup>86</sup>, il est possible d'attribuer différents degrés de risque (blanc, jaune, bleu et rouge) le long des itinéraires examinés.

C'est à chaque fois le degré de difficulté ou de danger **le plus élevé** qui est considéré comme déterminant.

Degré de difficulté	Couleur du risque correspondante
extrêmement difficile	rouge
très difficile	rouge
difficile	bleu
assez difficile	bleu
peu difficile	jaune
facile	blanc

**Tableau 8 :** Degré de difficulté et couleur du risque correspondante.

Degré de danger géomorphologique	Couleur du risque correspondante
élevé	rouge
moyen	bleu
faible à résiduel	jaune
nul	blanc

**Tableau 9 :** Degré de danger géomorphologique et couleur du risque correspondante.

Par exemple, un tronçon présentant une difficulté très élevée et un danger géomorphologique faible sera représenté en rouge. De même, un secteur facile mais comportant un danger géomorphologique moyen sera figuré en bleu.

Un tronçon représenté en blanc indique donc un risque résiduel, un risque faible est figuré en jaune, un risque moyen en bleu et un risque élevé en rouge.

### 7.2.1 Inventaire des secteurs à risque

Un inventaire des secteurs les plus risqués le long des itinéraires étudiés peut ainsi être réalisé.

#### 7.2.1.1 Sentier du bivouac du Dolent

Trois secteurs (**DOL03**, **DOL05** et **DOL07**) présentant un risque élevé ont été répertoriés sur le sentier du bivouac du Dolent.

Très facile (route large), le tronçon **DOL03**, situé sur le plateau de l'A Neuve, comporte un danger élevé : les matériaux de la lave torrentielle de 1990 se sont en effet déposés à cet endroit, et si un événement similaire se produisait, la probabilité qu'une lave torrentielle atteigne à nouveau cette zone est importante. Les digues paravalanches construites dans la partie terminale

<sup>85</sup> Cf. chapitre 6.3.

<sup>86</sup> Cf. chapitre 7.1.

de la Combe des Fonds pourraient canaliser un tel phénomène et faire diriger le flux en direction du secteur DOL03.

Le tronçon **DOL05** comporte un danger géomorphologique moyen (chutes de pierres), mais le risque est particulièrement fort en raison de la difficulté (pente et structure) extrêmement importante du sentier, très escarpé dans cette zone. Deux passages ont ainsi été aménagés pour diminuer la vulnérabilité touristique, qui reste néanmoins très élevée.

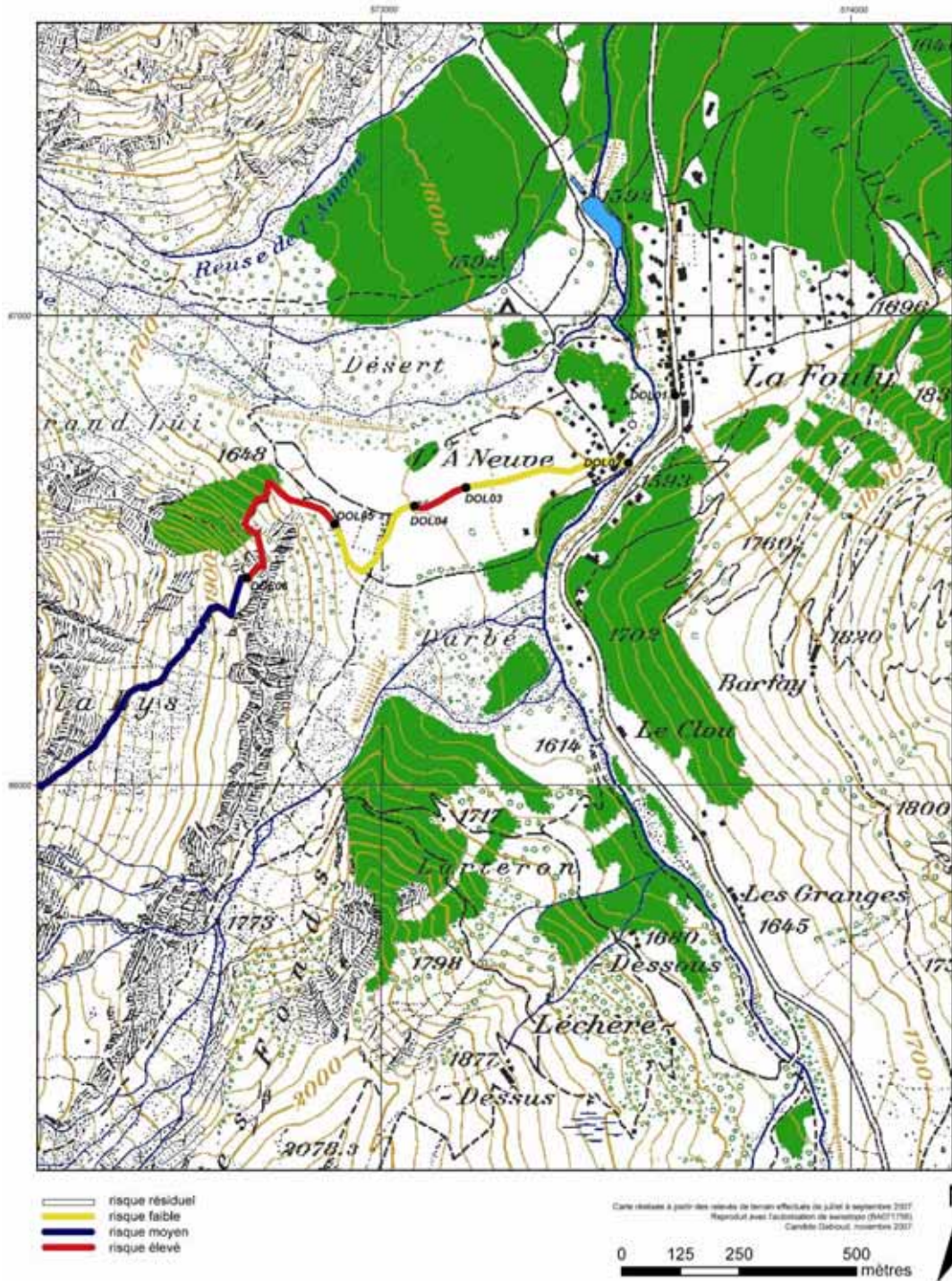
**DOL07** est le troisième secteur présentant un risque élevé : difficile, ce tronçon présente un danger géomorphologique élevé. Un événement comparable à celui de 1990 pourrait avoir de fâcheuses conséquences, le sentier cheminant dans une zone particulièrement exposée.

Deux tronçons de niveau difficile présentent un risque moyen : **DOL06** et **DOL08**. DOL06 est affecté par des chutes de pierres d'intensité et de fréquence moyenne, tandis que, dans le secteur DOL08, le risque est occasionné par la déclivité très importante du sentier et sa structure composée de matériel morainique.

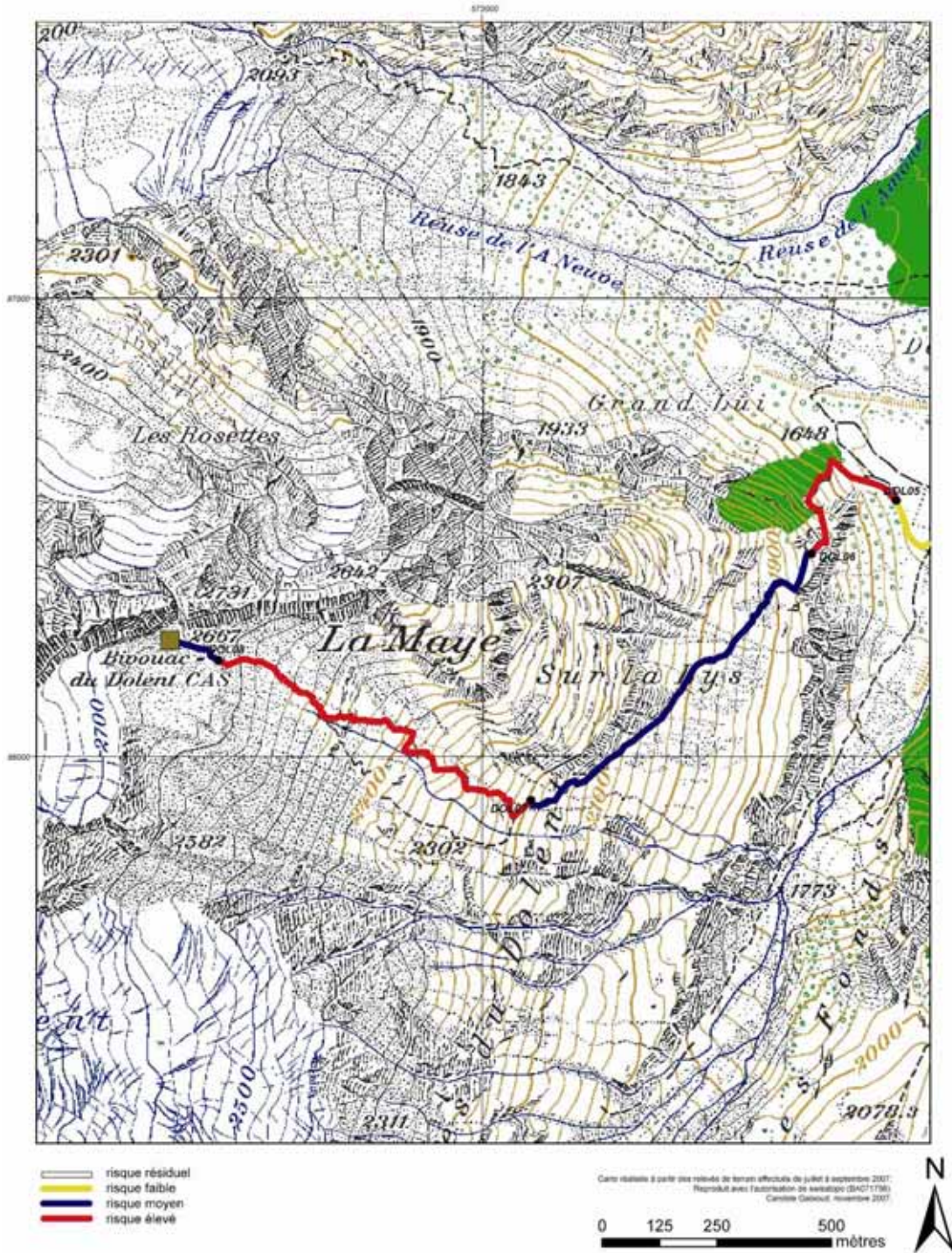


**Sentier du bivouac du Dolent (1) - extrait de carte n°21**

Carte du risque géomorphologique au 1 : 10'000 (secteur La Fouly - altitude 1648 m)



**Sentier du bivouac du Dolent (2) - extrait de carte n°22**  
Carte du risque géomorphologique au 1 : 10'000 (secteur altitude 1648 m - bivouac du Dolent)



### 7.2.1.2 Sentier de la cabane de l'A Neuve

Quatre secteurs présentent un risque particulièrement élevé le long de l'itinéraire menant à la cabane de l'A Neuve.

Trois des quatre tronçons les plus risqués, **ANE02**, **ANE06** et **ANE10**, sont affectés par un même danger géomorphologique, celui lié aux laves torrentielles. ANE10 se situe en effet dans la zone de déclenchement potentielle d'un tel phénomène, ANE06 traverse un chenal d'écoulement bien canalisé et ANE02 se trouve dans la zone d'épandage des matériaux mobilisés par ces laves torrentielles. Un événement d'intensité forte de type Dolent aurait des conséquences désastreuses dans ces trois secteurs, spécialement dans la zone où chemine ANE02. En effet, les proportions non prévisibles (LUGON et al., 2000) d'une telle lave torrentielle impliquent un risque très élevé pour les infrastructures aménagées sur le cône de déjection alimenté par la Reuse de l'A Neuve et de l'Amône. La situation du camping de La Fouly est ainsi particulièrement risquée.



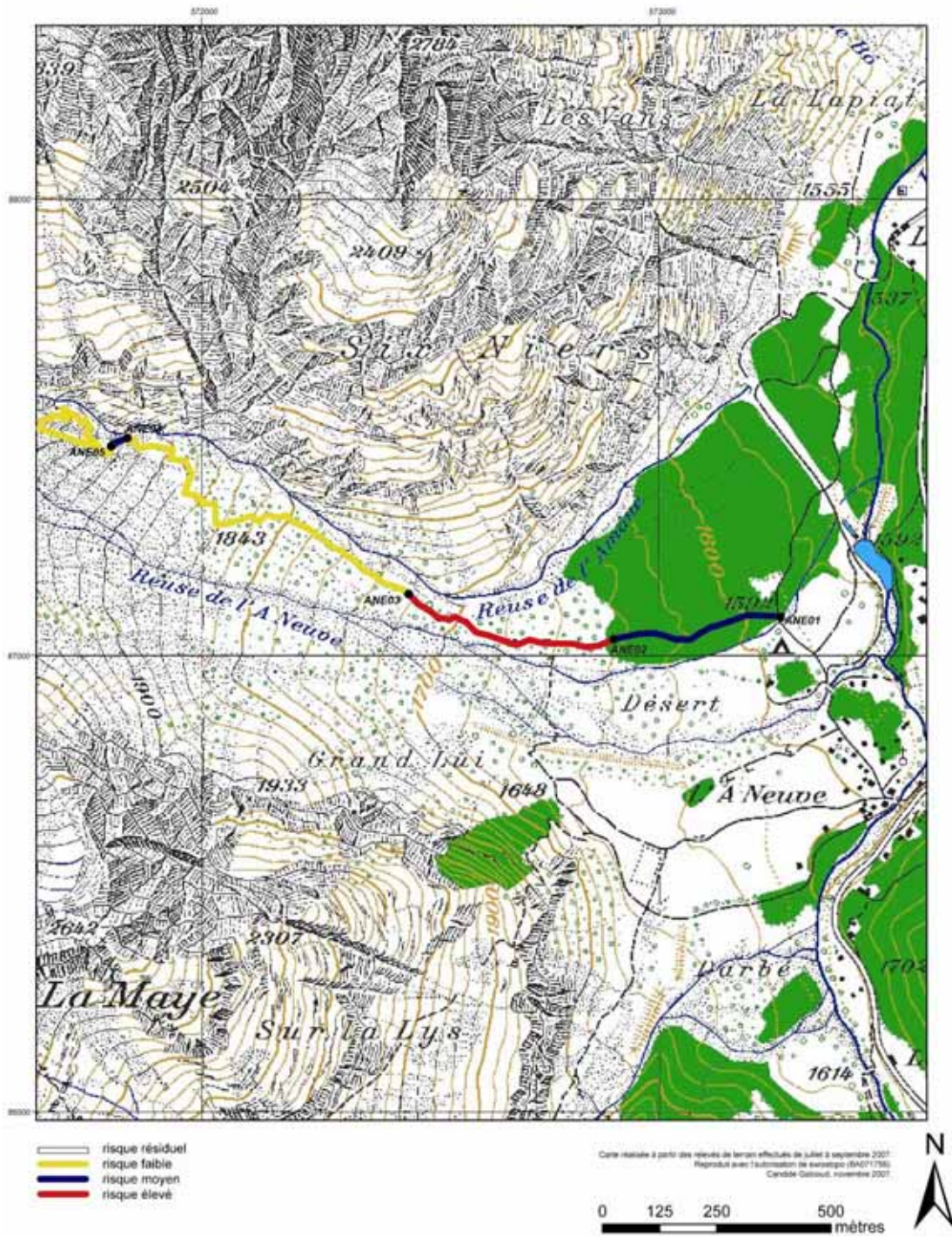
**Figure 64 :** *Vue sur une zone complexe (571'200 / 87'600) où la Reuse de l'Amône a érodé la moraine latérale gauche du glacier de l'A Neuve pour se joindre à la Reuse de l'A Neuve. A l'arrière plan, le cône de déjection de ces cours d'eau, sur lequel est situé le camping de la Fouly.*

Il faut aussi remarquer que les tronçons ANE06 et ANE10, en plus de leur danger géomorphologique très élevé, comportent aussi deux passages classés très difficiles.

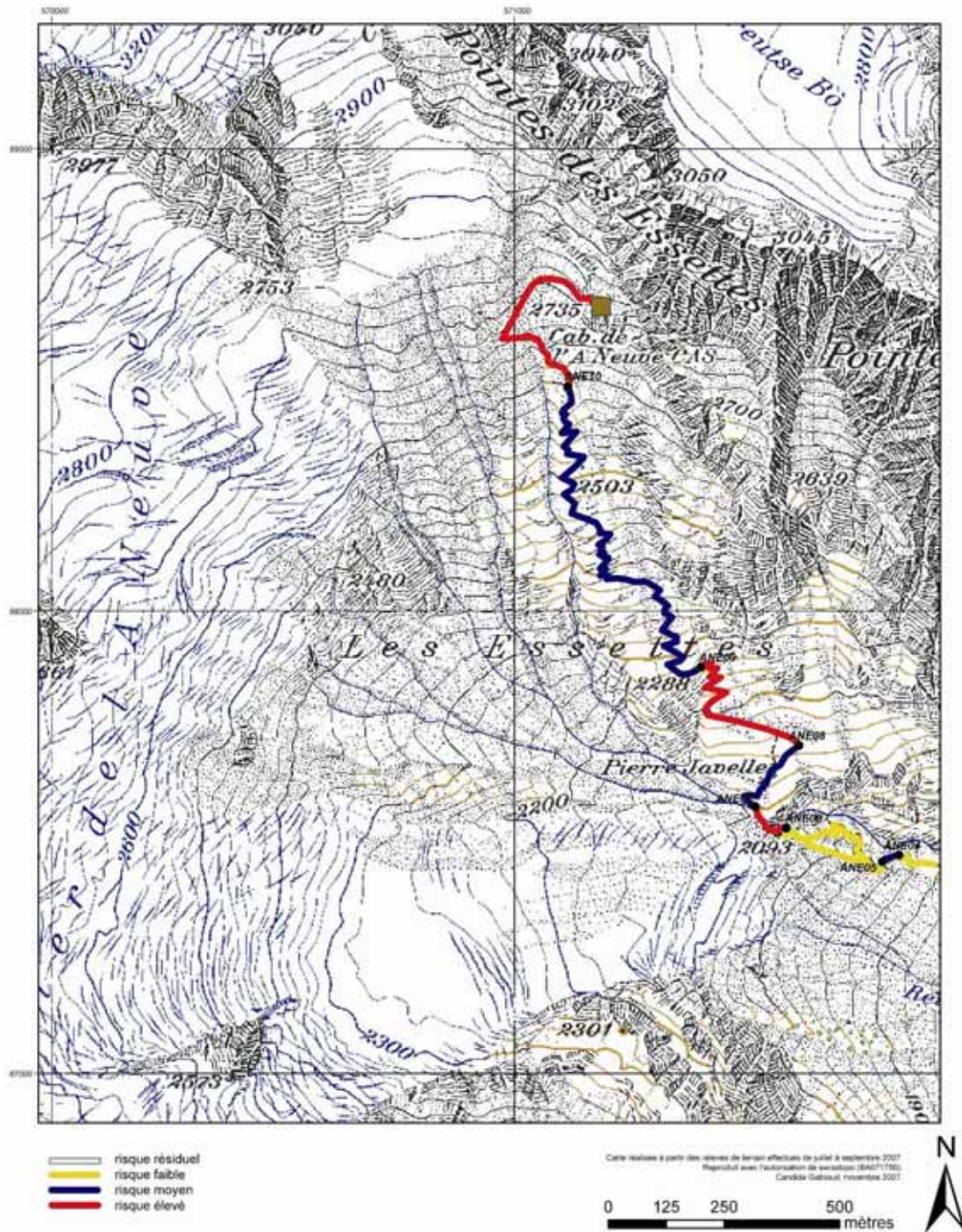
Le dernier secteur comportant un risque élevé est **ANE08**. Exposée à des chutes de pierres à forte probabilité et d'intensité moyenne à forte, cette portion est en outre difficile.

Le risque est moyen sur quatre autres secteurs : **ANE01** est classé peu difficile, mais un événement fluvial exceptionnel pourrait menacer les randonneurs dans cette zone. **ANE04** fait partie d'un secteur assez difficile (ANE02\_Di) comportant un danger moyen (ravinement). Les tronçons **ANE07** et **ANE09** sont difficiles en raison de leur structure et de la pente du sentier, assez importante. L'exposition est ainsi marquée et est renforcée par un degré de danger moyen dans la partie ANE10\_Da.

**Sentier de la cabane de de l'A Neuve (1) - extrait de carte n°23**  
Carte du risque géomorphologique au 1 : 10'000



**Sentier de la cabane de de l'A Neuve (2) - extrait de carte n°24**  
Carte du risque géomorphologique au 1 : 10'000



### 7.2.1.3 Sentier de la cabane de Saleina

L'itinéraire menant à la cabane de Saleina depuis la prise d'eau d'Electricité Emosson SA (1593 m) est uniquement constitué de secteurs comprenant des risques moyens (SAL01, SAL03, SAL05 et SAL07) ou élevés (SAL02, SAL04 et SAL06).

Le premier secteur, **SAL01**, comporte un danger géomorphologique faible à moyen : des laves torrentielles peuvent en effet affecter ce secteur, mais la fréquence d'un tel phénomène est relativement faible. Le sentier, assez difficile dans ce tronçon, présente une structure composée de matériel morainique et une pente moyennement forte. Le risque est donc **moyen**.

Le danger est faible dans **SAL02**, mais le degré de difficulté de ce tronçon est le plus élevé (extrêmement difficile). Cette partie est en effet très escarpée, cheminant sur des roches moutonnées lisses. De nombreux aménagements effectués (taille de marches dans la roche, chaînes et échelles) permettent de franchir ce passage exposé, mais celui-ci présente un risque **élevé**.



**Figure 65** : *Le secteur SAL02 comporte un risque élevé.*

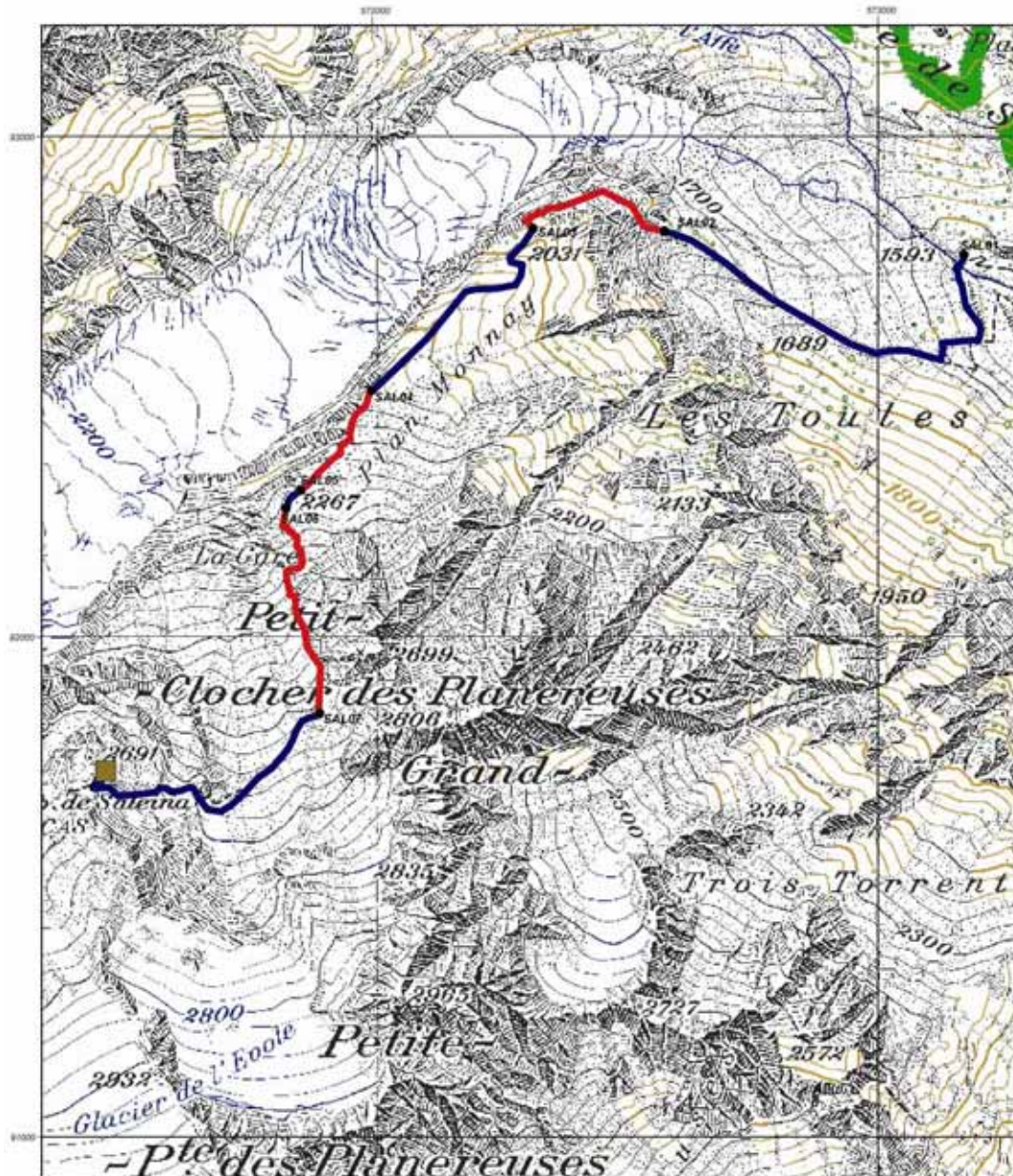
Même si le tronçon **SAL03** comporte un danger faible, le risque est **moyen** dans ce secteur, car il est difficile (sentier étroit et exposé).

**SAL04** et **SAL06**, situés au pied d'imposants escarpements rocheux, sont affectés par des processus gravitaires (chutes de pierres et éboulement). Ces phénomènes d'intensité forte impliquent un risque **élevé** sur ces deux tronçons.

Les deux derniers secteurs, **SAL05** et **SAL07**, sont difficiles. Le sentier est étroit, de déclivité moyenne à forte et sa structure est formée de blocs éboulés et de matériel morainique. Le danger moyen présent dans ces zones renforce le degré de risque, également **moyen**.

**Sentier de la cabane de Saleina - extrait de carte n°25**

Carte du risque géomorphologique au 1 : 10'000



- risque résiduel
- risque faible
- risque moyen
- risque élevé

Carte réalisée à partir des relevés de terrain effectués de juillet à septembre 2007.  
Reproduit avec l'autorisation de la Direction (DACS/1786).  
Cartographie (Saboulet, novembre 2007)



#### 7.2.1.4 Sentier du Tour du Mont-Blanc

Le risque le long de l'itinéraire du Tour du Mont-Blanc est engendré presque exclusivement par les processus géomorphologiques. En effet, ce sentier comporte majoritairement des tronçons faciles à peu difficiles, impliquant un risque résiduel à faible. Les dangers géomorphologiques, notamment ceux liés aux processus fluviaux et à la gravité, contribuent fortement à augmenter la vulnérabilité des touristes. Le sentier du TMB, entre Issert (1055 m) et l'alpage des Ars (1783 m), parcourt le fond de la vallée où il est ainsi directement exposé à ces dynamiques géomorphologiques.

Le **danger le plus fréquent** est lié aux nombreux torrents traversés par l'itinéraire. Ces cours d'eau présentent généralement de grandes dénivellations le long de leur trajet. En raison de rapides modifications de débit lors d'orages ou de précipitations intenses, ces torrents peuvent déplacer d'importants volumes de matières solides et générer des laves torrentielles qui ont des conséquences dévastatrices au débouché des bassins versants. Les cônes de déjection sont effectivement le lieu d'une utilisation intensive du territoire : de nombreuses infrastructures, comme le camping de La Fouly y sont construites, ce qui a pour effet d'augmenter passablement la vulnérabilité des touristes.

Les secteurs présentant le risque le plus **élevé** sont les suivants : **TMB14**, **TMB18**, **TMB28** et **TMB32**. Selon le cadastre des événements liés aux processus fluviaux dans le Val Ferret, les laves torrentielles affectant ces tronçons sont fréquentes et d'intensité forte.

Les tronçons **TMB03**, **TMB24**, **TMB31**, **TMB34**, **TMB36** et **TMB38** comporte un risque **moyen**. Même si la probabilité qu'un événement se produise est moyenne à forte, l'intensité des laves torrentielles dans ces zones reste moyenne.

Les secteurs **TMB12**, **TMB20** et **TMB22** sont affectés par des phénomènes torrentiels d'origine anthropique : le sentier du TMB traverse en effet trois émissaires glaciaires (torrent des Planereuses, torrent du Treutse Bô et Reuse de l'Amône) dont l'eau est capté plus en amont. Le danger est lié aux purges effectuées lors du nettoyage des installations hydro-électriques, qui peuvent générer des laves torrentielles. Ces trois tronçons présentent ainsi également un risque **moyen**.

Le **second danger** menaçant l'itinéraire du TMB est lié aux processus gravitaires : les chutes de pierres sont en effet fréquentes dans certains passages exposés, mais leur intensité est



**Figure 66** : Etat du chenal de la lave torrentielle du torrent de Ferret (secteur TMB32) un jour après l'événement du 21 juillet 2007.



relativement difficile à estimer, leur origine, leur déroulement et leurs effets étant extrêmement hétérogènes. Les processus à l'origine des mouvements gravitaires sont en effet très complexes et dépendent rarement d'une seule cause (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997b). Ces dynamiques gravitaires affectent particulièrement cinq secteurs : TMB08, TMB10, TMB15, TMB16 et TMB17

Les couloirs créés par les avalanches dans la forêt des Planereuses servent de couloirs d'éboulis atteignant les tronçons **TMB08** et **TMB10**. Le risque est **moyen** dans cette portion car la nature géologique (calcaires fins, plaquetés et schistes argileux) des escarpements rocheux les plus problématiques n'est pas vraiment favorable à des détachements de blocs ou des éboulements de grande envergure.

Les trois autres secteurs soumis aux processus gravitaires se trouvent au pied de la face E du Treutse Bô : **TMB15** et **TMB17** présente un risque **moyen**, alors que le risque sur **TMB16** est **élevé**.

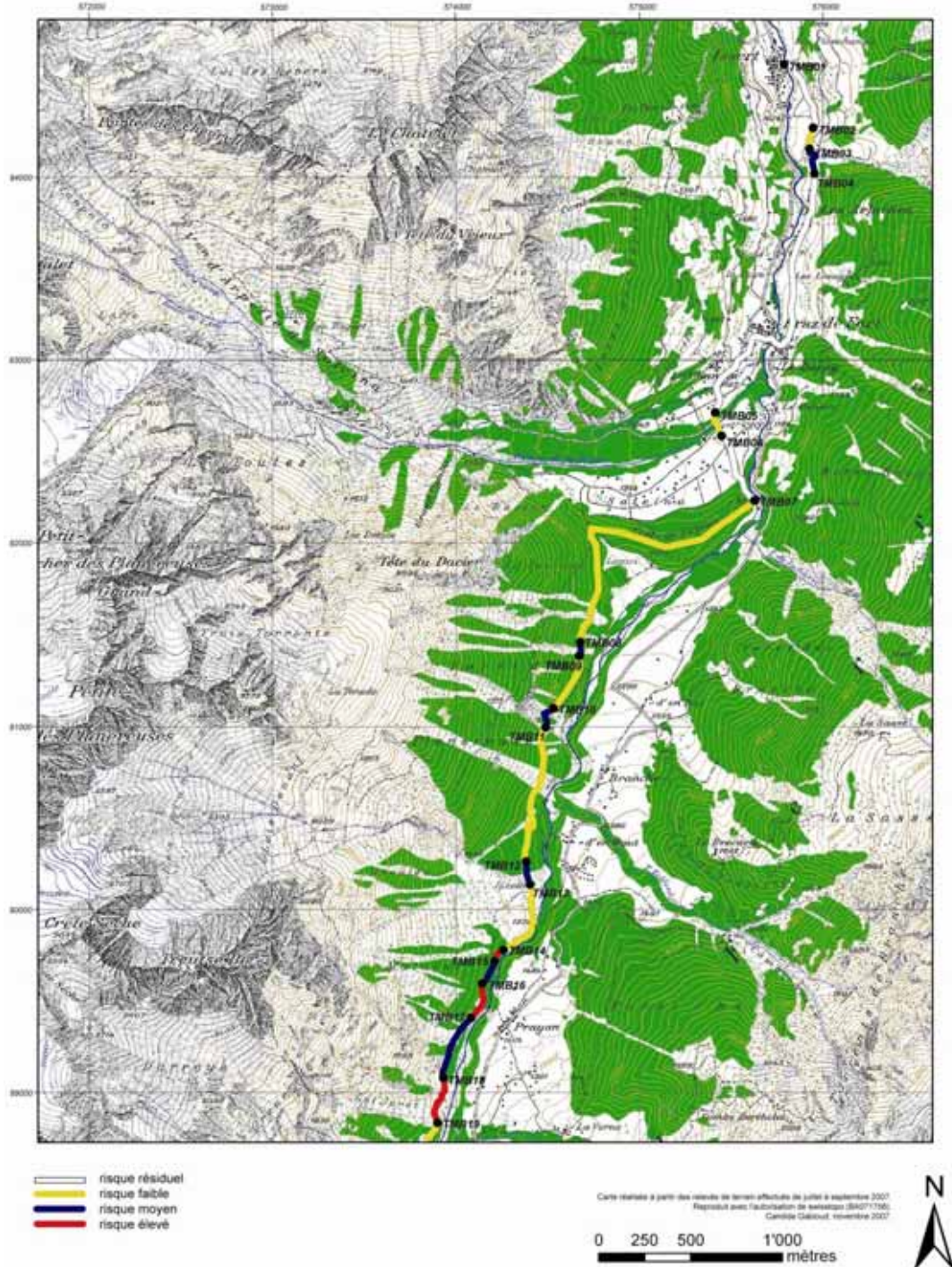


**Figure 67** : Plusieurs blocs se sont éboulés en 2003. L'un d'eux s'est arrêté sur le chemin du TMB.

Le secteur **TMB40** est l'un des seuls secteurs, le long de l'itinéraire du TMB dans le Val Ferret, à présenter un degré de difficulté supérieur au degré de danger. Ce passage assez difficile (TMB19\_Di) comporte un risque **moyen** en raison de la forte déclivité du versant.

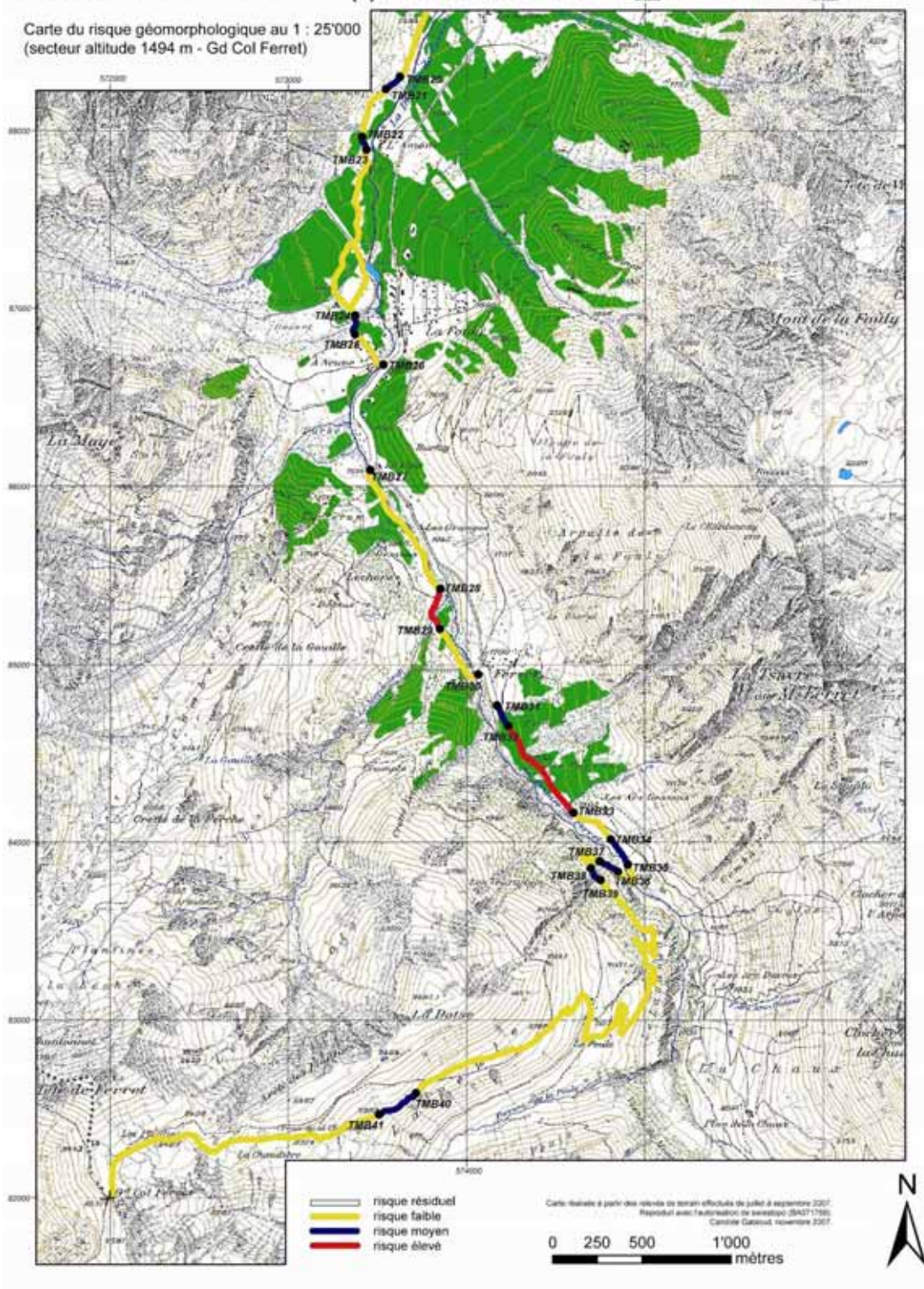
Le risque est **résiduel** dans les différents villages traversés, alors qu'il est **faible** dans les zones soumises à des dangers géomorphologiques faibles.

**Sentier du Tour du Mont-Blanc (1) - extrait de carte n°26**  
Carte du risque géomorphologique au 1 : 25'000 (secteur Issert - altitude 1494 m)



**Sentier du Tour du Mont-Blanc (2) - extrait de carte n°27**

Carte du risque géomorphologique au 1 : 25'000  
(secteur altitude 1494 m - Gd Col Ferret)



## 7.2.2 Analyse comparative des risques

Le **risque** pour les randonneurs résulte donc autant de la **difficulté morphologique** des sentiers que des **dynamiques géomorphologiques** les affectant.

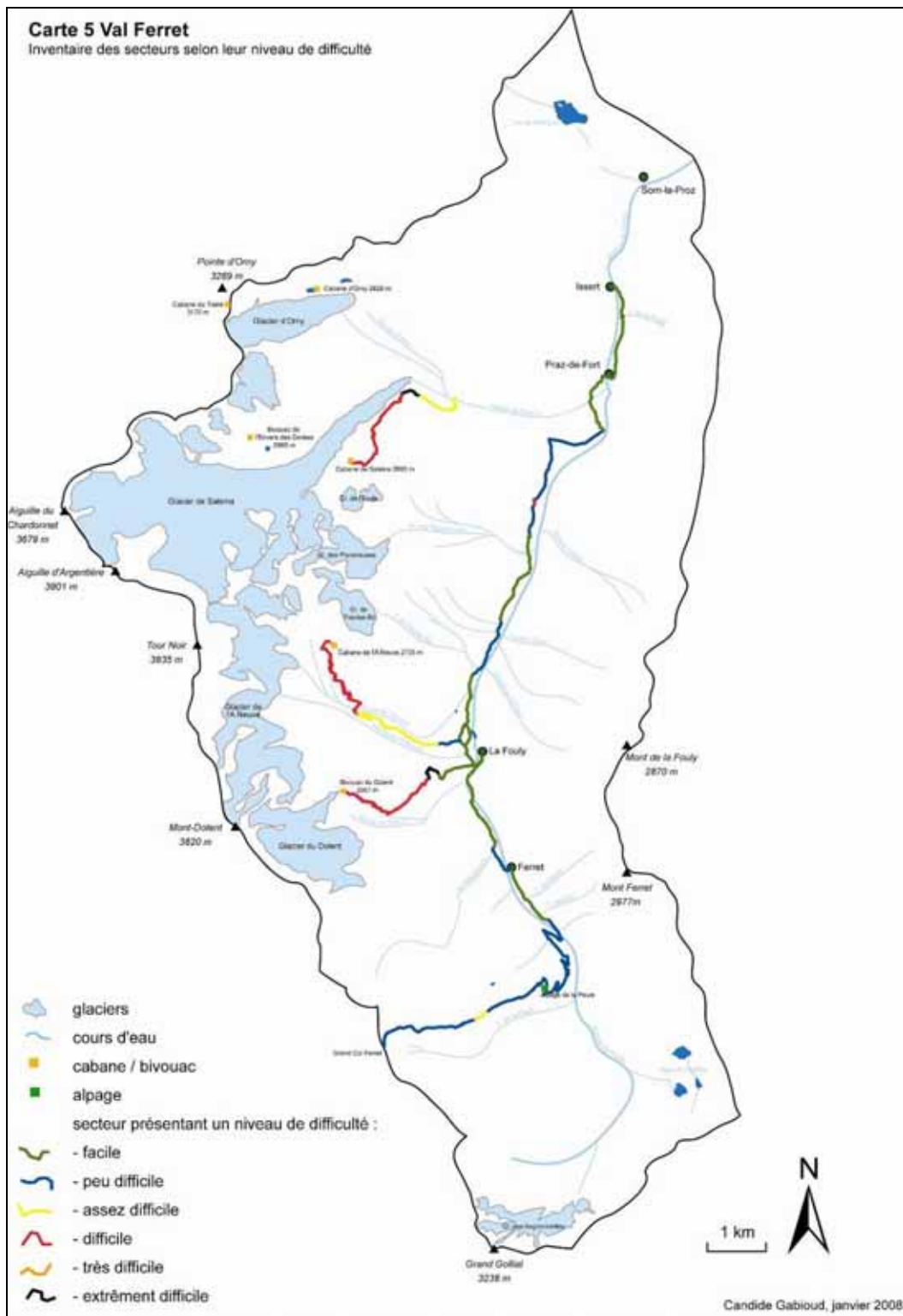
### 7.2.2.1 Difficulté

Les relevés morphologiques effectués sur les sentiers menant au bivouac du Dolent, à la cabane de l'A Neuve et à celle de Saleina présentent de nombreuses similitudes. Ils montrent en effet une **structure** analogue : ces chemins traversent des zones composées de matériaux morainiques, d'éboulis et de roche en place polies par les glaciers. De nombreux passages sont raides et escarpés et la **déclivité** dépasse souvent 25°. L'**état de conservation** est habituellement moyen à bon : des passages sont néanmoins en assez mauvais état, ce qui peut amener les randonneurs à perdre la trace. L'**exposition** est ainsi très importante sur ces trois sentiers qui comportent tous au moins un passage très difficile équipé de chaînes ou d'échelles. Le degré de difficulté reflète bien les différences morphologiques observées (carte 5). Ces sentiers sont en effet composés généralement de secteurs assez difficiles à difficiles. En effet, 59 % du parcours menant au bivouac du Dolent est difficile et respectivement 90 % et 89.3 % des itinéraires d'accès aux cabanes de l'A Neuve et de Saleina comportent des tronçons assez difficiles à difficiles. Ces trois sentiers comprennent également des passages plus escarpés, classés très difficiles (**ANE03\_Di** et **ANE05\_Di**, soit 1.7 % du parcours intégral), voire même extrêmement difficiles (**DOL03\_Di** (12.7 % de la distance totale) et **SAL02\_Di** (10.7 % de la distance totale)).

L'itinéraire du Tour du Mont-Blanc présente des **caractéristiques bien différentes** : se parcourant majoritairement sur des routes, des chemins ou des sentiers larges en bon état, la pente ne dépasse jamais 15°. L'exposition n'étant donc pas trop importante, 98.3 % des tronçons sont faciles ou peu difficiles. Seulement deux passages sont en effet escarpés : **TMB08\_Di** est difficile (0.6 % la distance totale) et **TMB19\_Di** assez difficile (1.1 % la distance totale).

Niveau de difficulté	DOLENT (3.404 km)	ANEUVE (4.651 km)	SALEINA (3.182 km)	TMB (20.329 km)
Facile	0.965 km / 28.3 %	-	-	9.560 km / 47.1 %
Peu difficile	-	0.390 km / 8.3 %	-	10.418 km / 51.2 %
Assez difficile	-	1.775 km / 38.2 %	0.923 km / 29 %	0.223 km / 1.1 %
Difficile	2.007 km / 59 %	2.407 km / 51.8 %	1.919 km / 60.3 %	0.128 km / 0.6 %
Très difficile	-	0.079 km / 1.7 %	-	-
Extrêmement difficile	0.432 km / 12.7 %	-	0.340 km / 10.7 %	-

Tableau 10 : Distance en kilomètre et pourcentage de la distance totale pour chaque sentier selon le niveau de difficulté.



### 7.2.2.2 Danger géomorphologique

Alors que l'itinéraire du TMB comporte une majorité de secteurs présentant un danger nul ou faible (83.9 %), les sentiers menant au bivouac du Dolent, à la cabane de l'A Neuve et à celle de Saleina ne présentent presque que des tronçons avec un danger faible, moyen ou élevé : ainsi, près du tiers des itinéraires menant au bivouac du Dolent (31.2 %) et à la cabane de l'A Neuve (32.4 %) et un quart (23.4 %) du sentier menant à la cabane de Saleina comportent des secteurs présentant un danger élevé.

Danger géomorphologique	DOLENT (3.404 km)	ANEUVE (4.651 km)	SALEINA (3.182 km)	TMB (20.329 km)
Aucun / nul	0.180 km / 5.3 %	-	-	9.587 km / 47.2 %
Faible à résiduel	1.023 km / 30.1 %	1.988 km / 42.7 %	1.504 km / 47.3 %	7.468 km / 36.7 %
Moyen	1.139 km / 33.5 %	1.158 km / 24.9 %	0.933 km / 29.3 %	1.748 km / 8.6 %
Elevé	1.062 km / 31.2 %	1.505 km / 32.4 %	0.745 km / 23.4 %	1.526 km / 7.5 %

**Tableau 11** : Distance en kilomètre et pourcentage de la distance totale pour chaque sentier selon le danger géomorphologique.

Les dangers géomorphologiques affectant les sentiers pédestres résultent de deux processus principaux : les **processus gravitaires** (chutes de pierres, éboulement) et les **processus fluviatiles** (laves torrentielles). Ces deux types de danger se retrouvent sur les quatre sentiers étudiés, à des degrés différents (carte 6).

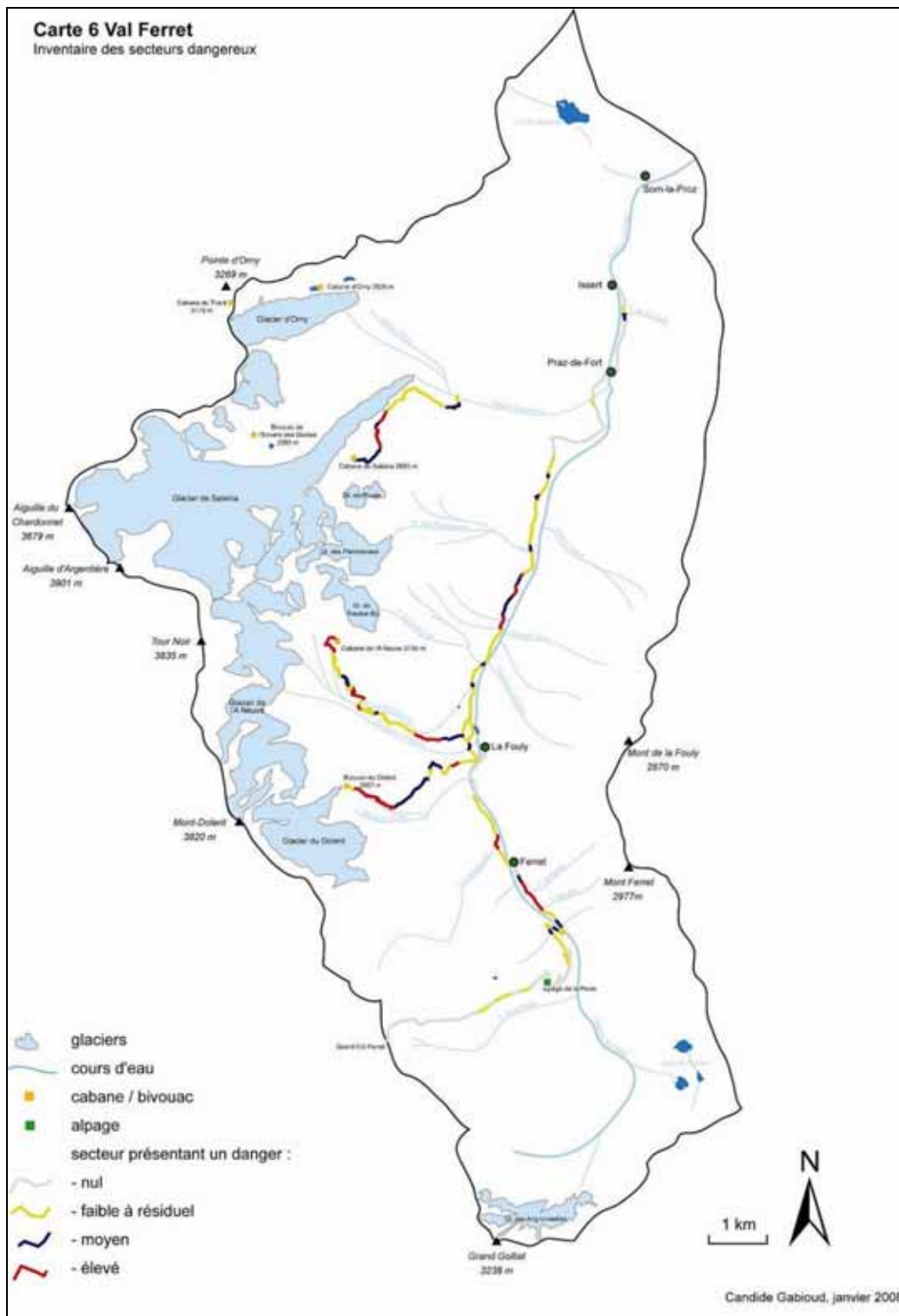
En effet, alors que les dangers les plus importants sont causés autant par les laves torrentielles que les processus gravitaires sur les sentiers de la cabane de l'A Neuve et du TMB, le chemin du bivouac du Dolent est concerné plus particulièrement par les laves torrentielles et celui de Saleina par les dynamiques liées à la gravité.

Le danger lié **aux chutes de pierres et aux éboulements** est fort dans quatre secteurs (ANE08\_Da, SAL04\_Da, SAL06\_Da et TMB16\_Da), alors que neuf tronçons présentent un danger élevé lié **aux dynamiques fluviatiles** (ANE02\_Da, ANE06\_Da, ANE12\_Da, DOL03\_Da, DOL08\_Da, TMB14\_Da, TMB18\_Da, TMB28\_Da et TMB32\_Da).

La répartition saisonnière des laves torrentielles affectant le sentier du TMB montre une fréquence plus élevée en été et au début de l'automne, confirmant ainsi l'importance du régime pluvial estival pour le déclenchement de tels événements (BADER et KUNZ, 1998). Toutefois, de fortes précipitations ne conduisent pas forcément à un événement torrentiel, et, inversement, des laves torrentielles peuvent survenir sans antécédent pluviométrique (BADER et KUNZ, 1998), comme cela a été le cas lors de l'événement du Dolent en 1990.

Les sentiers du Dolent, de l'A Neuve et de Saleina cheminent dans des zones escarpées et sont ainsi directement exposés à une érosion potentielle accrue de leurs versants. Le retrait des glaciers ainsi que la dégradation du pergélisol dans les matériaux non consolidés comme les moraines et les éboulis favorisent la libération de grandes quantités de matériaux meubles instables qui peuvent être remobilisés, lors de précipitations intenses par exemple, sous forme de laves torrentielles.

BADER et KUNZ (1998) confirment que l'occurrence future des laves torrentielles va vraisemblablement s'accroître en haute montagne, et sera intimement liée aux scénarios de recul des glaciers et à l'évolution des températures dans les zones de pergélisol. Ce processus va donc conduire à la libération de matériaux dans les fortes pentes, mais aussi dans les parois rocheuses fracturées, suite à une intensification des circulations d'eau dans les fissures (BADER et KUNZ, 1998). La fréquence des chutes de pierres et des éboulements, beaucoup plus difficile à prévoir, dépend de nombreux paramètres (géologie, relief, exposition, eau, pergélisol, température, pendage, schistosité, fracturation et fissuration de la roche), qui déterminent la prédisposition du terrain à des phénomènes d'instabilité (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997b). Des phénomènes **épisodiques** de grande envergure (comme l'éboulement du Treutse Bô qui a affecté le secteur TMB16\_Da ou la lave torrentielle du Dolent), dont la connaissance est beaucoup plus lacunaire par manque de parallèles historiques, pourraient donc se produire. **Inclure l'imprévisible** est donc une condition essentielle de l'établissement des cartes du risque géomorphologique.





### 7.2.2.3 Risque géomorphologique

L'analyse des secteurs les plus difficiles et les plus dangereux démontre que les passages risqués comportent rarement simultanément une difficulté extrême et un danger élevé : le risque est donc généralement causé soit par les éléments géomorphologiques composant le sentier, soit par le danger géomorphologique prévisible (carte 7).

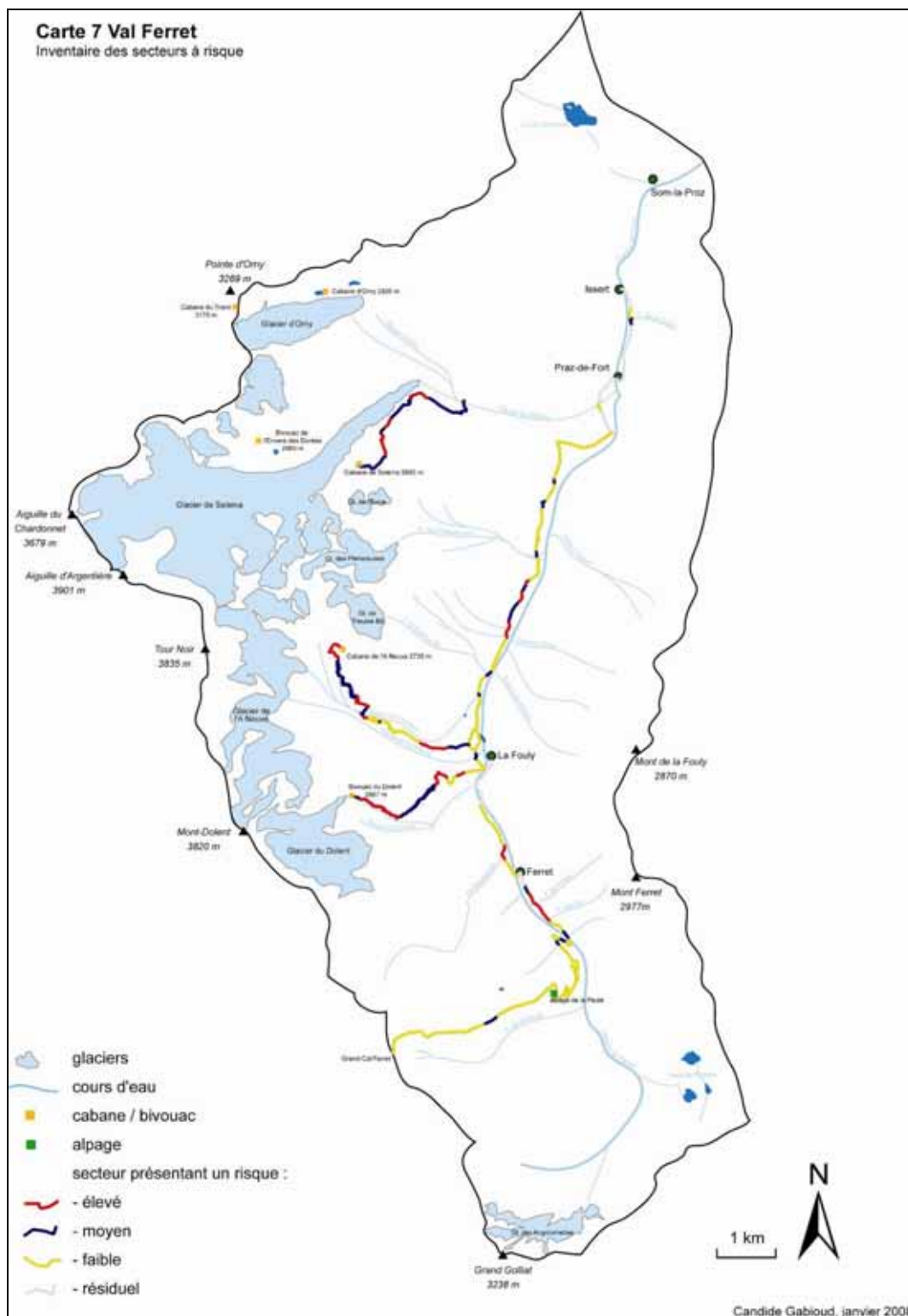
L'étude précise des cartes du risque géomorphologique démontre que le sentier menant à la cabane de **Saleina** est le plus difficile et le plus dangereux des quatre itinéraires étudiés. Le degré de risque moyen (66.4 %) à élevé (33.6 %) des sept tronçons le composant justifie le balisage blanc-bleu-blanc de ce sentier. Comportant de nombreux passages délicats nécessitant l'aide des mains, certains tronçons présentent également des risques de chutes. Ce sentier correspond donc à un **itinéraire de randonnée alpine** (catégorie T4) réservé principalement à des randonneurs alpins expérimentés.

Le chemin du bivouac du **Dolent** comporte plusieurs passages exposés équipés de chaînes ou d'échelles, où le risque de chutes est possible. Balisé blanc-rouge-blanc, ce sentier correspond ainsi à un itinéraire de **randonnée en montagne exigeante** (catégorie T3). La difficulté marquée du tronçon DOL03\_Di, l'exposition importante du secteur DOL04\_Di, ainsi que le danger élevé le long du tronçon DOL08\_Da rapprochent toutefois ce chemin d'un itinéraire de randonnée alpine (catégorie T4). En effet, 32.1 % du sentier comporte des risques moyens et 43.8 % des risques élevés, les quatre derniers tronçons, DOL05, DOL06, DOL07 et DOL08, présentant uniquement des risques moyens ou élevés.

Balisé blanc-rouge-blanc, le chemin de la cabane de l'**A Neuve** correspond aussi à un itinéraire de **randonnée en montagne exigeante** (catégorie T3). Comme pour l'itinéraire du bivouac du Dolent, ce sentier pourrait appartenir à la catégorie des itinéraires de randonnée alpine : d'une part, les cinq derniers tronçons présentent uniquement des risques moyens à élevés et d'autre part, 73.5 % des secteurs composant cet itinéraire comporte des risques moyens (39.8 %) à élevés (33.7 %). Ce sentier est de plus le seul à présenter un secteur très risqué (fig. 68) qui comporte conjointement une difficulté très élevée et un fort danger (**ANE06**, formé par ANE03\_Di et ANE06\_Da).



**Figure 68** : Vue sur une partie du secteur ANE06.



Le chemin du **TMB** fait partie des itinéraires de **randonnée** (catégorie T1) et de **randonnée en montagne** (catégorie T2). Contrairement aux trois autres sentiers, les risques sont moins importants, 82.8 % du parcours total présentant en effet des risques résiduels (19.8 %) ou faibles (63 %).

Les risques les plus importants le long de cet itinéraire résultent exclusivement des processus géomorphologiques. Situés en fond de vallée, les secteurs les plus risqués sont ceux situés au débouché des torrents et au pied des escarpements rocheux les plus imposants. D'apparence peu dangereuse, car le sentier est facile à peu difficile, la zone se trouvant au pied de la face E du **Treutse Bô** (fig. 69) est néanmoins la plus risquée car elle est affectée simultanément par les deux type de processus les plus problématiques : des éboulements de forte intensité peuvent en effet se produire et deux tronçons peuvent être affectés par de fréquentes laves torrentielles.



**Figure 69** : Partie de l'itinéraire du TMB présentant des risques élevés (secteurs TMB14, TMB16 et TMB18).

Risque géomorphologique	DOLENT (3.404 km)	ANEUVE (4.651 km)	SALEINA (3.182 km)	TMB (20.329 km)
Résiduel	0.180 km / 5.3 %	-	-	4.027 km / 19.8 %
Faible	0.638 km / 18.8 %	1.233 km / 26.5 %	-	12.805 km / 63 %
Moyen	1.092 km / 32.1 %	1.851 km / 39.8 %	2.113 km / 66.4 %	1.971 km / 9.7 %
Elevé	1.492 km / 43.8 %	1.567 km / 33.7 %	1.069 km / 33.6 %	1.526 km / 7.5 %

**Tableau 12** : Distance en kilomètre et pourcentage de la distance totale pour chaque sentier selon le risque géomorphologique.

Les risques encourus par les randonneurs sont nombreux et relativement similaires le long de ces quatre itinéraires : le chapitre 8 se propose de formuler plusieurs recommandations pouvant permettre une meilleure sécurité sur ces quatre sentiers et présente aussi les concepts permettant de gérer au mieux ces risques.



**8. GESTION DES RISQUES,  
RECOMMANDATIONS ET PLANIFICATIONS  
DE MESURES CONCERNANT LES  
SENTIERS PÉDESTRES DU VAL FERRET**

---



## 8.1 Gestion des risques

L'établissement des cartes du risque géomorphologique a permis d'inventorier les secteurs les plus vulnérables pour les touristes. Réalisée dans le chapitre précédent, cette étape est une condition préalable indispensable pour la gestion des risques, l'établissement de recommandations et la planification de mesures d'aménagement.

Afin d'**utiliser raisonnablement** le territoire, il est en effet nécessaire de prendre en compte les risques qui affectent les itinéraires pédestres. Les processus géomorphologiques, d'une part, ainsi que la difficulté des sentiers, d'autre part, sont les deux facteurs qui contribuent le plus à augmenter le risque pour les randonneurs. L'attention relativement faible réservée aux dynamiques géomorphologiques locales peut ainsi générer des accidents, tout comme une préparation non adaptée ou une surestimation de ses qualités physiques et techniques : un savoir, même partiel, des situations qui influencent la vulnérabilité des randonneurs peut donc rendre le touriste plus conscient des risques qui le menacent.

Une **perception consciente** des risques est ainsi tout d'abord nécessaire pour qu'il soit possible d'assumer les responsabilités qu'ils impliquent (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997a). Des résultats durables ne peuvent en effet être attendus que si tous les acteurs, c'est-à-dire les touristes, les indigènes, les autorités communales, les responsables de la sécurité, ainsi que les administrations cantonales et fédérales, ont réellement pris conscience du danger présent.

La **connaissance des risques** affectant les itinéraires pédestres est par conséquent essentielle. Malgré ses inexactitudes, la mémoire collective, qui dépend fortement de la proximité temporelle avec un événement marquant (NOVEMBER et al., 2005), est un des paramètres les plus importants dans la gestion traditionnelle des risques : elle sous-entend en effet le développement d'une expérience commune et permet d'apporter, parfois, un complément précieux à l'information officielle ou à une perte de sensibilisation (SCHOENEICH et BUSSET-HENCHOZ, 1998). Largement liée à l'émotion individuelle et donc à l'expérience directe, cette tradition soit écrite, soit orale, peut encore aujourd'hui jouer un rôle important dans la prévention et l'analyse des risques.

Ainsi, pour gérer efficacement les risques liés aux dynamiques géomorphologiques, la **représentation** sous forme d'inventaires des phénomènes est nécessaire : la carte des risques est évidemment un outil prioritaire, mais l'établissement de cadastres des événements dommageables, décrivant précisément le déroulement des événements, la zone affectée, ainsi que les dommages causés, est un complément indispensable à ces cartes.

Un élément absolument fondamental dans le comportement à avoir vis-à-vis des dangers naturels est la **communication du risque** (BADER et KUNZ, 1998). Les populations montagnardes sont plus familières des risques, étant habituées depuis longtemps à des processus comme les laves torrentielles ou les chutes de pierres. Elles sont conscientes que ni une sécurité absolue, ni des prévisions tout à fait fiables ne sont possibles : elles sont ainsi forcées d'accepter et de supporter ces situations. Le problème principal réside dans le fait que les touristes séjournant dans les régions alpines ou cheminant sur les itinéraires pédestres n'ont pas une connaissance aigüe des risques, et leur manque d'expérience va les exposer à une vulnérabilité plus élevée, et donc à un degré de risque plus important. Le degré de formalisation et de connaissance du risque varie donc très fortement en fonction des acteurs (REYNARD et al., 2005).

Un **comportement spécifique** doit par conséquent être adopté face aux risques de la part de tous ces acteurs. Afin de gérer au mieux ces risques, des **recommandations** et des **mesures de planification** concernant les sentiers pédestres du Val Ferret sont édictées à partir des cartes du risque géomorphologique élaborées précédemment.



## 8.2 Recommandations et planification des mesures

Notre société aspirant à un besoin de sécurité de plus en plus élevé (BADER et KUNZ, 1998), le but des recommandations est de minimiser le risque encouru par les touristes le long des itinéraires pédestres. L'occupation de zones risquées ne résulte cependant souvent pas d'une méconnaissance du risque ou d'une inconscience face aux risques (BADER et KUNZ, 1998), mais découle bien au contraire de nécessités et de contraintes. Le tracé des itinéraires pédestres est tel que de nombreux passages empruntent des zones de difficulté importante ou soumises aux processus géomorphologiques. Même si les terrains affectés à une fonction de délassement ne donnent généralement lieu qu'à une moindre concentration de biens de valeur, ils représentent par contre un danger plus élevé pour les personnes (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997a, b). Des recommandations et des mesures concernant les risques liés aux laves torrentielles, aux mouvements gravitaires ainsi qu'à la difficulté des sentiers, pouvant permettre la mise en sécurité et le balisage des secteurs les plus risqués, vont ainsi être proposées.

### 8.2.1 Recommandations et mesures concernant les risques liés aux processus fluviatiles

Les risques liés aux processus fluviatiles sont les plus courants le long des quatre itinéraires étudiés. Bien que la fréquence des laves torrentielles varie considérablement, plusieurs événements peuvent parfois avoir lieu par année<sup>87</sup>. Se déclenchant généralement durant l'été et l'automne, soit durant la période de forte fréquentation touristique, les laves torrentielles sont caractérisées par une capacité élevée de transport et un important volume de matières solides déplacé. Les dommages peuvent donc être potentiellement considérables.

Il existe trois types de mesures de planification (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997a), qui ne doivent toutefois être prises que lorsqu'elles sont justifiables par les effets qui peuvent en résulter :

- les mesures de **réduction des dommages** (mesures passives) réduisent l'étendue des dégâts mais ne permettent pas d'influencer le déroulement de l'événement naturel. Elles permettent de garantir une affectation du sol adéquate par rapport au danger ;
- les mesures de **réduction du danger** (mesures actives) correspondent à des mesures de protection qui agissent sur le déroulement des événements ou qui modifient particulièrement la probabilité d'occurrence d'un événement naturel ;
- aucune mesure de protection n'étant absolument sûre, les mesures passives et actives peuvent être insuffisantes. Des mesures d'**urgence**, temporaires, destinées à limiter le danger résiduel, doivent alors être prises pour éviter le pire.

Des mesures peuvent donc être entreprises pour diminuer la vulnérabilité des randonneurs dans les secteurs les plus risqués. Les mesures **actives**, s'opposant intensivement au développement des événements naturels, semblent inadaptées dans le cas des laves torrentielles. En effet, lutter contre ces processus fluviatiles est impossible, ces phénomènes

---

<sup>87</sup> Cf. carte 4, chapitre 7, cadastre des événements liés aux processus fluviatiles dans le Val Ferret.

découlant d'événements météorologiques spécifiques. Il serait donc plus judicieux de suivre le comportement journalier des précipitations d'une part, et celui des températures de l'air en altitude d'autre part, cette démarche consistant notamment à contrôler les maxima mensuels et leur éventuel écart par rapport aux normes saisonnières (ROUILLER, 1997).

Le recours aux mesures **passives** et à celles **d'urgence** permet donc d'assurer une affectation du sol adéquate par rapport aux risques.

Ces deux types de mesures permettent de réduire le risque de trois façons différentes :

- des **stratégies d'évitement** des zones les plus critiques pourraient être mises en place, en empruntant par exemple, dans la mesure du possible, un autre sentier ;
- la **fermeture** d'un sentier pourrait être décidée en cas de risque trop important ;
- la mise en place d'un **service d'alarme** efficace permettrait, à partir d'un certain seuil de précipitations, d'indiquer un danger imminent.

Le long des itinéraires étudiés, des mesures d'aménagement du territoire et d'urgence devraient être envisagées là où le risque est le plus marqué, soit dans neuf secteurs principaux :

- des mesures d'aménagement ont déjà été effectuées sur le sentier du bivouac du Dolent, notamment dans le secteur **DOL07**, qui a dû être complètement retracé suite à la lave torrentielle de 1990. La mise en place d'un service d'alarme pourrait néanmoins être envisagée pour les secteurs (**DOL02**, **DOL03** et **DOL04**) situés dans la région de l'A Neuve, un chalet ayant été endommagé en 1990. Cette zone compte en effet plusieurs habitations qui pourraient être menacées par un nouvel événement de type Dolent. Un plan d'évacuation du hameau de l'A Neuve devrait ainsi être mis au point, et sa mise en œuvre devrait dépendre d'une appréciation exacte de la situation des écoulements au pied du bastion morainique du glacier du Dolent ;
- le secteur **ANE02** peut être affecté par des laves torrentielles provenant de la Reuse de l'A Neuve et de celle de l'Amône. Des mesures d'aménagement des cours d'eau (curages) ont déjà été effectuées, mais ne suffisent pas à contenir un événement intense<sup>88</sup>. Le risque pour les personnes est élevé car les précipitations extrêmes estivales (et donc une propension accrue aux laves torrentielles) peuvent coïncider avec la période de plus forte affluence. Un **plan d'alarme** devrait être préparé pour les usagers du sentier et les campeurs. Des scénarios d'évacuation prévoyant des **chemins de fuite** sûrs (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997b) devraient également être planifiés pour les occupants du camping, qui sont directement exposés au risque<sup>89</sup> ;
- une mesure d'aménagement simple pourrait être réalisée dans le tronçon **ANE06** : la construction d'une nouvelle passerelle, plus haute et en lieu plus sûr, permettrait en effet de diminuer considérablement le risque ;

---

<sup>88</sup> Les curages effectués en 1996 n'ont en effet pas empêché que les matériaux de la lave torrentielle de 1997 menacent le sentier de la cabane de l'A Neuve et le camping de La Fouly.

<sup>89</sup> Cf. chapitre 6.2.2.1, 7.1.2.2 et 7.2.1.2.

- afin d'éviter des dommages importants suite à un événement comparable à celui du Dolent en 1990, la surveillance permanente du secteur **ANE10**, prédisposé à fournir de grandes quantités de matériaux meubles à des laves torrentielles, devrait être entreprise. Le signe annonciateur de l'événement du Dolent ayant été l'apparition d'écoulements au pied du bastion morainique, une personne formée spécialement devrait donc relever toute nouvelle source et surveiller l'évolution de son débit. L'apparition d'une turbidité excessive pourrait être l'indice d'un événement imminent (LUGON et MONBARON, 1998) ;
- des stratégies de déviation de la zone se trouvant au pied du versant complexe du Treutse Bô pourraient être mises en place. Afin de contourner les secteurs **TMB14** et **TMB18**, soumis à un risque élevé, le passage du sentier en rive droite de la Dranse de Ferret serait possible. L'inconvénient majeur de cette mesure est que le sentier situé sur le versant droit traverse trois torrents, affectés par des processus fluviaux très actifs. La mise en œuvre d'un plan d'alarme semble donc la meilleure solution : à partir d'un seuil critique de précipitations, la fermeture du sentier pourrait ainsi être exigée ;
- **TMB28** présente un risque élevé : ce secteur est en effet affecté régulièrement par des laves torrentielles issues du torrent du Merdenson. En cas de fortes précipitations, une déviation empruntant la route cantonale reliant La Fouly à Ferret devrait être installée pour éviter ce tronçon risqué, qui serait momentanément fermé ;
- le secteur **TMB32**, se trouvant en amont de Ferret, est affecté presque chaque année par une lave torrentielle dommageable issue soit du torrent de Ferret, soit de celui des Ars. Une stratégie d'évitement pourrait également être réalisée en empruntant un sentier situé en rive gauche entre Ferret (1700 m) et l'alpage de la Peule (2071 m). La mise en place d'un système d'alarme dans le tronçon TMB32 devrait être cependant effectuée, la route cantonale traversant cette zone très risquée. Ainsi, au-dessus d'un seuil critique de précipitations, la route devrait être fermée temporairement.

Afin de tenir compte des modifications pouvant intervenir dans un secteur, une **mise à jour** régulière du cadastre des événements liés aux processus fluviaux du Val Ferret est également nécessaire pour continuer à inventorier les secteurs les plus dangereux, et donc pour actualiser les cartes du danger et du risque géomorphologique.

Des mesures de protection active, sous la forme d'un **balisage spécifique** du risque ainsi que de panneaux indiquant les zones les plus vulnérables, devraient aussi être envisagés le long des itinéraires pédestres<sup>90</sup>.

### 8.2.2 Recommandations et mesures concernant les risques liés aux processus gravitaires

Les risques liés aux processus gravitaires sont moins fréquents que ceux causés par les laves torrentielles le long des quatre itinéraires. Contrairement à ces processus fluviaux, qui sont des événements périodiques, les mouvements gravitaires ne sont en effet, la plupart du temps, **pas des processus répétitifs** (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997b). Les processus gravitaires

---

<sup>90</sup> Cf. chapitre 8.2.4.

(chute de pierres et de blocs, éboulement et écroulement) se produisent généralement de façon rapide et brutale et sont donc principalement caractérisés par leur **soudaineté**. Les dommages résultant des mouvements gravitaires peuvent donc avoir des conséquences potentiellement désastreuses sur les usagers des sentiers pédestres.

Trois types de mesures permettent de réduire le risque lié à ces processus gravitaires :

- les **mesures techniques habituelles de protection** (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997b) correspondent à des ouvrages ponctuels ou à l'installation de filets de protection contre les chutes de blocs. Ces deux types de mesures semblent toutefois inappropriées, les zones affectées ne donnant lieu qu'à une faible concentration de biens de valeur. D'autres mesures de protection consistent à traiter le problème à la source en purgeant les parois rocheuses les plus instables, en dynamitant les panneaux rocheux instables ou en construisant des digues d'interception ou de déviation. Ces trois dernières mesures semblent celles qui paraissent le plus applicables pour la protection des itinéraires pédestres dans le Val Ferret ;
- les **mesures biologiques de protection** concernant le versant (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997b) sont extrêmement importantes. La forêt joue en effet un rôle déterminant dans la stabilité des versants : en cas de chutes de pierres ou d'éboulement, elle permet de réduire fortement l'énergie cinétique de la plupart des blocs lors de leurs chocs contre les arbres. L'effet des forêts protectrices dépend toutefois de leur état et de leur développement, les effets anthropiques (déboisement, entretien insuffisant des forêts) contribuant à déstabiliser les versants. L'**entretien** et le **reboisement** des forêts protectrices est ainsi primordial. Les couloirs à avalanche situés dans la forêt des Planereuses, traversés par l'itinéraire du TMB dans les secteurs TMB07\_Da, TMB08\_Da, TMB09\_Da et TMB10\_Da, devraient être, dans la mesure du possible, reboisés, les pierres s'ébouillant la plupart du temps dans ces goulets ;
- les mesures de protection préventives ne permettant pas d'écarter tous les risques, la mise en œuvre de systèmes d'alerte et de dispositifs d'alarme adéquats est parfois essentielle. Les **mesures d'urgence** sont donc prises en présence d'un danger imminent.

Divers événements, comme les éboulements de Randa (VS) en 1991, montrent que les dangers dus aux mouvements gravitaires ne peuvent souvent pas être maîtrisés uniquement par des mesures de protection constructives ou de sécurité : l'utilisation du sol doit ainsi principalement **s'adapter** aux données naturelles (OFAT, OFEE, OFEFP et 1997b).

Lors de l'établissement de la carte du danger géomorphologique, les processus gravitaires ont été évalués selon les dépôts observés au pied des parois rocheuses, ce qui n'est généralement pas suffisant (OFAT, OFEE, OFEFP et 1997b) : en effet, une évaluation des mécanismes de déclenchement dans la zone d'arrachement est indispensable. L'estimation du volume des matériaux rocheux qui présente un danger potentiel d'éboulement n'est possible qu'au moyen **d'études détaillées** du massif rocheux. Ces études comprennent une analyse approfondie de l'orientation spatiale des principales discontinuités, du degré d'altération de la paroi, ainsi que du volume probable des compartiments instables et de la taille des blocs.

Le long des itinéraires étudiés, de telles études devraient être entreprises dans quatre secteurs principaux :

- sur le chemin du TMB, les tronçons situés au pied de la face E du Treutse Bô (2917 m) peuvent être affectés par des éboulements de grande envergure. L'étude détaillée de ce versant instable permettrait de planifier des mesures techniques, biologiques ou d'urgences pour protéger les secteurs TMB15, TMB16 et TMB17. Dans un premier temps, l'entretien et le reboisement de la forêt de Malalui devraient être entrepris, puis, suite à l'analyse rigoureuse du massif, le dynamitage des panneaux rocheux critiques, la construction de digues d'interception ou la mise en place d'un dispositif d'alarme devraient être envisagés ;
- deux secteurs (SAL04 et SAL06) du sentier de la cabane de Saleina sont particulièrement affectés par des mouvements gravitaires se déclenchant à partir du Petit (2699 m) et du Grand (2806 m) Clocher des Planereuses. La zone, très escarpée, ne permet la réalisation d'aucune mesure technique de protection. Le meilleur moyen est donc la mise en œuvre d'observations périodiques, ainsi qu'une surveillance accrue des escarpements rocheux les plus instables ;
- le tronçon ANE08, faisant partie du chemin menant à la cabane de l'A Neuve, présente un risque élevé, étant directement affecté par des chutes de pierres et de blocs provenant de l'Arête des Six Niers (3045 m ; 2967 m ; 3024 m ; 2991 m ; 2943 m ; 2836 m). L'analyse des escarpements rocheux les plus vulnérables et la mise en œuvre d'inspections périodiques devraient permettre d'avoir une vision optimale de ce versant instable ;
- l'itinéraire menant au bivouac du Dolent est affecté par des chutes de pierres et de blocs provenant de la Maye (2637 m) dans le secteur DOL06. L'étude des panneaux rocheux instables et des observations régulières concernant l'activité des chutes de pierres semblent le meilleur moyen d'évaluation.

La dynamique des versants instables doit ainsi être **périodiquement évaluée** en tenant compte des changements intervenus (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997b). Le temps nécessaire pour donner l'alerte en cas de rupture est en effet si peu important qu'il ne permet pratiquement aucune réaction. Les chutes de pierres et de blocs surviennent soudainement : le temps d'alerte est donc court à très court. Par contre, les signes annonciateurs d'un éboulement sont nombreux et surviennent souvent quelques jours ou semaines à l'avance : ils se manifestent par un accroissement d'activité des chutes de blocs ou de pierres. Des mesures d'urgence (surveillance, système d'alarme, moyens techniques) peuvent ainsi être mises en place. En cas de risque extrêmement élevé de rupture, la circulation des personnes devrait être empêchée dans le secteur classé en zone de risque élevé, un tel événement se déroulant en effet si vite qu'il ne laisse aucune possibilité de fuite (OFAT, OFEE et OFEFP, 1997b).

**L'établissement d'un cadastre des événements liés aux processus gravitaires** dans le Val Ferret, comparable à celui existant déjà sur les événements fluviaux, devrait aussi être créé. Il permettrait de répertorier tous les événements, même les plus insignifiants, affectant les itinéraires pédestres, et servirait de données de base pour le renouvellement des cartes du danger et du risque géomorphologique.

Un **balisage spécifique** du risque ainsi que des panneaux signalisant les zones les plus vulnérables devraient aussi être envisagés le long des itinéraires pédestres<sup>91</sup>.

### 8.2.3 Recommandations et mesures concernant les risques liés à la difficulté des sentiers

La morphologie des sentiers<sup>92</sup> induit de nombreuses difficultés le long des itinéraires étudiés dans le Val Ferret. Le risque causé par les éléments structuraux est particulièrement élevé dans quatre secteurs, **DOL03\_Di**, **ANE03\_Di**, **ANE05\_Di** et **SAL02\_Di**. Ces tronçons, très difficiles à extrêmement difficiles, sont équipés de diverses structures de protection et nécessitent un entretien périodique afin de vérifier leur état.

Plus généralement, un **entretien minutieux et régulier** des sentiers est indispensable : un contrôle des structures de protection (échelles et chaînes) et de l'état général du chemin devrait être effectué très fréquemment. Le rétablissement des passages abîmés par les laves torrentielles ou touchés par des chutes de pierres pourrait ainsi être constamment entrepris : chaque dommage signalé pourrait de plus être intégré dans le cadastre des événements.

### 8.2.4 Recommandations et mesures concernant le balisage des sentiers

La signalisation des chemins de randonnée pédestre contribue actuellement à assurer un réseau attrayant et interconnecté (OFROU, 2007) et permet aux usagers d'avoir une perception consciente de la difficulté des sentiers. Afin de répondre aux critères de sécurité édictés dans la LCPR (RS 701)<sup>93</sup> et dans la LALCPR (RS 704.1)<sup>94</sup>, un balisage spécifique des secteurs ou itinéraires à risque devrait être mis en place.

En effet, le balisage existant **ne prend en compte que la difficulté et non les dangers géomorphologiques** affectant les sentiers pédestres. La difficulté des quatre itinéraires est en effet bien mise en évidence (OFROU, 2007) par la couleur jaune, qui correspond aux chemins de randonnée (TMB), par le blanc-rouge-blanc, qui coïncide avec les chemins de randonnée en montagne (Dolent et A Neuve) et le blanc-bleu-blanc, qui se rapporte aux chemins de randonnée alpine (Saleina).

Afin de réduire le risque le long des itinéraires pédestres, la **mise en œuvre d'une signalisation uniforme et efficace** de la difficulté et des dangers géomorphologiques affectant les sentiers devrait être projetée. Des recommandations sont ainsi prescrites pour chaque sentier :

- Sentier du Tour du Mont-Blanc

Le chemin du Tour du Mont-Blanc, ne comportant pratiquement que des secteurs faciles à peu difficiles, présente des dangers élevés qui impliquent un fort risque pour les touristes le long de cinq secteurs (TMB14, TMB16, TMB18, TMB28 et TMB32).

---

<sup>91</sup> Cf. chapitre 8.2.4.

<sup>92</sup> Cf. chapitre 6.1.

<sup>93</sup> Cf. art. 6, al. 1, lit b.

<sup>94</sup> Cf. art. 11.

Le balisage, qui reflète seulement la difficulté, est jaune entre Issert (1055 m) et l'alpage de la Peule (2071 m), et blanc-rouge-blanc de ce dernier alpage au Grand Col Ferret (2537 m). Les tronçons les plus risqués, situés entre Branche d'en Haut et l'alpage des Ars, sont donc représentés en jaune. Ceux-ci devraient être réévalués par secteurs et pourraient être balisés différemment, permettant d'indiquer un risque particulier.

Le balisage de tous les processus géomorphologiques affectant cet itinéraire devrait ainsi être entrepris. Plusieurs secteurs, comme TMB03 (fig. 55 et 70), TMB05 (fig. 56, 57 et 71), TMB12 et TMB22, signalent déjà certains dangers. De nouveaux signaux de danger devraient donc être placés avant la zone risquée, afin d'inciter les randonneurs à respecter un certain comportement. Ces signaux ont ainsi un caractère de recommandation et peuvent être utilisés sans autorisation administrative (OFROU, 2007).



Figure 70 : Exemples de signaux de dangers (OFROU, 2007).

Des panneaux similaires à ceux signalant le risque lié aux installations hydro-électriques (fig. 71) pourraient en outre être créés : une brève explication de chaque processus (fluviaux et gravitaires), illustrée par une carte géomorphologique et des photographies, permettrait d'exposer les risques encourus par les usagers. La connaissance, même sommaire, des situations qui influencent la vulnérabilité des randonneurs, pourrait rendre les touristes les moins expérimentés plus conscients des risques qui les menacent.



Figure 71 : Exemple d'un panneau illustrant précisément les dangers liés aux installations hydro-électriques.

Des interdictions de passage de courte durée pourraient enfin être placées avant ou suite à des dangers naturels dommageables<sup>95</sup>.

- Sentier de la cabane de Saleina

Des panneaux d'information pour les chemins de randonnée alpine informent en quatre langues (fig. 72) les randonneurs sur les exigences caractéristiques imposées aux usagers de ces chemins de randonnée alpine.

Ces panneaux indiquent les **difficultés** particulières du sentier (tronçons d'escalade), l'**équipement** spécifique à avoir et rendent les randonneurs vigilants des **conditions météorologiques**, qui peuvent rendre les sentiers glissants et donc encore plus dangereux. La **responsabilité** et l'**expérience** des marcheurs sont aussi engagées (usage à son propre risque ; uniquement pour les randonneurs qui ont le pied ferme, ne souffrent pas de vertige et ont une expérience de la montagne).

<sup>95</sup> Cf. chapitre 8.2.4, signaux spécifiques (fig. 73).

Ces panneaux (fig. 72), qui devraient être **impérativement** implanté au début du premier secteur du chemin de randonnée alpine et, de préférence, aussi au point de départ de l'itinéraire de randonnée alpine (OFROU, 2007), ne font toutefois aucune mention du danger lié aux processus géomorphologiques : une brève description des dynamiques actives qui induisent un certain risque pour les randonneurs devrait être réalisée. L'insertion d'une carte du risque géomorphologique pourrait aussi sensibiliser les touristes empruntant ce type de sentiers.

Il est finalement nécessaire de relever qu'**aucun panneau** d'information ne figure au départ de l'itinéraire menant à la cabane de Saleina. Ce manquement pourrait être préjudiciable, car les usagers ne connaissent pas forcément la signification du balisage blanc-bleu-blanc : certains touristes pourraient donc s'aventurer le long de cet itinéraire et se retrouver bloqués voire même victimes d'un accident.



Figure 72 : Panneau d'information pour les chemins de randonnée alpine (OFROU, 2007).

- Sentier du bivouac du Dolent et de la cabane de l'A Neuve

Ces deux sentiers, balisés blanc-rouge-blanc, comportent de nombreux secteurs risqués. Des panneaux d'information, identiques à ceux existant pour les chemins de randonnée alpine (fig. 72), devraient également être créés pour les chemins de randonnée en montagne les plus exigeants. Installés au point de départ de chaque itinéraire, ils permettraient d'informer, en plusieurs langues, les randonneurs sur les exigences caractéristiques imposées aux usagers de ces chemins.

Ces panneaux devraient donc signaler autant les **difficultés** particulières du sentier que les **dangers** liés aux processus géomorphologiques. Des recommandations concernant la **responsabilité** (usage à son propre risque) et l'**expérience** (de préférence pour les randonneurs expérimentés qui ont le pied ferme et ne souffrant pas de vertige) des marcheurs devraient aussi être préconisées.

Le balisage actuel, qui ne tient compte que de la difficulté, pourrait enfin être réévalué pour le sentier d'accès au bivouac du Dolent. En effet, un balisage blanc-bleu-blanc sensibiliserait peut-être plus les touristes sur les difficultés (secteur DOL03\_Di, extrêmement difficile) et les risques que comporte ce sentier.

- Signaux spécifiques et cartes des risques

Des signaux d'**indication**, mettant en garde les usagers sur les difficultés ou les dangers les menaçant, pourraient de plus être installés avant les zones risquées. Ils recommanderaient par exemple aux touristes de ne pas quitter le chemin (risque de chute),



ou encore de ne pas stationner dans un secteur potentiellement soumis à des dynamiques géomorphologiques actives (laves torrentielles ou chutes de pierres).

Finalement, des signaux de **prescription** (fig. 73) devraient être placés si la fermeture du sentier était nécessaire suite à des dangers naturels. Ces interdictions de passage, de courte durée, permettraient ainsi d'évaluer la situation et de rétablir les passages endommagés.

La création de **brochures informatives** et de **cartes géotouristiques** (BRANDOLINI et al., 2007 ; PELFINI et al., 2007) pour les usagers, présentant les difficultés et les dangers présents le long des itinéraires, permettraient de sensibiliser activement les randonneurs des risques les menaçant.



**Figure 73** : Signal de prescription (OFROU, 2007).



## **9. SYNTHÈSE ET CONCLUSION**

---



## 9.1 Synthèse

L'étude préliminaire des quatre sentiers pédestres situés dans le Val Ferret permet d'ouvrir des fenêtres sur un certain nombre de **perspectives futures**. Une synthèse des principaux éléments à retenir, ayant trait aux trois questions de recherche développées dans la problématique<sup>97</sup>, peut ainsi être formulée.

### 9.1.1 Quels sont les impacts des processus géomorphologiques sur les sentiers pédestres ?

Les dynamiques géomorphologiques, qui façonnent encore aujourd'hui les paysages alpins, peuvent induire des effets considérables sur les installations publiques ou certaines activités pratiquées par l'homme, comme la randonnée pédestre. L'interaction entre le domaine touristique et les dangers naturels devient ainsi une problématique fondamentale pour les responsables des communes de montagne. En effet, l'incertitude liée à l'évolution future des dangers naturels et à l'occurrence d'événements extrêmes sont des interrogations importantes qui nécessitent des décisions spécifiques, afin de minimiser notamment le risque encouru par les touristes.

Ce travail a ainsi permis de montrer d'incontestables impacts **des dynamiques géomorphologiques sur les itinéraires pédestres**, qui sont souvent situés dans des zones escarpées et sensibles. Dans le Val Ferret, deux processus principaux engendrent des risques pour les usagers : les processus fluviaux et les mouvements gravitaires. Leurs impacts le long des quatre sentiers étudiés sont nombreux, puisque neuf secteurs présentent un risque élevé lié aux laves torrentielles, et quatre autres tronçons sont soumis à des chutes de pierres ou à des éboulements, impliquant un fort risque pour les randonneurs.

Bien que ces deux processus affectant les sentiers pédestres soient les plus fréquents dans les Alpes, d'autres dynamiques géomorphologiques peuvent également engendrer des risques pour les touristes. Des itinéraires sont en effet susceptibles de subir des dommages liés aux processus glaciaires ou périglaciaires : l'exemple de **l'itinéraire de la Combe des Fonds**, dans le Val Ferret, démontre que cette problématique n'est pas nouvelle. Le sentier a en effet été fermé en 1967 à cause de chutes de séracs très régulières provenant du glacier du Dolent (RAYMOND et al., 2003), qui impliquaient une menace trop importante pour les randonneurs.



**Figure 74 :** Le chemin traversant la Combe des Fonds a été fermé en raison des dangers liés aux processus glaciaires.

<sup>97</sup> Cf. chapitre 2.2, Objectifs du travail.

Les impacts des dynamiques géomorphologiques sur les itinéraires pédestres pourraient même devenir encore plus préoccupants si une intensification de ces processus, découlant du réchauffement climatique, se confirmait. Des accidents, comme celui survenu le 11 juillet 2006 dans la région du glacier du Vadret da l'Alp Ota, dans les Grisons, pourraient devenir plus fréquents : lors d'une belle journée d'été **sans précipitations**, une touriste marchant sur un itinéraire pédestre balisé a en effet été tuée par une lave torrentielle, qui a également endommagé deux autres sentiers<sup>98</sup>.

L'établissement d'un cadastre précis des événements affectant les sentiers pédestres, la mise en place d'un balisage spécifique signalant les zones les plus risquées, ainsi que des observations régulières et périodiques des itinéraires semblent ainsi les meilleurs moyens, actuellement, de permettre une circulation libre et si possible sans danger le long de ces chemins.

### 9.1.2 Dans quelle mesure la géomorphologie influence-t-elle la vulnérabilité des touristes sur les itinéraires pédestres ?

La géomorphologie est une des composantes majeures des paysages alpins. Les itinéraires pédestres cheminant dans les environnements montagneux sont souvent escarpés et dangereux, ce qui contribue à augmenter le risque pour des randonneurs peu expérimentés. L'étude de la difficulté des sentiers du Val Ferret a montré que plusieurs tronçons présentaient des **difficultés** particulièrement importantes (fig. 75). Il en ressort que la difficulté de certains secteurs (DOL03\_Di, ANE03\_Di, ANE05\_Di et SAL02\_Di) contribue fortement à créer des risques élevés pour les randonneurs, et donc à augmenter leur vulnérabilité.

L'évaluation des éléments morphologiques et structuraux présents le long des itinéraires pédestres est essentielle pour estimer le risque encouru par les randonneurs. Cette méthode **novatrice** (BRANDOLINI et al., 2007), qui a nécessité quelques adaptations dans le cadre de ce mémoire, donne ainsi une place importante aux caractéristiques des sentiers. Elle constitue donc une nouveauté dans le domaine des études sur le risque géomorphologique, car elle s'intéresse au rapport entre les éléments géomorphologiques dangereux et le tourisme, qui représente un aspect particulier de la vulnérabilité (BRANDOLINI et al., 2007).



**Figure 75 :** La difficulté du secteur SAL02\_Di est très importante.

Afin de garantir la circulation la plus sûre possible, un entretien régulier des sentiers pédestres, ainsi que le respect des directives sur la signalisation des chemins de randonnée pédestre

---

<sup>98</sup> Cf. <http://glaciology.ethz.ch/inventar/news/news20060717.html>.

(OFROU, 2007) sont primordiaux. La mise en place des panneaux d'information existants pour les chemins de randonnée alpine (fig. 72) et la création de panneaux identiques pour les chemins balisés blanc-rouge-blanc doivent contribuer à sensibiliser les randonneurs sur les difficultés, les dangers et le niveau requis (piéton, piéton expérimenté ou randonneur alpin) pour effectuer de telles randonnées.

### 9.1.3 Quels sont les moyens qui permettraient aux touristes empruntant les itinéraires pédestres d'avoir une meilleure connaissance des processus géomorphologiques ?

La connaissance insuffisante des dynamiques géomorphologiques locales peut générer des accidents. La création de brochures informatives et de cartes géotouristiques permettrait aux randonneurs d'avoir une meilleure perception des risques qui les menacent. En effet, une compréhension, même partielle, des phénomènes d'instabilité et des situations influençant la vulnérabilité des touristes contribueraient à une **mitigation** du risque (BRANDOLINI et al., 2007) sur les chemins pédestres. Toutefois, une meilleure perception des risques, une sécurité des éventuels itinéraires menacés au moyen de mesures d'aménagement du territoire, une adaptation optimale à la situation de risque et une prévention efficace des catastrophes ne sont applicables que si tous les acteurs concernés sont informés de la situation et des possibilités d'action (BADER et KUNZ, 1998).

La **divulgarion** des résultats est donc essentielle afin de sensibiliser les touristes sur les situations de risque qui les menacent. Un balisage adéquat, la création de panneaux illustrant et expliquant les différents dangers, et l'installation de signaux de danger (fig. 70) dans les zones les plus problématiques paraissent les moyens de prévention les plus efficaces. Les **recommandations** formulées sur les tronçons les plus dangereux pourraient ainsi avertir les touristes des dangers possibles, ce qui les rendrait attentifs et surtout **responsables** des précautions nécessaires à prendre en vue d'éviter des risques inutiles.

Finalement, l'intégration dans un environnement SIG des différentes informations récoltées sur le terrain (difficulté et danger géomorphologique) permettrait de stocker, combiner et superposer les données : l'établissement d'une **base de données** complète, facilitant la mise à jour et l'utilisation des données par de nombreux usagers, allant du service responsable de l'aménagement du territoire au simple randonneur, permettrait de gérer décemment les risques.

## 9.2 Conclusion

La campagne de prévention lancée au début de l'été 2007 dans plusieurs journaux suisses<sup>99</sup> démontre que la problématique soulevée dans ce mémoire est d'actualité. Cette préoccupation pourrait même devenir **centrale** dans les années futures en raison du réchauffement global de la planète, les aspects climatiques jouant en effet un rôle essentiel pour le tourisme alpin (OcCC, 2007). Même s'il ne s'agit que d'une petite contribution à la thématique transversale tourisme –

---

<sup>99</sup> Cf. chapitre 1 : articles parus notamment dans le Temps et le Nouvelliste.

géomorphologie, concernée elle-même par la problématique du réchauffement climatique, cette étude a démontré la nécessité des investigations sur le terrain pour définir les zones touristiques les plus vulnérables.

Le canton du Valais, dont une grande partie du territoire est soumise à des dangers naturels importants, compte l'un des réseaux de chemins de randonnée pédestre les plus développés de Suisse. Avec ses 8058 km, dont 2661 constituent des chemins de randonnée alpine<sup>100</sup>, le réseau valaisan est directement exposé à des dommages potentiels importants. L'influence des dynamiques géomorphologiques sur les sentiers pédestres a permis de mettre en évidence le besoin de développer de nouveaux moyens permettant de **faire connaître le risque** aux touristes : la mise en œuvre de moyens de communication **clairs, uniformes et efficaces**, exige ainsi une participation de tous les acteurs concernés, au niveau communal, cantonal mais aussi fédéral, la protection des voies de communication (routes et itinéraires pédestres) et d'autres infrastructures (habitations et campings, notamment) contre les dangers naturels demandant un **effort considérable et coûteux** (OcCC, 2007).

A partir de la méthode novatrice développée par BRANDOLINI et al. (2007), les objectifs de cette étude étaient d'évaluer les impacts des processus géomorphologiques sur les risques

encourus par les touristes qui empruntent les sentiers pédestres. Même si ce travail de recherche a été source de nombreux petits problèmes divers, il a surtout été pour moi synonyme de découvertes et d'enrichissement. L'élaboration de ce mémoire m'a en effet permis de remarquer, par la consultation des randonneurs empruntant les différents sentiers étudiés, qu'une grande partie des touristes avait une connaissance très sommaire, voire même totalement insignifiante, de l'environnement dans lequel ils se trouvaient. L'exemple le plus marquant a été la rencontre de deux randonneurs âgés, qui, piégés par un violent orage le 21 juillet 2007 en fin d'après-midi, avaient failli être emportés par une lave torrentielle issue du torrent de Ferret. Ces personnes n'avaient aucune connaissance des risques liés à cette zone, ce qui démontre bien le besoin accru de développer de nouvelles méthodes permettant de signaler le risque géomorphologique.



**Figure 76 :** *Torrent de Ferret le 21 juillet 2007, quelques minutes après le passage d'une lave torrentielle.*

Les conséquences du réchauffement climatique sont déjà discernables dans les Alpes. Augmentant non seulement les dangers, comme le long des itinéraires pédestres, elles contribuent également à modifier notablement le paysage, avec le fort recul des glaciers observé depuis

---

<sup>100</sup> Selon les chiffres de Suisse Rando, 2006.



plusieurs années (OcCC, 2007). Le développement **de nouvelles recherches méthodologiques** dans les domaines de la géomorphologie et du développement touristique semble donc primordial, afin de mieux cerner les risques engendrés par les dynamiques géomorphologiques dans les aires touristiques d'une part, et pour mieux connaître, d'autre part, les conséquences de ces bouleversements sur l'attractivité des régions touristiques alpines.



## **10. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET RÉPERTOIRE DES ABRÉVIATIONS**

---



## 10.1 Références bibliographiques

- BADER S. et KUNZ P. (1998), Climat et risques naturels – La Suisse en mouvement. Rapport scientifique final du Programme National de Recherche « *Changements climatiques et Catastrophes naturelle* », PNR 31, vdf Hochschulverlag, ETHZ.
- BANZHAF B. R. (2005), Les risques de la randonnée pédestre, *Les Alpes*, 04/2005, 22-24.
- BENISTON M. et HAEBERLI W. (2001), Sensitivity of mountain regions to climatic change. In: LOZAN J. L., GRASSL H. et HUPFER P. (Eds.), *Climate of the 21st Century : Changes and Risks*. GEO Publications, Hamburg, 237-244.
- BENISTON M. (2003), Climatic change in mountain regions : a review of possible impacts. *Climatic Change*, 59, 5-31.
- BENISTON M. (2005a), Mountain climates and climatic change : an overview of processes focusing on the European Alps. *Pure and Applied Geophysics*, 162 (8-9), 1587-1606.
- BENISTON M. (2005b), The risks associated with climatic change in mountain regions. In: HUBER U. M., BUGMANN H. K. M. et REASONER M. A. (Eds.), *Global change and mountain regions : an overview of current knowledge*. “Advances in Global Change Research”, (Editor-in-Chief : M. Beniston, Fribourg, Switzerland). Springer Publishers, Dordrecht, 511-519.
- BENISTON M. (2007a), Linking extreme climate events and economic impacts : examples from the Swiss Alps. *Energy Policy*, 35, 5384-5392.
- BENISTON, M. (2007b), Extreme climatic events and their impacts : examples from the Swiss Alps. In : DIAZ H. F., et MURNANE R. (Eds.), *Assessing, modeling and monitoring the impacts of extreme climate events*. Cambridge University Press, Cambridge, accepté.
- BENISTON M., STEPHENSON D. B., CHRISTENSEN O. B., FERRO C. A. T., FREI C., GOYETTE S., HALSNAES K., HOLT T., JYLHÛ K., KOFFI B., PALUTIKOFF J., SCHÖLL R., SEMMLER T. et WOTH K. (2007), Future extreme events in European climate : an exploration of Regional Climate Model projections. *Climatic Change*, 81, 71-95.
- BOURDEAU P. (2006), *La montagne, terrain de jeu et d'enjeux : débats pour l'avenir de l'alpinisme et des sports de nature*, L'Argentière La Bessée, Éditions du Fournel, 208 p.
- BRANDOLINI P., FARABOLLINI P., MOTTA L., MOTTA M., PAMBIANCHI G., PELFINI M. et PICCAZZO M. (2004), Geomorphologic hazards along tourist itineraries: some examples from Italy territory. *Proceedings 32<sup>o</sup> International Geological Congress*, Florence 20-28/8/2004, part 1: 743-744 (abstract).

- BRANDOLINI P., FACCINI F. et PICCAZZO M. (2006), Geomorphological hazard and tourist vulnerability along Portofino Park trails (Italy), *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 6, 563-571.
- BRANDOLINI P., FARABOLLINI P., MOTTA M., PAMBIANCHI G., PELFINI M. et PICCAZZO M. (2007), La valutazione della pericolosità geomorfologica in aree turistiche. In PICCAZZO M., BRANDOLINI P. et PELFINI M. (a cura di), *Clima e rischio geomorfologico in aree turistiche*, Pàtron Editore, Bologna, 11-27, ISBN 978-88-555-2930-3.
- BUHEL P. (2002), Statistiques des nuitées 2000/2001 : légère reprise, *Les Alpes*, 04/2002, 36-37.
- BUHEL P. (2003), Statistiques des nuitées 2001/2002 : année internationale de la montagne – année des cabanes, *Les Alpes*, 04/2003, 43-45.
- BURRI M. (1974), Histoire et préhistoire glaciaire des vallées des Drances (Valais). *Eclogae geol. Helv.*, 67/1, 135-154.
- BURRI M., FRICKER P., GRASMUCK K., MARRO C. et OULIANOFF N. (1992), *Atlas géologique de la Suisse 1 : 25'000, feuille 91 de l'Atlas : 1345 Orsières*. Berne, Service hydrologique et géologique national.
- BURRI M. et MARRO C. (1993), *Atlas géologique de la Suisse 1 : 25'000, feuille 91 de l'Atlas : 1345 Orsières. Notice explicative*. Berne, Service hydrologique et géologique national.
- CIPRA (1985), *Le tourisme doux : slogan ou bienfait pour l'espace alpin ?*, Rapport final de l'assemblée annuelle de la CIPRA les 5 / 6 octobre 1984 à Coire / Suisse, Vaduz, 341 p.
- CIPRA (2005), *Changement du climat – Hot Spot Alpes*, Schaan, 12 p.
- CIPRA (2006), *Le climat et les Alpes en mutation : tourisme et aménagement du territoire sous le stress météorologique*, Schaan, 12 p.
- DEBARBIEUX B. (1995), *Tourisme et montagne*, Paris, Economica, 107 p.
- DELALOYE R. et MORAND S. (1997), *Du Val Ferret au Grand-Combin (Alpes Valaisannes): inventaire des glaciers rocheux et analyse spatiale du pergélisol à l'aide d'un système d'information géographique (IDRISI)*. Travail de diplôme, Institut de Géographie, Université de Fribourg, (non publié).
- DEMOUNEM R. (2007), *Les risques naturels majeurs*, Paris, Eska, 6 p.
- GENTIZON C., BAUD M., HOLZMANN C., LAMBIEL C., REYNARD E. et SCHOENEICH P. (2001), GIS and geomorphological mapping as management tools in alpine periglacial areas. In BUCHROITHNER M. (Ed.), *High Mountain Cartography 2000, Grossglockner – Austria*. Proceedings, Dresden, 215-228.

- GERTSCH S. et KAISER K. (2001), *Avalanches : une approche géographique. Modification du paysage par les avalanches dans le Lötschental entre 1850 et 2000*. Mémoire de licence, Institut de géographie, Université de Lausanne, 100 p., non publié.
- HAEBERLI W. et BENISTON M. (1998), Climate change and its impacts on glaciers and permafrost in the Alps. *Ambio*, 27, 258-265.
- HOLZMANN C., REYNARD E., LAMBIEL C. et PHILLIPS M. (2005), *Légende géomorphologique de l'IGUL et Guide pratique pour le levé de cartes géomorphologiques*. Institut de Géographie, Université de Lausanne, 33 p.
- ISDR (2004), *Living with Risk : global review of disaster reduction initiatives*, United Nations, International Strategy for Disaster Reduction, 588 p.
- LAMBIEL C. et REYNARD E. (2002), Cartographie de la distribution du pergélisol et datation des glaciers rocheux dans la région du Mont Gelé (Valais). *Physische Geographie*, vol. 41, 91-104.
- LAMBIEL C. et REYNARD E. (2003), Impacts du développement d'un domaine skiable sur la morphologie glaciaire et périglaciaire : le cas de Verbier (Valais, Suisse). In REYNARD E. et al. (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, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 19-23.
- LAMBIEL C. (2006), *Le pergélisol dans les terrains sédimentaires à forte déclivité : distribution, régime thermique et instabilités*. Travaux et recherches n° 33, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 260 p.
- LEFEVRE C. et SCHNEIDER J.-L. (2002), *Les risques naturels majeurs*, Paris, Contemporary Publishing International, 306 p.
- LEWIN J. et WARBURTON J. (1994), Debris flows in an Alpine environment. *Geography : Journal of the Geographical Association*, 343, 98-107.
- LUGON R. et MONBARON M. (1998), *Stabilité des terrains meubles en zone de pergélisol et changements climatiques. Deux études de cas en Valais : le Ritigraben (Mattertal) et la moraine du Dolent (Val Ferret)*, Rapport final PNR 31, vdf Hochschulverlag.
- LUGON R., VONDER MÜHLL D. et GARDAZ J.-M. (2000), La lave torrentielle de la moraine du glacier du Dolent (Val Ferret, Massif du Mont Blanc, Suisse). In HEGG C., VONDER MÜHLL D. (Hrsg.) : *Beiträge zur Geomorphologie. Proceedings der Fachtagung des Schweizerischen Geomorphologischen Gesellschaft vom 8. – 10 Juli 1999 in Bramois (Kt. Wallis)*. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, 29-36.
- LUTHI B. (2004), Statistiques des nuitées des cabanes du CAS en 2003 : l'année des records, *Les Alpes*, 04/2004, 43-45.

- LUTHI B. (2005), Statistiques 2004 des nuitées dans les cabanes du CAS : les cabanes du CAS bien fréquentées en 2004, *Les Alpes*, 04/2005, 43-45.
- LUTHI B. (2006), Statistiques 2005 des nuitées dans les cabanes du CAS : les cabanes tributaires de la météo, *Les Alpes*, 04/2006, 38-39.
- LUTHI B. (2007), Statistiques 2006 des nuitées en cabane : léger recul, *Les Alpes*, 04/2007, 44-45.
- MICHELET J. (1998), *Etude des risques naturels prévisibles dans la face N-W du Prabé : projet de réfection du bisse du Torrent Neuf*. Levé de terrain n° 293, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 29 p., non publié.
- MICHELET J. (2000), *Tourisme et gestion de la ressource «paysage»: l'exemple de la commune de Nendaz*, Mémoire de licence, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 184 p., non publié.
- MOSIMANN U. (2002), Davantage d'accidents mortels que les années passées, *Les Alpes*, 06/2002, 46-50.
- MOSIMANN U. (2003), Moins d'accidents, moins de morts, *Les Alpes*, 06/2003, 24-29.
- MOSIMANN U. (2004), Davantage d'interventions en raison de la canicule, *Les Alpes*, 05/2004, 28-34.
- MOSIMANN U. (2005), Les accidents de montagne en Suisse en 2004, *Les Alpes*, 05/2005, 52-58.
- MOSIMANN U. (2006), Les accidents de montagne en Suisse en 2005, *Les Alpes*, 05/2006, 28-33.
- MOSIMANN U. (2007), Sauvetage dans les montagnes suisses en 2006 : augmentation des interventions et des décès, *Les Alpes*, 05/2007, 28-33.
- NOVEMBER V., BARBISCH C., PENELAS M., THOMI L. et REYNARD E. (2005), Savoirs et réorganisations de la connaissance sur les risques lors d'épisodes d'inondation en Suisse : deux études de cas à Lully (Genève) et Saillon (Valais). In : *Actes du colloque Développement urbain durable, gestion des ressources, gouvernance, Lausanne, 21-23 septembre 2005*, CD-rom, 7 p.
- OcCC (Organe consultatif sur les changements climatiques) (1998), *La Suisse face au changement climatique. Impacts des précipitations extrêmes. Rapport sur l'état des connaissances*, Berne, 33 p.
- OcCC (Organe consultatif sur les changements climatiques) (2002), *Le climat change, en Suisse aussi. Les points principaux du troisième rapport du GIEC sur l'état des connaissances, du point de vue de la Suisse*. Berne, 46 p.
- OcCC (Organe consultatif sur les changements climatiques) (2003), *Evénements extrêmes et changements climatiques*, Berne, 94 p.



- OcCC (Organe consultatif sur les changements climatiques) (2007), *Les changements climatiques et la Suisse en 2050 : impacts attendus sur l'environnement, la société et l'économie*, Berne, 168 p.
- OFAT, OFEE et OFEFP (1997a), *Prise en compte des dangers dus aux crues dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire*. Recommandations 1997, Dangers naturels, Bienne, 32 p.
- OFAT, OFEE et OFEFP (1997b), *Prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire*. Recommandations 1997, Dangers naturels, Berne, 42 p.
- OFEFP et OFEG (1995), *Légende modulable pour la cartographie des phénomènes*. Recommandations 1995, Dangers naturels, Berne 19 p.
- OFEG (2003), *Instructions pour la représentation des formes quaternaires et autres signes et symboles lors de la mise au net des cartes originales de l'Atlas géologique de la Suisse 1 : 25 000*. Berne : Instructions rédactionnelles pour la minute.
- OFF et IFENA (1984), *Directives pour la prise en considération du danger d'avalanches lors de l'exercice d'activités touchant l'organisation du territoire*, Berne, 21 p.
- OFROU (2007), *Signalisation des chemins de randonnée pédestre : manuel*, Berne, 87 p.
- OULIANOFF N. (1954), Ecoulements de glaces et avalanches de neige. *Bulletin des Laboratoires de Géologie, Minéralogie, Géophysique et du Musée Géologique de l'Université de Lausanne*, 110, 1-7.
- OULIANOFF N. et TRÜMPY R. (1958a), *Atlas géologique de la Suisse 1 : 25'000, feuille 33 de l'Atlas : 1365 Grand-Saint-Bernard*. Berne, Commission Géologique Suisse.
- OULIANOFF N. et TRÜMPY R. (1958b), *Atlas géologique de la Suisse 1 : 25'000, feuille 33 de l'Atlas : 1365 Grand-Saint-Bernard. Notice explicative*. Berne, Commission Géologique Suisse.
- PANIZZA M. (1988), *Geomorfologia applicata*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 342 p.
- PELFINI M., DIOLAIUTI G., SMIRAGLIA C. (2004a), Evoluzione morfologica e modificazioni recenti di un percorso turistico di alta montagna alpina in relazione alla attuale fase di deglaciazione, *Geologia e turismo. Opportunità nell'economia del paesaggio, Secondo Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Geologia e Turismo, Bologna, 3-4.11.2004*, Bologna, Associazione Italiana Geologia e Turismo, 38-41.
- PELFINI M., BOZZONI M., SANTILLI M., TABORELLI U. (2004b), Pericolosità e rischio da debris flow lungo sentieri turistici di alta montagna : censimento e ricostruzione degli eventi storici, *Geologia e turismo. Opportunità nell'economia del paesaggio*,

*Secondo Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Geologia e Turismo, Bologna, 3-4.11.2004*, Bologna, Associazione Italiana Geologia e Turismo, 34-37.

PELFINI M. (2007), Un esempio delle interazioni fra dinamica geomorfologica e frequenza turistica : la rapida evoluzione dei geomorfositi di alta montagna e l'incremento del rischio lungo gli itinerari glaciologici, *Geologia e turismo. Beni geologici e geodiversità, Terzo Congresso Nazionale dell'Associazione Italiana di Geologia e Turismo, Bologna, 1-3.03.2007*, Bologna, Associazione Italiana Geologia e Turismo, 5 p.

PELFINI M., BRANDOLINI P., CARTON A. et PICCAZZO M. con la collaborazione di BOZZONI M., FACCINI F. et ZUCCA F. (2007), *Rappresentazione in carta delle caratteristiche dei sentieri ai fini della mitigazione del rischio geomorfologico*, AIC Bollettino della Associazione Italiana di Cartografia, anno XLIII, n. 126-127-128, aprile-settembre-dicembre 2006, 101-123, ISSN 00449733.

PIERREHUMBERT G. (1998), *L'informatique en cartographie géomorphologique. La région du Schilthorn (Oberland bernois, Suisse)*. Mémoire de licence, Institut de géographie, Université de Lausanne, non publié.

RAYMOND M., WEGMANN M. et FUNK M. (2003), *Inventar gefährlicher Gletscher in der Schweiz*. Mitteilungen Nr. 182 der Versuchsanstalt für Wasserbau (VAW), Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, 368 p.

REBETEZ M. (2002), *La Suisse se réchauffe : effet de serre et changement climatique*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 140 p.

REBETEZ M. et REINHARD M. (2007), Monthly air temperature trends in Switzerland 1901-2000 and 1975-2004, *Theoretical and Applied Climatology*, DOI 10.1007/s00704-007-0296-2.

REY J.-M. et SAAMELI R. (1997), *Intempéries du 24 juillet 1996 dans le secteur Ferret/Chamonix, Analyse globale de l'événement*, CRSFA (Centre de Recherches Scientifiques Fondamentales et Appliquées de Sion), 50 p., non publié.

REYNARD E. (1993), Comparaison de cartes géomorphologiques à différentes échelles : le cas de la vallée de la Morge. In SCHOENEICH P. et REYNARD E. (Eds.), *Cartographie géomorphologique, cartographie des risques. Actes de la Réunion de la Société Suisse de Géomorphologie, 19 au 21 juin 1992 aux Diablerets et à Randa*. Travaux et recherches n° 9, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 25-30.

REYNARD E. et SCHOENEICH P. (1995), *Introduction aux méthodes en géographie physique*. Matériaux pour les cours et séminaires n° 29, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 162 p.

REYNARD E. (2000), *Gestion patrimoniale et intégrée des ressources en eau dans les stations touristiques de montagne : les cas de Crans-Montana-Aminona et Nendaz*

(Valais), Travaux et recherches n° 17, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 2 vol., 371 p. + 98 p.

- REYNARD E. (2001), Aménagement du territoire et gestion de l'eau dans les stations touristiques alpines. Le cas de Crans-Montana-Aminona (Valais, Suisse). *Revue de géographie alpine*, n° 3, 7-19.
- REYNARD E., HOLZMANN C. et GUEX D. (2001), Géomorphologie et tourisme : quelles relations ? In REYNARD E. et al. (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, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 1-9.
- REYNARD E., THOMI L., NOVEMBER V., BARBISCH C. et PENELAS M. (2006), Apprendre par les catastrophes naturelles : le cas des récentes inondations en Suisse. In : *Actes du colloque L'eau en montagne, Megève, 20-22 septembre 2006*, CD-rom, 10 p.
- ROSSET M. (1990), *La Dranse de Ferret, une hydrologie modifiée par les aménagements hydroélectriques, des implications sur les débits et le transport de la charge sédimentaire*. Mémoire de licence, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 120 p., non publié.
- ROUILLER J.-D. (1997), *Avis géologique II : solifluxion de la moraine du Dolent ; Effondrement du 10 juillet 1990*, Rapport du Département des Transports, de l'Équipement et de l'Environnement du canton du Valais pour la commune d'Orsières, (non publié).
- SCHOENEICH P. (1993), Comparaison des systèmes de légendes français, allemand et suisse – principes de la légende IGUL. In SCHOENEICH P. et REYNARD E. (Eds.), *Cartographie géomorphologique, cartographie des risques. Actes de la Réunion de la Société Suisse de Géomorphologie, 19 au 21 juin 1992 aux Diablerets et à Randa*. Travaux et recherches n° 9, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 15-24.
- SCHOENEICH P. (1998), *Le retrait glaciaire dans les vallées des Ormons, de l'Hongrin et de l'Etivaz (Préalpes vaudoises)*. Travaux et recherches n° 14, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 483 p.
- SCHOENEICH P. et BUSSET-HENCHOZ M.-C. (1998), *Les Ormonans et les Leysenouds face aux risques naturels – Représentation des risques naturels et stratégies d'occupation du territoire dans la Vallée des Ormons (Préalpes vaudoises)*. Rapport final PNR 31, vdf Hochschulverlag, ETHZ.
- SCHOENEICH P., REYNARD E. et PIERREHUMBERT G. (1998), Geomorphological mapping in the Swiss Alps and Prealps. In KRIZ K. (Ed.), *Hochgebirgskartographie Silvretta '98*. Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie 11, 145-153.
- SCHOENEICH P. (2005), *Quaternaire*. Matériaux pour les cours et séminaires n° 31, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 4<sup>ème</sup> édition .

- SPICHER A. (1980), *Carte tectonique de la Suisse 1 : 500'000*. Berne, Commission Géologique Suisse.
- STECK A., BIGIOGGERO B., DAL PIAZ G. V., ESCHER A. MARTINOTTI G. et MASSON H. (1999), *Carte tectonique des Alpes de Suisse occidentale et des régions avoisinantes 1 : 100'000 (4 feuilles), feuille 46 : Val de Bagnes*. Carte géologique spéciale n°123-SW. Berne, Service hydrologique et géologique national.
- STECK A., BIGIOGGERO B., DAL PIAZ G. V., ESCHER A. MARTINOTTI G. et MASSON H. (2001), *Carte tectonique des Alpes de Suisse occidentale et des régions avoisinantes 1 : 100'000. Notice explicative*. Carte géologique spéciale n° 123. Berne, Service hydrologique et géologique national.
- SUMMERMATER N. (2002), *La Combe de l'A : une plage de 240 millions d'années au milieu de nos montagnes !*, Mémoire de licence, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 168 p., non publié.
- TENDON J. (1991), *Tourisme et environnement: Contribution à l'étude des possibilités d'introduction d'une variable environnementale dans l'évaluation d'une structure touristique régionale. Approches théoriques, empiriques et normatives*. Mémoire de licence, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 136 p., non publié.
- THELER D. (2003), *Revitalisation et assainissement des cours d'eau en Valais, étude préliminaire dans les bassins versants des trois Dranses*. Mémoire de licence, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 222 p., 2 vol., non publié.
- THELER D. (2004a), Revitalisation et assainissement des cours d'eau en Valais. Etude préliminaire dans les bassins versants des trois Dranses. *Bulletin de l'ARPEA*, 220, 7-19.
- THELER D. (2004b), Revitalisation et assainissement des cours d'eau en Valais. Etude préliminaire dans les bassins versants des trois Dranses. *Bulletin de la Murithienne*, 122, 77-88.
- THELER D. (2006), *Cartographie géomorphologique de la dynamique sédimentaire des bassins versants de montagne*. Projet de thèse, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 13 p., non publié.
- VIVIAN R. (1975), *Les glaciers des Alpes occidentales : étude géographique*, Grenoble, Imprimerie Allier, 513 p.
- VOLKEN M. (2002), Nouvelle échelle des difficultés en randonnée : une cotation plus précises, *Les Alpes*, 04/2002, 41-43.
- WERREN G. (2007), *La géomorphologie face aux activités touristiques sur le plateau structural de Bucegi, Roumanie*. Mémoire de licence, Institut de Géographie, Université de Lausanne, 110 p., non publié.

## 10.2 Répertoire des abréviations

al.	Alinéa
art.	Article
ANEn	Risque géomorphologique sur le tronçon n du sentier de la cabane de l'A Neuve
ANEn_Da	Danger géomorphologique sur le tronçon n du sentier de la cabane de l'A Neuve
ANEn_Di	Difficulté du tronçon n du sentier de la cabane de l'A Neuve
CAS	Club Alpin Suisse
CIPRA	Commission Internationale pour la Protection des Alpes
CRSFA	Centre de Recherches Scientifiques Fondamentales et Appliquées de Sion
CF	Constitution fédérale (RS 101)
CFF	Chemins de fer fédéraux
DOLn	Risque géomorphologique sur le tronçon n du sentier du bivouac du Dolent
DOLn_Da	Danger géomorphologique sur le tronçon n du sentier du bivouac du Dolent
DOLn_Di	Difficulté du tronçon n du sentier du bivouac du Dolent
ESA	Electricité d'Emosson SA ou Emosson SA
FMO	Forces Motrices d'Orsières
IFENA	Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches
IGUL	Institut de Géographie de l'Université de Lausanne
ISDR	International Strategy for Disaster Reduction
km <sup>2</sup>	Kilomètre carré
LALCPR	Loi d'application de la loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (RS 704.1)
LCPR	Loi fédérale du 4 octobre 1985 sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (RS 704)
LCR	Loi fédérale sur la circulation routière (RS 741.01)
LEaux	Loi fédérale du 21 juin 1991 sur la protection des eaux (RS 814.20)
LPE	Loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (RS 814.01)
LPN	Loi fédérale du 1 <sup>er</sup> juillet 1966 sur la protection de la nature et du paysage (RS 451)
m	Mètre
m <sup>2</sup>	Mètre carré
m <sup>3</sup>	Mètre cube
OcCC	Organe consultatif sur les changements climatiques
OFAT	Office fédéral de l'aménagement, du territoire
OFEE	Office fédéral de l'économie, des eaux
OFEG	Office fédéral des eaux et de la géologie
OFEFP	Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage
OFF	Office fédéral des forêts
OFROU	Office fédéral des routes
OLCPR	Ordonnance sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (RS 704.1)
OSR	Ordonnance sur la signalisation routière (RS 741.21)
PAG	Petit Age Glaciaire
RLCPR	Règlement de la loi d'application de la loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (RS 704.100)

SALn	Risque géomorphologique sur le tronçon n du sentier de la cabane de Saleina
SALn_Da	Danger géomorphologique sur le tronçon n du sentier de la cabane de Saleina
SALn_Di	Difficulté du tronçon n du sentier de la cabane de Saleina
SHN	Service Hydrologique National
SIG	Système d'information géographique
TMB	Tour du Mont-Blanc
TMBn	Risque géomorphologique sur le tronçon n du sentier du Tour du Mont-Blanc
TMBn_Da	Danger géomorphologique sur le tronçon n du sentier du Tour du Mont-Blanc
TMBn_Di	Difficulté du tronçon n du sentier du Tour du Mont-Blanc

Itinéraires pédestres et dynamiques géomorphologiques :  
le cas du Val Ferret (VS)

---

Candide Gabioud

Sous la direction du Prof. Emmanuel Reynard



Maîtrise universitaire ès sciences en géographie | février- 2008



Institut de géographie, Université de Lausanne | [www.unil.ch/igul](http://www.unil.ch/igul)





## **ANNEXES**

---



## **TABLE DES MATIERES**

---

A.1 NOUVELLE ECHELLE POUR LA COTATION DES RANDONNEES EN MONTAGNE ET ALPINES	3
A.2 CATEGORIES DU RESEAU PRINCIPAL DE CHEMINS DE RANDONNEE PEDESTRE	4
A.3 INVENTAIRE DES DEGATS DE L'EVENEMENT DU 23-24 JUILLET 1996 DANS LE VAL FERRET	5
A.4 FICHES D'EVALUATION DU RISQUE GEOMORPHOLOGIQUE	10
A.4.1 SENTIER DU BIVOUAC DU DOLENT	10
A.4.2 SENTIER DE LA CABANE DE L'A NEUVE	15
A.4.3 SENTIER DE LA CABANE DE SALEINA	23
A.4.4 SENTIER DU TMB	28
A.5 CADASTRE DES EVENEMENTS DU VAL FERRET	43
A.5.1 CADASTRE	43
A.5.2 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47

## ANNEXE 1 : Nouvelle échelle pour la cotation des randonnées en montagne et alpines (modifié, d'après le CAS)

Degré	Sentier / Terrain	Exigences
T1 Randonnée	Sentier <b>bien tracé</b> . Si balisé : jaune. Terrain <b>plat ou en faible pente</b> , pas de risques de chute.	Aucune. L'orientation ne pose pas de problème, en général possible même sans carte.
T2 Randonnée en montagne	Sentier avec <b>tracé ininterrompu</b> . Si balisé : blanc-rouge-blanc. Terrain <b>parfois raide</b> , risques de chute pas exclus.	Avoir le pied assez sûr. Chaussures de trekking recommandées. Capacité élémentaire d'orientation.
T3 Randonnée en montagne exigeante	Sentier <b>pas forcément visible partout</b> dans le terrain. Les passages exposés peuvent être équipés de cordes ou de chaînes. Eventuellement, appui des mains nécessaire pour l'équilibre. Si balisé : blanc-rouge-blanc. <b>Quelques passages exposés</b> avec risque de chute, pierriers, pentes mêlées de rochers sans trace.	Avoir le pied très sûr. Bonnes chaussures de trekking. Capacité d'orientation dans la moyenne. Expérience élémentaire de la montagne.
T4 Randonnée alpine	Trace <b>parfois manquante</b> . L'aide des mains est quelquefois nécessaire pour la progression. Si balisé : blanc-bleu-blanc. Terrain <b>déjà assez exposé</b> , pentes herbeuses délicates, pentes mêlées de rochers, névés faciles et passage sur glacier non recouvert de neige.	Etre familier du terrain exposé. Chaussures de trekking rigides. Avoir une certaine capacité d'évaluation du terrain et une bonne capacité d'orientation. Expérience alpine. En cas de mauvais temps, le repli peut s'avérer difficile.
T5 Randonnée alpine exigeante	<b>Souvent sans trace</b> . Quelques passages d'escalade faciles. Si balisé : blanc-bleu-blanc. <b>Terrain exposé</b> , exigeant, pentes raides mêlées de rochers. Glaciers et névés présentant un risque de glissade.	Chaussures de montagne. Evaluation sûre du terrain et très bonne capacité d'orientation. Bonne expérience de la haute montagne et connaissances élémentaires du maniement du piolet et de la corde.
T6 Randonnée alpine difficile	<b>La plupart du temps sans trace</b> , plusieurs passages d'escalade possibles. En général non balisé. Souvent <b>très exposé</b> . Pentas mêlées de rochers délicates. Glaciers avec risque accru de glissade.	Excellente capacité d'orientation. Expérience alpine confirmée et habitude de l'utilisation du matériel technique d'alpinisme.

## **ANNEXE 2 : Catégories du réseau principal de chemins de randonnée pédestre (LALCPR, RS 704.1)**

*a)* Les liaisons internationales et intercantionales sont des chemins de randonnée pédestre qui conduisent du Valais dans un pays voisin ou dans d'autres cantons et qui sont classés et signalisés comme tels des deux côtés de la frontière ;

*b)* les itinéraires nationaux et cantonaux sont des chemins de randonnée pédestre qui sont signalisés, entretenus et faisant partie d'un programme d'excursion de plusieurs jours à l'intérieur du canton ou dépassant la frontière ;

*c)* les tours pédestres de massifs montagneux sont des chemins de randonnée pédestre faisant partie d'un programme d'excursion en boucle de plusieurs jours caractérisé par un attrait géographique particulier. Ils sont signalisés et sécurisés et offrent des possibilités d'accès et d'hébergement adéquats. Leur représentation est faite au moyen d'un symbole et ils font l'objet d'une information officielle spécifique ;

*d)* les chemins de randonnée pédestre des zones de valeur reconnue sont des chemins qui desservent des zones de protection de la nature et du paysage et des points de vue dont l'importance communale, cantonale ou nationale est reconnue par les plans d'affectation homologués. N'en font pas partie les chemins dont le report dans le réseau principal est incompatible avec les buts de protection de la zone concernée ;

*e)* les chemins de randonnée pédestre menant à des lieux d'intérêt historique et culturel sont des chemins menant à des lieux dont l'intérêt historique et culturel est reconnu par l'instance cantonale compétente. Doivent également être intégrés dans le réseau principal, les tronçons classés dans les inventaires officiels comme chemins historiques ;

*f)* les chemins des cols sont des chemins de randonnée pédestre reliant des lieux de vallées voisines et figurant sur la carte nationale au 1 : 25'000 comme chemin ou sentier ;

*g)* les chemins de bisses sont des chemins situés le long des bisses (conduits d'eau) dont l'écoulement des eaux est, le long des tronçons praticables, assuré à ciel ouvert dans la mesure des possibilités techniques et financières ;

*h)* les chemins situés dans des zones importantes de rives sont des chemins qui suivent des rives de cours d'eau à ciel ouvert et qui garantissent le contact visuel avec l'eau sur la majeure partie de l'itinéraire ;

*i)* les chemins de randonnée pédestre menant à des installations touristiques et à des arrêts de transports publics sont des chemins qui relient le réseau principal de chemins de randonnée pédestre aux moyens de transports publics à horaire régulier.





## **9. Torrent de la Fouly**

### *Lave torrentielle*

Le torrent a charrié une grande quantité de matériaux. Une intervention a été nécessaire à trois endroits. Vers les digues avalanches, le lit doit être rétabli et les matériaux évacués dans le prolongement de la digue. Entre les digues et la route cantonale, le lit doit être rétabli à son emplacement. Obstruction du lit avec débordement de sédiments sur les prés de Monnet et sur la route cantonale. Le pont en bois n'a pas été emporté. L'embouchure de la Dranse doit être rétablie. (Surface de dépôt < 1 ha, épaisseur 0.5 - 1.5 m, d50 = 20 cm)

Intensité : moyenne-fort

Temps de retour : 0 - 30 ans

Estimation des frais de remise en état : 50'000.- (curages sur différentes altitudes/15-25 jours)

## **10. Torrent de la Seiloz**

### *Lave torrentielle*

Le pont de bois sur la route cantonale a été emporté par une lave torrentielle le jeudi matin 25 juillet 1996 et reconstruit le même jour. Le lit est engravé, les sédiments se répandent en rive droite sur les prés de la Seiloz sur une fine couche (< 30 cm). Ecoulement sur la route sur 150 m. (Surface de dépôt 1 - 1.5 ha, épaisseur 0.1 - 1 m, quelques gros blocs charriés dans le lit, Volumes déposés 2'000 m<sup>3</sup>), volume total de la lave > 10'000 m<sup>3</sup>)

Intensité : moyenne

Temps de retour : 0 - 30 ans

Estimation des frais de remise en état : 10'000.- (curages/5 jours)

## **11. Torrent I Drou**

### *Lave torrentielle*

Chariage important sans débordement. Pas de dégâts.

Intensité : moyenne

Temps de retour : 0 - 30 ans

Estimation des frais de remise en état : 10'000.- (curages /5 jours)

## **12. Dranse à la Jurette**

### *Inondation*

En amont de Branche d'en Haut : débordement général de la Dranse ; la rivière a coulé sur une route communale et dans la forêt. Lieu de débordements fréquents.

Intensité : moyenne

Temps de retour : 0 - 30 ans

Estimation des frais de remise en état : 65'000.- (curages, 8'000 m<sup>3</sup> à 5.-, enrochements, divers)





### **17. Dranse à Praz-de-Fort**

#### *Erosion/ Inondation*

Erosions et inondations sans gravité sur les rives de la Dranse à travers Praz-de-Fort (rive droite principalement).

Intensité : faible

Temps de retour : 0 - 30 ans

Estimation des frais de remise en état : 10'000.- (divers interventions dans la rivière)

### **18. Dranse aux Arlaches**

#### *Erosion*

Erosion des berges de la Dranse en rive droite, avec danger pour les bâtiments en bordure de la Dranse. Des dégâts sur les habitations (fissures) sont constatés. (Surface érodée : 1200 m<sup>2</sup>, Volume 1500 m<sup>3</sup>, Epaisseur moyenne 1 - 2 m)

Intensité : moyen

Temps de retour : 30 - 100 ans

Estimation des frais de remise en état : 120'000.- (construction d'un enrochement de 150 m)

### **19. Dranse entre Issert et Orsières**

#### *Erosion*

Erosion des rives.

Intensité : faible

Temps de retour : 0 - 30 ans

Estimation des frais de remise en état : 20'000.- (diverses interventions)

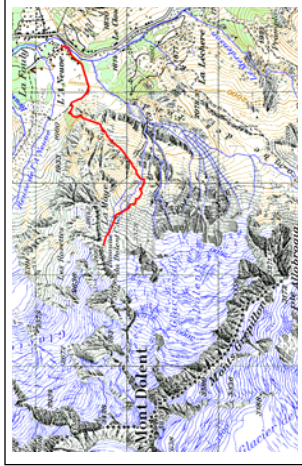
# FICHE POUR LA DEFINITION DE L'ALEA ET L'EVALUATION DU RISQUE GEOMORPHOLOGIQUE DANS LES REGIONS TOURISTIQUES

Date de relevé : juillet 2007

Auteur : Candide Gabrioud

Partie 1

Nom de la zone / Itinéraire et typologie : Mont Dolent / sentier menant au bivouac du Dolent



Situation : La Fouly, Val Ferret, commune d'Orsières, Valais

Bassin versant : Reuse du Dolent

Coordonnées : Bivouac du Dolent (571'322 / 86249)

Altitude : min. 1593 m ; max. 2667 m

Références cartographiques : 1345 Orsières, 1365 Gd-St-Bernard

Balisage / Cotation : blanc-rouge-blanc / T3

Accessibilité / Temps de marche : bonne / 3h de La Fouly

Types d'intérêt touristique : randonnée pédestre, randonnée glaciaire

# ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°1

Partie 2

Type d'aléa : chutes de pierres

Situation :

Début 572'683, 86'357  
Fin 572'162, 85'923

Extension : zonale ■ linéaire ■ ponctuelle



Description spécifique du danger :

- chutes de pierres depuis la Maye (2637 m) pouvant atteindre le sentier d'accès au bivouac du Dolent.

- les chutes de pierres peuvent aussi être engendrées par la faune, présente en nombre dans cette zone.

Caractéristiques de la roche :

Lithologie :  
- rhyolite, gneiss amphibolitique

Degré d'altération :  
haut ■ moyen ■ bas  
Degré de fissuration :  
haut ■ moyen ■ bas

Caractéristiques du phénomène :

Région : Sur la Lix  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 700 m

Degré de danger : moyen

Fréquence potentielle du phénomène :

décennale  
annuelle  
■ saisonnière  
mensuelle  
continue  
autre

Variations météorologiques qui peuvent amoindrir ou augmenter le danger géomorphologique :

- période de gel/dégel  
- fortes variations de températures

Remarques sur la dynamique du phénomène : -

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°2

Partie 2

### ELEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES QUI PEUVENT AFFECTER LA VULNERABILITE

Partie 3

**Type d'aléa :** laves torrentielles

**Situation :**

Début 572103, 85903  
Fin 571432, 86203

**Extension :** ■ zonale    linéaire    ponctuelle



**Description spécifique de l'aléa :**

- le 10 juillet 1990, une lave torrentielle d'environ 40'000 m<sup>3</sup> s'est déclenchée depuis la moraine frontale du glacier du Dolent, un petit glacier d'environ 1,7 km<sup>2</sup>. Cet événement a eu des répercussions dans le fond de la vallée, puisqu'une personne a été blessée et un chalet endommagé (LUGON, VONDER MUHLL, GARDAZ, 2000).
- suite à cet événement, le sentier menant au bivouac du Dolent, partiellement détruit par la lave torrentielle, a dû être modifié et retracé.

**Remarque sur la dynamique du phénomène :**

- de nombreux cordons morainiques, de par leur position dans la topographie et leur morphologie, sont susceptibles de produire des laves torrentielles (ROUILLET, 1997).
- la présence potentielle de pergélisol dans ces moraines joue aussi un rôle important dans la question de la déstabilisation des versants suite à une dégradation du pergélisol.

**Fréquence potentielle du phénomène :**

- décennale
- annuelle
- saisonnière
- mensuelle
- continue
- autre

**Caractéristiques du phénomène :**

Région : La Maye – bivouac du Dolent  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 900 m

**Degré de dangerosité :** haut

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées
- fortes variations des températures

**Remarque :** -

**CARACTERISTIQUES DU SENTIER :** tronçon n°1 (573'489, 86'685 / 572'901, 86'554)

**Structure**

- substratum rocheux
- moraine
- terre (route)
- asphalte
- couverture détritique à granulométrie fine
- moyenne
- grossière
- parcours dans des zones habitées
- échelles
- chaînes

**Exposition**

- non
- oui
- sentier large
- sentier étroit
- protections

**Etat de conservation**

- très mauvais
- moyen
- assez bon
- bon
- excellent

**Déclivité / Pente :**

- 0° - 5°
- 16° - 25°
- > 25°

**Présence de structures de protection :** non

**Longueur du tracé affecté :** -

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :** -



**CARACTERISTIQUES DU SENTIER : tronçon n°2 (572'901, 86'554 / 572'722, 86'434)**

<b>Structure</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ substratum rocheux</li> <li>moraine</li> <li>terre</li> <li>asphalte</li> <li>■ couverture détritique à granulométrie <ul style="list-style-type: none"> <li>■ fine</li> <li>moyenne</li> <li>grossière</li> </ul> </li> </ul> <p>parcours dans des zones habitées</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ échelles</li> <li>■ chaînes</li> </ul>	<b>Exposition</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>non</li> <li>■ oui</li> <li>sentier large</li> <li>■ sentier étroit</li> <li>■ protections</li> </ul>	<b>Etat de conservation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ très mauvais</li> <li>moyen</li> <li>assez bon</li> <li>bon</li> <li>excellent</li> </ul>
<b>Déclivité / Pente :</b> 0° - 5°    16° - 25° 6° - 15°    ■ > 25°		
<b>Présence de structures de protection :</b> oui <b>Longueur du tracé affecté :</b> 110 m		

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- la pluie rend la roche mouillée, et le passage devient très délicat.
- en automne, le gel rend la roche très glissante.


**CARACTERISTIQUES DU SENTIER : tronçon n°3 (572'722, 86'434 / 572'067, 85'871)**

<b>Structure</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ substratum rocheux</li> <li>moraine</li> <li>terre</li> <li>asphalte</li> <li>■ couverture détritique à granulométrie <ul style="list-style-type: none"> <li>■ fine</li> <li>■ moyenne</li> <li>grossière</li> </ul> </li> </ul> <p>parcours dans des zones habitées</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>échelles</li> <li>■ chaînes</li> </ul>	<b>Exposition</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>non</li> <li>■ oui</li> <li>sentier large</li> <li>■ sentier étroit</li> <li>■ protections</li> </ul>	<b>Etat de conservation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>très mauvais</li> <li>■ moyen</li> <li>assez bon</li> <li>bon</li> <li>excellent</li> </ul>
<b>Déclivité / Pente :</b> 0° - 5°    16° - 25° 6° - 15°    ■ > 25°		
<b>Présence de structures de protection :</b> oui <b>Longueur du tracé affecté :</b> 5 m		

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- période de gel / dégel
- fortes variations des températures



**CARACTERISTIQUES DU SENTIER : tronçon n° 4 (572'067, 85'871 / 571'327, 86'247)**

**Structure**

- substratum rocheux (roche moutonnée)
- moraine terre asphalté
- couverture détritique à granulométrie fine moyenne grossière
- parcours dans des zones habitées

échelles  
chaînes

**Exposition**

- non
- oui
- sentier large
- sentier étroit
- protections

**Etat de conservation**

- très mauvais
- moyen
- assez bon
- bon
- excellent

**Déclivité / Pente :**

- 0° - 5°
- 6° - 15°
- 16° - 25°
- > 25°

**Présence de structures de protection :** non  
**Longueur du tracé affecté :** -

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées
- fortes variations des températures


**VULNERABILITE TOURISTIQUE**
**Type de pratiques touristiques :**

- excursions :
  - à pieds
  - mountain bike
  - à cheval/mulet
- sports :
  - randonnée pédestre
  - randonnée glaciaire
  - randonnée à ski
  - ski
  - escalade
  - autres

**Types de structures présentes**

- camping
- cabanes / bivouacs
- structures résidentielles / hôtelières
- remontées mécaniques

**Fréquence touristique relative**

- haute
- moyenne
- basse

**Eléments d'intérêts touristiques**

- géomorphologiques
- géologiques
- floristiques
- faunistiques
- socio-culturels
- sportifs
- autres

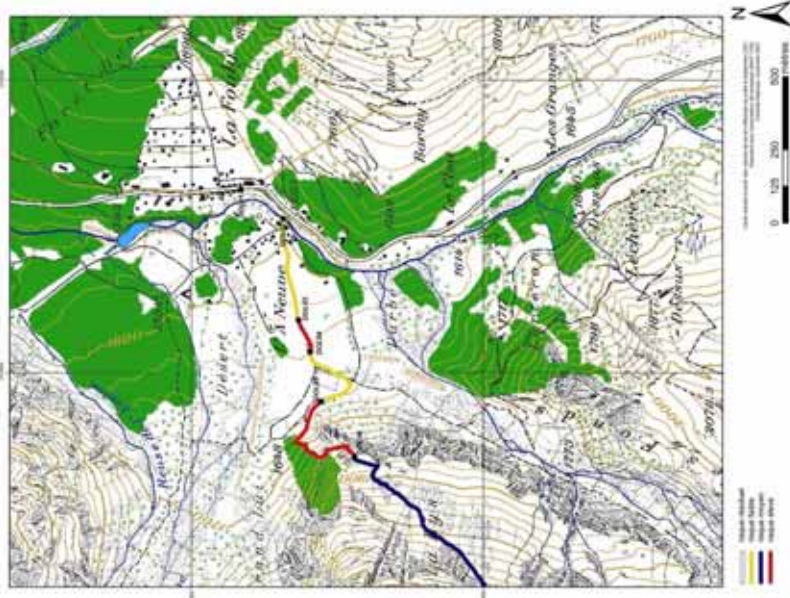
**Saison touristique dominante**

- toute l'année
- été
- automne
- hiver
- printemps
- mois de juin

**Description des données utilisées pour obtenir la carte de risque :**

En mettant en relation les aléas géomorphologiques (partie 2) affectant les sentiers et les niveaux de difficulté de chaque tronçon composant l'itinéraire (partie 3), il est possible d'obtenir la carte des risques suivantes.

**Sentier du bivouac du Dolent (1) - extrait de carte n°21**  
 Carte du risque géomorphologique au 1 : 10'000 (secteur altitude 1648 m)



**Sentier du bivouac du Dolent (2) - extrait de carte n°22**  
 Carte du risque géomorphologique au 1 : 10'000 (secteur altitude 1648 m - bivouac du Dolent)



## A.4.2 Sentier de la cabane de l'A Neuve

### FICHE POUR LA DEFINITION DE L'ALEA ET L'EVALUATION DU RISQUE GEOMORPHOLOGIQUE DANS LES REGIONS TOURISTIQUES

**Date de relevé** : juillet 2007      **Auteur** : Candide Gabioud      **Partie 1**

**Nom de la zone / Itinéraire et typologie** : L'A Neuve / sentier menant à la cabane de l'A Neuve



**Situation** : La Fouly, Val Ferret, commune d'Orsières, Valais  
**Bassin versant** : Reuse de l'A Neuve, Reuse de l'Amône  
**Coordonnées** : Cabane de l'A Neuve (571'168 / 88'652)  
**Altitude** : min. 1593 m ; max. 2735 m  
**Références cartographiques** : 1.345 Orsières

**Balissage / Cotation** : blanc-rouge-blanc / T3

**Accessibilité / Temps de marche** : bonne / 3h30 de La Fouly

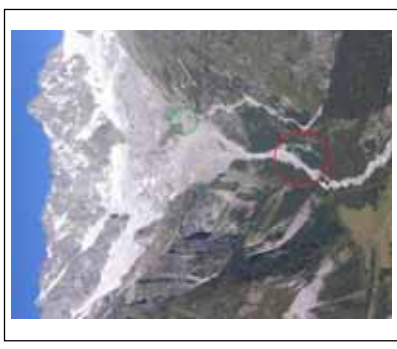
**Types d'intérêt touristique** : randonnée pédestre, randonnée glaciaire, escalade

### ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°1

Partie 2

**Type d'aléa** : laves torrentielles

**Situation** :  
 Début : 572895, 87032  
 Fin : 572448, 87137  
**Extension** : ■ zonale      linéaire      ponctuelle



**Description spécifique de l'aléa** :

- le 5/6 août 1997, la vidange d'une poche d'eau du glacier de l'A Neuve a provoqué une lave torrentielle (rond rouge). Celle-ci a presque atteint le camping de La Fouly et le sentier d'accès à la cabane de l'A Neuve (en noir, à gauche), mais n'a finalement causé aucun dommage.  
 - dans ce secteur, le sentier menant à la cabane de l'A Neuve est situé entre deux torrents, la Reuse de l'A Neuve et celle de l'Amône. Les processus fluviaux (laves torrentielles) assez fréquents rendent cette zone risquée.

**Remarque sur la dynamique du phénomène** :

- le 24.07.1996, le lit des deux Reuses s'est rempli de matériaux, menaçant des terrains privés en rive gauche (A Neuve) et en rive droite (Amône), au niveau du camping (REY et SAAMELI, 1997).
- le fort recul du glacier de l'A Neuve déstabilise sa moraine latérale gauche, qui est ainsi fragilisée et exposée à une érosion importante.
- pendant l'événement de 1997, la Reuse de l'Amône a incisé cette moraine pour se jeter dans la Reuse de l'A Neuve (rond vert).

**Caractéristiques du phénomène** :

Région : le Désert  
 Dénivelé : -  
 Inclinaison moyenne :  
 Longueur du tracé affecté : 500 m

**Degré de dangerosité** : élevé

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique** :

- précipitations convectives → averses intenses et orages
- précipitations cycloniques → pluies généralisées
- fortes variations des températures

**Remarque** : influence du retrait du glacier qui libère de grandes quantités de matériaux mobilisables, notamment par les laves torrentielles.

**Fréquence potentielle du phénomène** :

- décennale
- annuelle
- saisonnière
- mensuelle
- continue
- autre



## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°2

Partie 2

Type d'aléa : ravinement

Situation :

Début 572103, 85903  
Fin 571432, 86203

Extension : ■ zonale    ■ linéaire    ■ ponctuelle



Description spécifique de l'aléa :

- dans ce secteur, la Reuse de l'Amône érode la moraine. Une partie du sentier a disparu, ce qui a nécessité une modification du tracé.
- en cas d'orages ou de précipitations extrêmes, le ravinement pourrait être accentué et menacer d'autres parties du chemin dans cette zone.

Remarque sur la dynamique du phénomène : -

Caractéristiques du phénomène :

Région : « la cascade des Chaînes »  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 150 m

Degré de dangerosité : moyen

Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées
- fortes variations des températures

Fréquence potentielle du phénomène :

- décennale
- annuelle
- saisonnière
- mensuelle
- continue
- autre

Remarque : -

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°3

Partie 2

Type d'aléa : laves torrentielles

Situation :

Début 571545, 87542  
Fin 571527, 87574

Extension : ■ zonale    ■ linéaire    ■ ponctuelle



Description spécifique de l'aléa :

- à 2090 m, le sentier d'accès à la cabane de l'A Neuve traverse la Reuse de l'Amône sur un pont (photo ci-dessus).
- une lave torrentielle résultant de la rupture d'une poche d'eau ou d'orages peut facilement détruire cet ouvrage et une partie du sentier.

Remarque sur la dynamique du phénomène : -

Caractéristiques du phénomène :

Région : Pierre Javelle  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 40 m

Degré de dangerosité : élevé

Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées
- fortes variations des températures

Remarque : -

Fréquence potentielle du phénomène :

- décennale
- annuelle
- saisonnière
- mensuelle
- continue
- autre

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°4

Partie 2

**Type d'aléa** : chutes de pierres

**Situation** :

Début 572103, 85903  
Fin 571432, 86203

**Extension** : ■ zonale linéaire ponctuelle



**Description spécifique de l'aléa** :

- des chutes de pierres depuis l'Arête des Six Niers (3045 m ; 2967 m ; 3024 m ; 2991 m ; 2943 m ; 2836 m) peuvent atteindre le sentier d'accès à la cabane de l'A Neuve.

**Caractéristiques de la roche** :

Lithologie : granite du Mt-Blanc porphyroïde

Degré d'altération :

haut ■ moyen bas

Degré de fissuration :

■ haut moyen bas

**Caractéristiques du phénomène** :

Région : Les Essettes

Dénivelé : -

Inclinaison moyenne :

Longueur du tracé affecté : 900 m

**Degré de dangerosité** : moyen-élevé

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique** :

- période de gel / dégel

- fortes variations de températures

**Remarque sur la dynamique du phénomène** :

un éboulement de moyenne importance est survenu fin août suite à de fortes variations de températures (chutes de neige suivies d'un fort redoux). De nombreuses pierres (de 5 à 50 cm<sup>3</sup>) ont atteint le sentier.

**Fréquence potentielle du phénomène** :

décennale

annuelle

■ saisonnière

mensuelle

continue

■ autre

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°5

Partie 2

**Type d'aléa** : laves torrentielles

**Situation** :

Début 572103, 85903  
Fin 571432, 86203

**Extension** : ■ zonale linéaire ponctuelle



**Description spécifique de l'aléa** :

- plusieurs échancrures dans le bastion morainique du glacier de l'A Neuve (Grande Lui) sont les témoins d'anciennes laves torrentielles. Situé entre 2600 et 2800 m, à la limite inférieure du pergélisol discontinu dans la région Entremont-Ferret (2600 m orientation S) (DELALOYE et MORAND, 1997), cette accumulation morainique se trouve sur un versant très escarpé et est ainsi susceptible de fournir une quantité non négligeable de sédiments meubles à des laves torrentielles de type Dolent (LUGON et al., 2000).

**Remarque sur la dynamique du phénomène** :

**Caractéristiques du phénomène** :

Région : Cabane de l'A Neuve

Dénivelé : -

Inclinaison moyenne :

Longueur du tracé affecté : 750 m

**Degré de dangerosité** : élevé

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique** :

- précipitations convectives

→ averses intenses et orages

- précipitations cycloniques

→ pluies généralisées

- fortes variations des températures

**Remarque** : -

**Fréquence potentielle du phénomène** :

décennale

annuelle

■ saisonnière : juin à octobre

mensuelle

continue

■ autre

**ELEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES QUI PEUVENT AFFECTER LA VULNERABILITE**

**CARACTERISTIQUES DU SENTIER : tronçon n°1 (573'259, 87'086 / 572'891, 87'031)**

<p><b>Structure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ substratum rocheux</li> <li>■ moraine</li> <li>terre</li> <li>asphalte</li> <li>couverture détritique à granulométrie fine</li> <li>moyenne</li> <li>grossière</li> <li>parcours dans des zones habitées</li> <li>échelles</li> <li>chaînes</li> </ul>	<p><b>Exposition</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ non</li> <li>oui</li> <li>■ sentier large</li> <li>sentier étroit</li> <li>protections</li> </ul>	<p><b>Etat de conservation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>très mauvais</li> <li>moyen</li> <li>■ assez bon</li> <li>bon</li> <li>excellent</li> </ul>
<p><b>Déclivité / Pente :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0° - 5°</li> <li>■ 16° - 25°</li> <li>■ 6° - 15°</li> <li>&gt; 25°</li> </ul>		
<p><b>Présence de structures de protection : non</b> <b>Longueur du tracé affecté : -</b></p>		

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique : -**



**CARACTERISTIQUES DU SENTIER : tronçon n°2 (572'891, 87'031 / 571'588, 87'531)**

<p><b>Structure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ substratum rocheux</li> <li>■ moraine</li> <li>terre</li> <li>asphalte</li> <li>couverture détritique à granulométrie fine</li> <li>moyenne</li> <li>grossière</li> <li>parcours dans des zones habitées</li> <li>échelles</li> <li>chaînes</li> </ul>	<p><b>Exposition</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>non</li> <li>■ oui</li> <li>sentier large</li> <li>■ sentier étroit</li> <li>protections</li> </ul>	<p><b>Etat de conservation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>très mauvais</li> <li>■ moyen</li> <li>■ assez bon</li> <li>bon</li> <li>excellent</li> </ul>
<p><b>Déclivité / Pente :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0° - 5°</li> <li>■ 16° - 25°</li> <li>■ 6° - 15°</li> <li>&gt; 25°</li> </ul>		
<p><b>Présence de structures de protection : non</b> <b>Longueur du tracé affecté : -</b></p>		

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées
- fortes variations des températures



**CARACTERISTIQUES DU SENTIER : tronçon n°3 (571'588, 87'531 / 571'545, 87'540)**

<b>Structure</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ substratum rocheux</li> <li>■ moraine</li> <li>terre</li> <li>asphalte</li> <li>couverture détritique à granulométrie fine</li> <li>■ moyenne grossière</li> </ul> <p>parcours dans des zones habitées</p> <p>échelles</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ chaînes</li> </ul>	<b>Exposition</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>non</li> <li>■ oui</li> <li>sentier large</li> <li>sentier étroit</li> <li>■ protections</li> </ul>	<b>Etat de conservation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>très mauvais</li> <li>moyen</li> <li>■ assez bon</li> <li>bon</li> <li>excellent</li> </ul>
<b>Déclivité / Pente :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>0° - 5°</li> <li>16° - 25°</li> <li>6° - 15°</li> <li>■ &gt; 25°</li> </ul>		

**Présence de structures de protection :** oui  
**Longueur du tracé affecté :** 55 m

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
  - précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées
- ⇒ la pluie rend la roche mouillée, et le risque de glissade est ainsi plus important.


**CARACTERISTIQUES DU SENTIER : tronçon n°4 (571'545, 87'540 / 571'143, 88'679)**

<b>Structure</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ substratum rocheux (roche moutonnée)</li> <li>■ moraine</li> <li>terre</li> <li>asphalte</li> <li>■ couverture détritique à granulométrie fine</li> <li>■ moyenne grossière</li> </ul> <p>parcours dans des zones habitées</p> <p>échelles</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ chaînes</li> </ul>	<b>Exposition</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>non</li> <li>■ oui</li> <li>sentier large</li> <li>■ sentier étroit</li> <li>protections</li> </ul>	<b>Etat de conservation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>très mauvais</li> <li>■ moyen</li> <li>assez bon</li> <li>bon</li> <li>excellent</li> </ul>
<b>Déclivité / Pente :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>0° - 5°</li> <li>16° - 25°</li> <li>6° - 15°</li> <li>■ &gt; 25°</li> </ul>		

**Présence de structures de protection :** non  
**Longueur du tracé affecté :** -

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées
- fortes variations des températures



**CARACTERISTIQUES DU SENTIER : tronçon n° 5 (571'143, 88'679 / 571'165, 88'681)**

**Structure**

- substratum rocheux
- moraine
- terre
- asphalte
- couverture détritique à granulométrie fine
- moyenne
- grossière
- parcours dans des zones habitées
- échelles
- chaînes

**Exposition**

- non
- oui
- sentier large
- sentier étroit
- protections

**Etat de conservation**

- très mauvais
- moyen
- assez bon
- bon
- excellent

**Déclivité / Pente :**

- 0° - 5°
- 6° - 15°
- 16° - 25°
- > 25°

**Présence de structures de protection :** oui  
**Longueur du tracé affecté :** 30 m

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
  - précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées
- ⇒ la pluie rend la roche mouillée, et le risque de glissade est ainsi plus important.


**Type de pratiques touristiques :**

- excursions :
  - à pieds
  - mountain bike
  - à cheval/mulet
- sports :
  - randonnée pédestre
  - randonnée glaciaire
  - randonnée à ski
  - ski
  - escalade
  - autres

**Types de structures présentes**

- camping
- cabanes / bivouacs
- structures résidentielles / hôtelières
- remontées mécaniques

**Fréquence touristique relative**

- haute
- moyenne
- basse

**Eléments d'intérêts touristiques**

- géomorphologiques
- géologiques
- floristiques
- faunistiques
- socio-culturels
- sportifs
- autres

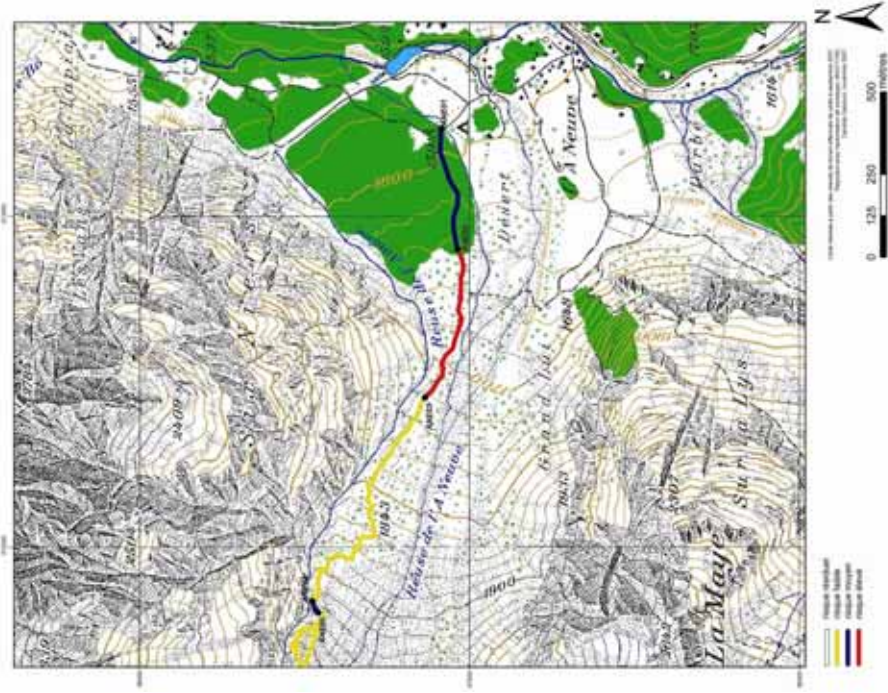
**Saison touristique dominante**

- toute l'année
- été
- automne
- hiver
- printemps
- mois de juin

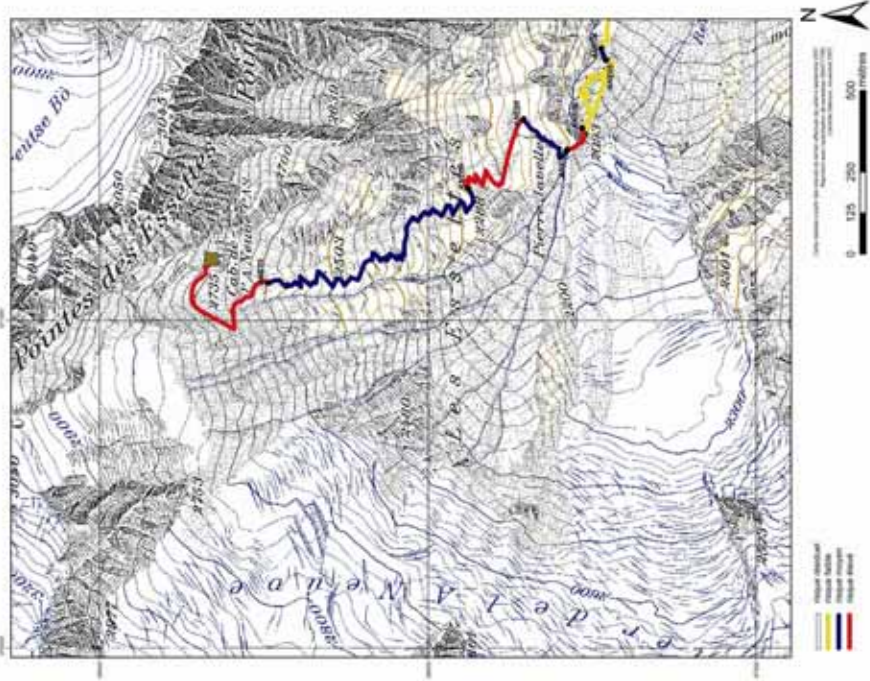
**Description des données utilisées pour obtenir la carte de risque :**

En mettant en relation les aléas géomorphologiques (partie 2) affectant les sentiers et les niveaux de difficulté de chaque tronçon composant l'itinéraire (partie 3), il est possible d'obtenir les cartes des risques suivantes.

**Sentier de la cabane de l'A Neuve (1) - extrait de carte n°23**  
Carte du risque géomorphologique au 1 : 10'000



**Sentier de la cabane de l'A Neuve (2) - extrait de carte n°24**  
Carte du risque géomorphologique au 1 : 10'000



### A.4.3 Sentier de la cabane de Saleina

#### FICHE POUR LA DEFINITION DE L'ALEA ET L'EVALUATION DU RISQUE GEOMORPHOLOGIQUE DANS LES REGIONS TOURISTIQUES

Date de relevé : août 2007      Auteur : Candide Gabrioud

Partie 1

Nom de la zone / Itinéraire et typologie : Saleina / sentier menant à la cabane de Saleina



Situation : Saleina, Val Ferret, commune d'Orsières, Valais

Bassin versant : Reuse de Saleina

Coordonnées : Cabane de Saleina (571'453 / 91'722)

Altitude : min. 1593 m ; max. 2693 m

Références cartographiques : 1345 Orsières

Balisage / Cotation : blanc-bleu-blanc / T4

Accessibilité / Temps de marche : bonne, route jusqu'à la prise d'eau d'Emosson SA / 3h de la prise d'eau

Types d'intérêt touristique : randonnée pédestre, randonnée glaciaire, escalade

#### ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°1

Partie 2

Type d'aléa : laves torrentielles

Situation :

Début 572103, 85903  
Fin 571432, 86203

Extension : ■ zonale      linéaire      ponctuelle



Description spécifique de l'aléa :

- déclenchement de laves torrentielles à partir de la face NW du Grand Clocher des Planerousses (2806 m).

- ces laves peuvent atteindre deux secteurs (à 1560 m et à 1630 m) de la partie initiale du sentier d'accès à la cabane de Saleina.

Remarque sur la dynamique du phénomène :

Caractéristiques du phénomène :

Région : Les Toulles  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 300 m

Fréquence potentielle du phénomène :

décennale  
annuelle  
saisonnière  
mensuelle  
continue  
■ autre

Degré de dangerosité : moyen

Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages  
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées

Remarque : -

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°2

Partie 2

**Type d'aléa** : chutes de pierre, éboulement

**Situation** :

Début 571985, 92/485  
Fin 571882, 91/845

**Extension** : ■ zonale linéaire ponctuelle



**Description spécifique de l'aléa** :

- chutes de pierres à partir du Petit (2699 m) et du Grand (2806 m) Clocher des Planereuses.
- éboulement avec des blocs de plusieurs m<sup>3</sup> en septembre 2006 (photos ci-dessus) qui a atteint le sentier d'accès à la cabane de Saleina.

**Caractéristiques de la roche** :

Lithologie : granite du Mt-Blanc porphyroïde

Degré d'altération :

haut ■ moyen bas

Degré de fissuration :

■ haut moyen bas

**Caractéristiques du phénomène** :

Région : Plan Monnay – La Gare

Dénivelé : -

Inclinaison moyenne :

Longueur du tracé affecté : 800 m

**Degré de dangerosité** : moyen-élevé

**Fréquence potentielle du phénomène** :

décennale

annuelle

saisonnière

mensuelle

continue

■ autre

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique** :

- période de gel / dégel

- fortes variations de températures

**Remarque sur la dynamique du phénomène** : -

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°3

Partie 2

**Type d'aléa** : laves torrentielles

**Situation** :

Début 572103, 85/903  
Fin 571432, 86/203

**Extension** : ■ zonale linéaire ponctuelle



**Description spécifique de l'aléa** :

- situé entre 2350 et 2800 m, cette accumulation morainique se trouve sur un versant très escarpé et est ainsi susceptible de fournir une quantité importante de sédiments meubles à des laves torrentielles (LUGON et al., 2000).
- le chemin d'accès à la cabane de Saleina n'est pas directement concerné par le passage d'une lave sur son tracé, mais il se situe dans la zone potentielle de départ de celles-ci.

**Remarque sur la dynamique du phénomène** :

- des phénomènes d'instabilité sont donc susceptibles de se produire dans cette zone, notamment vers 2600 m, où la présence de glace morte a été relevée. En effet, cette zone, où passe le sentier, est particulièrement sensible à l'augmentation des températures. Le déclenchement de laves torrentielles est ainsi possible.

**Caractéristiques du phénomène** :

Région : Glacier de l'Evole

Dénivelé : -

Inclinaison moyenne :

Longueur du tracé affecté : 530 m

**Degré de dangerosité** : moyen

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique** :

- précipitations convectives

→ averses intenses et orages

- précipitations cycloniques

→ pluies généralisées

**Remarque** : -



**ELEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES QUI PEUVENT  
AFFECTER LA VULNERABILITE**

Partie 3

**CARACTERISTIQUES DU SENTIER : tronçon n°1 (573'171, 92'755 / 572'570, 92'804)**

<p><b>Structure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ substratum rocheux</li> <li>■ moraine</li> <li>terre</li> <li>asphalte</li> <li>couverture détritique à granulométrie fine</li> <li>moyenne</li> <li>grossière</li> </ul> <p>parcours dans des zones habitées</p> <p>échelles</p> <p>chaînes</p>	<p><b>Exposition</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ non</li> <li>oui</li> <li>sentier large</li> <li>■ sentier étroit</li> <li>protections</li> </ul>	<p><b>Etat de conservation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>très mauvais</li> <li>moyen</li> <li>■ assez bon</li> <li>bon</li> <li>excellent</li> </ul>
<p><b>Déclivité / Pente :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0° - 5°</li> <li>■ 6° - 15°</li> <li>16° - 25°</li> <li>&gt; 25°</li> </ul>		
<p><b>Présence de structures de protection : non</b></p> <p><b>Longueur du tracé affecté : -</b></p>		

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives
  - averses intenses et orages
- précipitations cycloniques
  - pluies généralisées
- fortes variations des températures



Partie 3

**CARACTERISTIQUES DU SENTIER : tronçon n°2 (572'570, 92'804 / 572'311, 92'811)**

<p><b>Structure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ substratum rocheux</li> <li>■ moraine</li> <li>terre</li> <li>asphalte</li> <li>couverture détritique à granulométrie fine</li> <li>moyenne</li> <li>grossière</li> </ul> <p>parcours dans des zones habitées</p> <p>échelles</p> <p>chaînes</p>	<p><b>Exposition</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>non</li> <li>■ oui</li> <li>sentier large</li> <li>■ sentier étroit</li> <li>■ protections</li> </ul>	<p><b>Etat de conservation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>très mauvais</li> <li>moyen</li> <li>■ assez bon</li> <li>bon</li> <li>excellent</li> </ul>
<p><b>Déclivité / Pente :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0° - 5°</li> <li>6° - 15°</li> <li>■ &gt; 25°</li> <li>16° - 25°</li> </ul>		
<p><b>Présence de structures de protection : oui</b></p> <p><b>Longueur du tracé affecté : 350 m</b></p>		

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives
  - averses intenses et orages
- précipitations cycloniques
  - pluies généralisées

⇒ la pluie rend la roche mouillée, et le risque de glissade est ainsi beaucoup plus important.



**CARACTERISTIQUES DU SENTIER : tronçon n°3 (572'311, 92'811 / 571'945, 92'388)**

<b>Structure</b> substratum rocheux ■ moraine terre asphalte couverture détritique à granulométrie fine moyenne grossière parcours dans des zones habitées échelles chaînes	<b>Exposition</b> non ■ oui sentier large ■ sentier étroit protections	<b>Etat de conservation</b> très mauvais moyen ■ assez bon bon excellent
<b>Déclivité / Pente :</b> 0° - 5°    ■ 16° - 25° ■ 6° - 15°    > 25°		
<b>Présence de structures de protection :</b> non <b>Longueur du tracé affecté :</b> -		

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées


**CARACTERISTIQUES DU SENTIER : tronçon n°4 (571'945, 92'388 / 571'447, 91'719)**

<b>Structure</b> substratum rocheux ■ moraine terre asphalte ■ couverture détritique à granulométrie fine moyenne grossière parcours dans des zones habitées échelles chaînes	<b>Exposition</b> non ■ oui sentier large ■ sentier étroit protections	<b>Etat de conservation</b> très mauvais moyen ■ assez bon bon excellent
<b>Déclivité / Pente :</b> 0° - 5°    ■ 16° - 25° 6° - 15°    ■ > 25°		
<b>Présence de structures de protection :</b> non <b>Longueur du tracé affecté :</b> -		

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- fortes variations des températures  
→ averses intenses et orages
  - précipitations convectives  
→ pluies généralisées
  - précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées
- ⇒ la pluie rend la roche mouillée, et le risque de glissade est ainsi plus important.



## VULNERABILITE TOURISTIQUE

Partie 4

### Type de pratiques touristiques :

- excursions :
  - à pieds
  - mountain bike
  - à cheval/mulet
- sports :
  - randonnée pédestre
  - randonnée glaciaire
  - randonnée à ski
  - ski
  - escalade
  - autres

### Types de structures présentes

- camping
- cabanes / bivouacs
- structures résidentielles / hôtelières
- remontées mécaniques

### Fréquence touristique relative

- haute
- moyenne
- basse

### Eléments d'intérêts touristiques

- géomorphologiques
- géologiques
- floristiques
- faunistiques
- socio-culturels
- sportifs
- autres

### Saison touristique dominante

- toute l'année
- été
- automne
- hiver
- printemps
- mois de juin

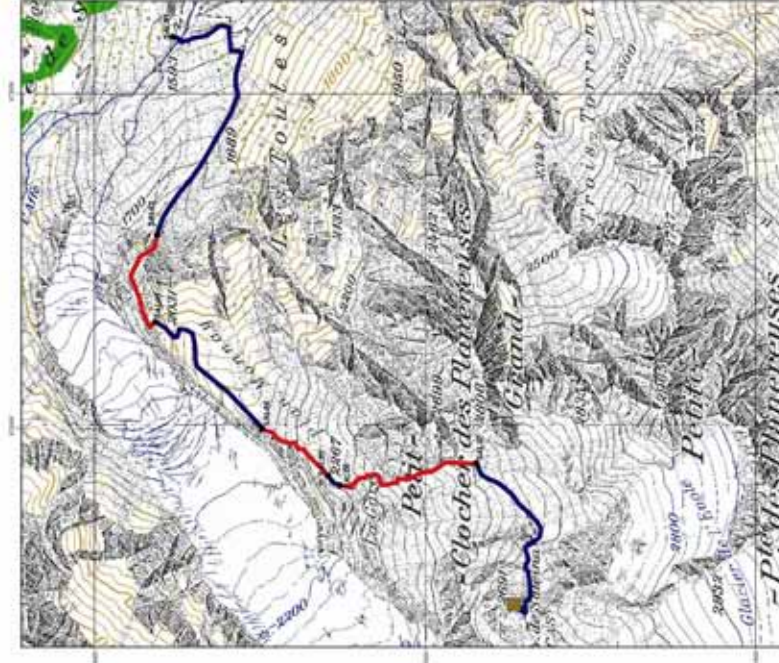
## RISQUE GEOMORPHOLOGIQUE

Partie 5

### Description des données utilisées pour obtenir la carte de risque :

En mettant en relation les aléas géomorphologiques (partie 2) affectant les sentiers et les niveaux de difficulté de chaque tronçon composant l'itinéraire (partie 3), il est possible d'obtenir la carte des risques suivantes.




Sentier de la cabane de Saleina - extrait de carte n°25  
Carte du risque géomorphologique au 1:10'000





A.4.4 Sentier du TMB

**ALEA GEOMORPHOLOGIQUE  
EVENEMENT N°1**

Partie 2

<b>FICHE POUR LA DEFINITION DE L'ALEA ET L'EVALUATION DU RISQUE GEOMORPHOLOGIQUE DANS LES REGIONS TOURISTIQUES</b>	
<b>Date de relevé :</b> juillet-septembre 2007	<b>Auteur :</b> Candide Gabioud
Partie 1	
<b>Nom de la zone / Itinéraire et typologie :</b> Val Ferret / sentier du Tour du Mont-Blanc (TMB)	
	
	
<b>Situation :</b> Val Ferret, commune d'Orsières, Valais <b>Basin versant :</b> Dranse de Ferret <b>Coordonnées :</b> Grand Col Ferret (571'997 / 81'997) ; Issert (575'798 / 94'610) <b>Altitude :</b> min. 1051 m ; max. 2537 m <b>Références cartographiques :</b> 1345 Orsières, 1365 Gd-St-Bernard	
<b>Balises / Cotation :</b> blanc-rouge-blanc / jaune / T1 -T2	
<b>Accessibilité :</b> bonne	
<b>Types d'intérêt touristique :</b> randonnée pédestre	

<b>Type d'aléa :</b> laves torrentielles	
<b>Situation :</b>	
Début : 575'930, 94'142 Fin : 575'944, 94'070	
<b>Extension :</b> zonale linéaire ■ ponctuelle	
<b>Description spécifique de l'aléa :</b>	
- le <b>torrent de la Couste</b> occasionne pratiquement chaque année une lave torrentielle qui atteint la route du Tour du Mont-Blanc. - deux panneaux signalisant des chutes de pierres (!) sont disposés de part et d'autre du chenal et indiquent aux randonneurs un danger dans ce secteur.	
<b>Remarque sur la dynamique du phénomène :</b>	<b>Caractéristiques du phénomène :</b>
- <b>distribution géographique :</b> les torrents latéraux de la rive droite sont plus répertoriés que ceux de la rive gauche (REY et SAAMELI 1997). - <b>distribution temporelle :</b> 80 % des événements répertoriés s'étendent sur les mois de juillet, août et septembre (REY et SAAMELI 1997).	Région : La Couste Dénivelé : - Inclinaison moyenne : Longueur du tracé affecté : 100 m
<b>Fréquence potentielle du phénomène :</b>	<b>Degré de dangerosité :</b> moyen
décennale ■ annuelle saisonnière mensuelle continue autre	<b>Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :</b>
	- précipitations convectives → averses intenses et orages - précipitations cycloniques → pluies généralisées
	<b>Remarque :</b> -

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°2, 4, 8, 9, 10

Partie 2

**Type d'aléa** : crues, laves torrentielles

**Situation** :

- Reuse de Saleina
- Torrent des Planereuses
- Torrent du Treutse Bô
- Reuse de l'Amône
- Reuse de l'A Neuve

**Extension** : zonale linéaire ■ ponctuelle



**Description spécifique de l'aléa** :

- « il est **dangereux** de stationner dans le lit de la rivière, l'eau pouvant monter brusquement et à tout moment par suite du fonctionnement des installations hydro-électriques ».

- augmentation brutale du débit dans les cours d'eau mentionnés ci-dessus suite à l'ouverture des vannes ou lors des purges des prises d'eau.

**Remarques** :

- de part et d'autre de ces cours d'eau, il existe des panneaux (photo de droite ci-dessus) qui indiquent le danger potentiel résultant de l'augmentation soudaine des débits.

- l'eau captée à la Fouly (Dranse de Ferret en amont de La Fouly et Reuse de l'A Neuve) est acheminée avec celles de la Reuse de l'Amône, du Treutse Bô, des Planereuses et de Saleina vers le bassin des Esserts, puis vers la centrale d'Emosson (THELER, 2003).

**Fréquence potentielle du phénomène** :

- décennale
- annuelle
- saisonnière
- mensuelle
- continue
- autre

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique** :

- précipitations extrêmes
- orages estivaux très violents
- vidanges de poches d'eau glaciaires

**Remarque sur la dynamique du phénomène** : phénomène non naturel.

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°2

**Situation** :

Début 575'411,92'697  
Fin 575'445,92'596

**Extension** : zonale linéaire ■ ponctuelle



**Caractéristiques du cours d'eau** :

- Reuse de Saleina
- régime glaciaire
- captage d'eau destiné au bassin des Esserts.

**Purge** :

- la prise est purgée automatiquement avec des fréquences variables mais qui se concentrent en été.

**Caractéristiques du phénomène** :

- Région : Saleina
- Dénivelé : -
- Inclinaison moyenne : -
- Longueur du tracé affecté : 100 m

**Degré de dangerosité** : faible

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°3

Partie 2

**Type d'alaé :** chutes de pierres

**Situation :** 2 secteurs

Début / Fin 574'679, 91'434 / 574'680, 91'397  
Début / Fin 574'521, 91'086 / 574'493, 90'993

**Extension :** zonale ■ linéaire ■ ponctuelle



**Description spécifique de l'alaé :**

- chutes de pierres dans les couloirs à avalanche de la Tenade (2235 m) qui atteignent le sentier du TMB dans deux secteurs principaux.

**Caractéristiques de la roche :**

- Lithologie :
- calcaire fin, plaqué, marneux à la base
  - schistes argileux sombres
  - rhyolite

Degré d'altération :

haut ■ moyen ■ bas

Degré de fissuration :

haut ■ moyen ■ bas

**Fréquence potentielle du phénomène :**

- décennale
- annuelle
- saisonnière
- mensuelle
- continue
- autre

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°4

**Situation :**

Début 574'384, 90'241  
Fin 574'403, 90'133

**Extension :** zonale ■ linéaire ■ ponctuelle



**Caractéristiques du cours d'eau :**

- torrent des Planereuses
- régime nivo-glaciaire
- captage d'eau destiné à la centrale d'Emosson.

**Purge :**

- l'installation est purgée une à deux fois par année manuellement.

**Caractéristiques du phénomène :**

Région : Jurette  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 100 m

**Degré de dangerosité :** moyen

**Caractéristiques du phénomène :**

Région : Forêt des Planereuses  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 160 m

**Degré de dangerosité :** moyen

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- période de gel / dégel
- fortes variations de températures.

**Remarque :**

- le risque de chutes de pierres engendré par la faune est important dans ce secteur.

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°5

Partie 2

**Type d'aléa :** laves torrentielles

**Situation :**

Début 573 935, 89 065  
Fin 573 901, 88 829

**Extension :** zonale    linéaire    ■ ponctuelle



**Description spécifique de l'aléa :**

- déclenchement de laves torrentielles à partir de la face E du Treutse Bô (2917 m).
- ces laves torrentielles peuvent atteindre le sentier du Tour du Mont-Blanc environ 1000 m plus bas dans le fond de la vallée, à 1400 m.

**Remarque sur la dynamique du phénomène :**

- cette lave torrentielle transite à travers un cône d'éboulis mixte (cône de Malaluy) formé par les processus gravitaires et niveaux. Elle peut ainsi s'alimenter en matériaux meubles et en blocs de plus ou moins grosse taille, facilement mobilisables lors d'un tel événement.

**Caractéristiques du phénomène :**

Région : Malaluy  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 65 m

**Degré de dangerosité :** élevé

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées

**Remarque :** -

**Fréquence potentielle du phénomène :**

- décennale
- annuelle
- saisonnière
- mensuelle
- continue
- autre

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°6

Partie 2

**Type d'aléa :** chutes de pierres, éboulement

**Situation :** 2 secteurs

Début 574251 / 89768  
Fin 573934 / 89067

**Extension :** zonale    ■ linéaire    ponctuelle



**Description spécifique de l'aléa :**

- chutes de pierres depuis la face E du Treutse Bô (2917 m).
- éboulement au printemps 2003 (?) avec des blocs de plusieurs m<sup>3</sup> (photo de droite ci-dessus) qui ont atteint le chemin du TMB sur une distance de plus de 500 m.

**Caractéristiques de la roche :**

Lithologie :  
- rhyolite

Degré d'altération :  
haut ■ moyen bas  
Degré de fissuration :  
■ haut moyen bas

**Caractéristiques du phénomène :**

Région : Malaluy  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 750 m

**Degré de dangerosité :** élevé

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- période de gel / dégel
- fortes variations des températures.

**Remarque :** -

**Fréquence potentielle du phénomène :**

- décennale
- annuelle
- saisonnière
- mensuelle
- continue
- autre

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°7

Partie 2

**Type d'aléa** : laves torrentielles

**Situation** :

Début 573935, 89065  
Fin 573901, 88829

**Extension** : zonale ■ linéaire ■ ponctuelle



**Description spécifique de l'aléa** :

- déclenchement de laves torrentielles à partir de la face SSE du Treutse Bô (2917 m).
- ces laves torrentielles peuvent atteindre le sentier du Tour du Mont-Blanc environ 1500 m plus bas dans le fond de la vallée, à 1450 m.
- une de ces laves torrentielles (photo de droite ci-dessus) transite à travers un cône d'éboulis situé au pied du Treutse Bô, et peut ainsi être alimentée fortement en matériaux meubles mobilisables.

**Remarque sur la dynamique du phénomène** :

- l'éboulis du Treutse Bô est le lieu de transit de plusieurs laves torrentielles, dont certaines atteignent le fond du val Ferret. La présence potentielle de pergélisol dans la partie sommitale de cet éboulis (2600 m) a une importance grandissante dans la question de la déstabilisation des versants suite à une dégradation du pergélisol (L'AMBIEL, 2006).

**Fréquence potentielle du phénomène** :

- décennale
- annuelle
- saisonnière
- mensuelle
- continue
- autre

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°8

**Situation** :

Début 573617, 88286  
Fin 573551, 88236

**Extension** : zonale linéaire ■ ponctuelle



**Caractéristiques du cours d'eau** :

- torrent du Treutse Bô
- régime glacio-nival
- captage d'eau destiné à la centrale d'Emosson.

**Purge** :

- l'installation est purgée une à deux fois par année manuellement.

**Caractéristiques du phénomène** :

- Région : Treutse Bô
- Dénivelé : -
- Inclinaison moyenne : -
- Longueur du tracé affecté : 80 m

**Degré de dangerosité** : moyen

**Caractéristiques du phénomène** :

- Région : Luy Joret
- Dénivelé : -
- Inclinaison moyenne : -
- Longueur du tracé affecté : 260 m

**Degré de dangerosité** : élevé

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique** :

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées

**Remarque** :

- 20 juillet 1992 : le chemin du TMB est emporté en deux endroits par des laves torrentielles.



## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°9

**Situation :**

Début 573416, 87940  
Fin 573434, 87918

**Extension :** zonale linéaire ■ ponctuelle



**Caractéristiques du cours d'eau :**

- Reuse de l'Amône
- régime glacio-nival
- captage d'eau destiné à la centrale d'Emosson.

**Purge :**

- pas de données disponibles sur les purges.

**Caractéristiques du phénomène :**

Région : L'Amône  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 30 m

**Degré de dangerosité :** moyen

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°10

**Situation :**

Début 573371, 86947  
Fin 573365, 86870

**Extension :** zonale linéaire ■ ponctuelle



**Caractéristiques du cours d'eau :**

- Reuse de l'A Neuve
- régime glacio-nival
- captage d'eau dans la retenue de La Fouly destiné à la centrale d'Emosson.

**Caractéristiques du phénomène :**

Région : L'A Neuve  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 80 m

**Degré de dangerosité :** moyen

**Description spécifique de l'aléa :**

- crue subite
- débordement
- laves torrentielles.

**Remarque sur la dynamique du phénomène :**

- 24 juillet 1996 : le lit du torrent s'est rempli de matériaux menaçant les terrains privés en rive gauche au niveau du camping. Il n'y a pas eu de débordement grave mais des curages ont été nécessaires pour éviter des débordements ultérieurs dangereux (camping).

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°11

Partie 2

**Type d'aléa** : laves torrentielles

**Situation** :

Début 573847, 85'420  
Fin 573841, 85'210

**Extension** : zonale ■ linéaire ponctuelle



**Description spécifique de l'aléa** :

- les laves torrentielles du **Merdenson** provoquent un apport très important de matériaux sur son cône de déjection. Le chemin a ainsi plusieurs fois dû être rétabli voire adapté.
- suite aux divers événements survenus dans les années 1990, une nouvelle passerelle, plus haute, a été construite en 1998 pour la sécurité des touristes.

**Remarque sur la dynamique du phénomène** :

- 20 juillet 1992 :  
→ le torrent est plein jusqu'à la hauteur de la passerelle.
- 24 septembre 1993 :  
→ hausse du lit et érosion.
- 24 juillet 1996 :  
→ cône de déjection très important à son embouchure dans la Dranse. Obstruée, elle déborde et occasionne des dégâts à des terrains privés.

**Caractéristiques du phénomène** :

Région : Granges de la Léchère  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 240 m

**Degré de dangerosité** : élevé

**Fréquence potentielle du phénomène** :

- décennale
- annuelle
- saisonnière
- mensuelle
- continue
- autre

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique** :

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées

**Remarque** : -

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°12

Partie 2

**Type d'aléa** : laves torrentielles

**Situation** :

Début 574166, 84'775  
Fin 574609, 84'155

**Extension** : zonale ■ linéaire ponctuelle



**Description spécifique de l'aléa** :

- la zone située en amont du dernier village de la vallée, Ferret, est particulièrement favorables aux processus fluviaux. En effet, pratiquement chaque année, une lave torrentielle obstrue la route (21 juillet 2007) ou détruit le pont. Ces laves proviennent de deux torrents différents :
- les **ravines des Ars ou torrent de Ferret** (photos ci-dessus)
- le **torrent des Ars**
- à chaque événement, une grande quantité de matériel obstrue la route et des travaux de remise en état sont bien sur nécessaires (nouveau pont).

**Remarque sur la dynamique du phénomène** :

- selon le cadastre des événements survenus dans le val Ferret (REY et SAAMELI 1997), le pont a été emporté par le torrent des Ars le 26.09.1982, le 24.07.1989, le 17.07.1989, le 12.10.1990, le 8.08.1991, le 27.07.1992 et le 24.07.1996, soit en pleine saison touristique.
- le 20.07.1992, la route a été obstruée en amont de Ferret, probablement par le torrent de Ferret.

**Caractéristiques du phénomène** :

Région : Forêt de Ferret, Les Ars  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 780 m

**Degré de dangerosité** : moyen - élevé

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique** :

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées

**Remarque** : probabilité d'occurrence d'un événement annuel très forte.

**Fréquence potentielle du phénomène** :

- décennale
- annuelle
- saisonnière : juillet-août-septembre
- mensuelle
- continue
- autre

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°13

Partie 2

**Type d'aléa** : laves torrentielles

**Situation** :

Début 574'821, 84'000  
Fin 574'906, 83'862

**Extension** : zonale linéaire ■ ponctuelle



**Description spécifique de l'aléa** :

- ce petit torrent (sans nom sur la carte nationale de la Suisse) peut occasionner des laves torrentielles qui atteignent les chemins d'accès aux alpages des Ars Dessus et de la Peule.
- le 17 mai 2007, un événement s'est produit (photos ci-dessus) et a obstrué la route d'accès à l'alpage des Ars Dessus.

**Remarque** :

- la route d'accès à l'alpage des Ars Dessus, située 30 m en amont de celle menant à l'alpage de la Peule, permet de diminuer l'extension de l'épandage. Les laves torrentielles n'atteignent ainsi pas nécessairement le chemin du TMB.

**Caractéristiques du phénomène** :

Région : Les Ars  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 160 m

**Degré de dangerosité** : moyen

**Fréquence potentielle du phénomène** :

- décadennale
- annuelle
- saisonnière
- mensuelle
- continue
- autre

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique** :

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées

**Remarque sur la dynamique du phénomène** : -

## ALEA GEOMORPHOLOGIQUE EVENEMENT N°14

Partie 2

**Type d'aléa** : laves torrentielles

**Situation** : 2 secteurs

Début / Fin 574'835, 83'845 / 574'731, 83'896  
Début / Fin 574'708, 83'834 / 574'734, 83'798

**Extension** : zonale linéaire ■ ponctuelle



**Description spécifique de l'aléa** :

- cette ravine (**ravines de la Peule**) peut occasionner des laves torrentielles qui atteignent en deux endroits le chemin d'accès à l'alpage de la Peule.

**Remarque** :

- le passage de la ravine peut être évité pour accéder à l'alpage de la Peule : un sentier pédestre raide et en mauvais état permet en effet de parvenir sur le chemin principal sans devoir emprunter le secteur où le torrent s'écoule.

**Caractéristiques du phénomène** :

Région : Petit Lavarsay  
Dénivelé : -  
Inclinaison moyenne :  
Longueur du tracé affecté : 170 m

**Degré de dangerosité** : moyen

**Fréquence potentielle du phénomène** :

- décennale
- annuelle
- saisonnière
- mensuelle
- continue
- autre

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique** :

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées

**Remarque sur la dynamique du phénomène** : -

**ELEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES QUI PEUVENT AFFECTER LA VULNERABILITE**

Partie 3

**CARACTERISTIQUES DU SENTIER :**

- tronçon n°1 (575'786, 94'607 / 575'952, 93'920)
- tronçon n°3 (575'873, 93'661 / 575'794, 93'092)
- tronçon n°5 (575'545, 92'351 / 575'640, 92'226)

<p><b>Structure</b></p> <p>substratum rocheux moraine ■ terre (route) route en goudron couverture détritique à granulométrie fine moyenne grossière parcours dans des zones habitées</p>	<p><b>Exposition</b></p> <p>■ non oui ■ sentier large sentier étroit protections</p>	<p><b>Etat de conservation</b></p> <p>très mauvais moyen ■ assez bon bon excellent</p>
--	--	--

<p><b>Déclivité / Pente :</b></p> <p>■ 0° - 5° 6° - 15° 16° - 25° &gt; 25°</p>
--

Présence de structures de protection : non  
Longueur du tracé affecté : -

Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique : -



**ELEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES QUI PEUVENT AFFECTER LA VULNERABILITE**

Partie 3

**CARACTERISTIQUES DU SENTIER :**

- tronçon n°17 (574'740, 84'110 / 574'680, 82'995)

<p><b>Structure</b></p> <p>substratum rocheux moraine ■ terre (route) route en goudron couverture détritique à granulométrie fine moyenne grossière parcours dans des zones habitées</p>	<p><b>Exposition</b></p> <p>■ non oui ■ sentier large sentier étroit protections</p>	<p><b>Etat de conservation</b></p> <p>très mauvais moyen ■ assez bon bon excellent</p>
--	--	--

<p><b>Déclivité / Pente :</b></p> <p>■ 0° - 5° 6° - 15° 16° - 25° &gt; 25°</p>
--

Présence de structures de protection : non  
Longueur du tracé affecté : -

Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :

- précipitations convectives  
→ averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
→ pluies généralisées



**ELEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES QUI PEUVENT AFFECTER LA VULNERABILITE**

Partie 3

**CARACTERISTIQUES DU SENTIER :**

- tronçon n°2 (575'952, 93'920 / 575'873, 93'661)
- tronçon n°4 (575'794, 93'092 / 575'545, 92'351)
- tronçon n°13 (573'362, 87'367 / 573'468, 86'096)
- tronçon n°16 (574'105, 84'970 / 574'740, 84'110)

<p><b>Structure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>substratum rocheux</li> <li>moraine</li> <li>terre</li> <li>■ route en goudron</li> <li>couverture détritrique à granulométrie fine</li> <li>moyenne</li> <li>grossière</li> <li>■ parcours dans des zones habitées</li> </ul> <p>échelles chaînes</p>
---

<p><b>Exposition</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ non</li> <li>oui</li> <li>■ sentier large</li> <li>sentier étroit</li> <li>protections</li> </ul>
---

<p><b>Etat de conservation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>très mauvais</li> <li>moyen</li> <li>assez bon</li> <li>bon</li> <li>■ excellent</li> </ul>
---

<p><b>Déclivité / Pente :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 0° - 5°</li> <li>16° - 25°</li> <li>6° - 15°</li> <li>&gt; 25°</li> </ul>
--

Présence de structures de protection : non  
Longueur du tracé affecté : -

Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique : -



**ELEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES QUI PEUVENT AFFECTER LA VULNERABILITE**

Partie 3

**CARACTERISTIQUES DU SENTIER : tronçon n°6 (575'640, 92'226 / 574'739, 92'074)**

<p><b>Structure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>substratum rocheux</li> <li>■ moraine</li> <li>terre</li> <li>route en goudron</li> <li>couverture détritrique à granulométrie fine</li> <li>moyenne</li> <li>grossière</li> <li>parcours dans des zones habitées</li> </ul> <p>échelles chaînes</p>
---

<p><b>Exposition</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ non</li> <li>oui</li> <li>■ sentier large</li> <li>sentier étroit</li> <li>protections</li> </ul>
---

<p><b>Etat de conservation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>très mauvais</li> <li>moyen</li> <li>assez bon</li> <li>■ bon</li> <li>excellent</li> </ul>
---

<p><b>Déclivité / Pente :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 0° - 5°</li> <li>16° - 25°</li> <li>6° - 15°</li> <li>&gt; 25°</li> </ul>
--

Présence de structures de protection : non  
Longueur du tracé affecté : -

Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique : -



**ELEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES QUI PEUVENT AFFECTER LA VULNERABILITE**

Partie 3

**CARACTERISTIQUES DU SENTIER :**

- tronçon n°7 (574'739, 92'074 / 574'677, 91'438)
- tronçon n°9 (574'492, 90'993 / 574'412, 90'525)

<b>Structure</b> substratum rocheux moraine ■ terre (sentier) route en goudron ■ couverture détritique à granulométrie ■ fine moyenne grossière parcours dans des zones habitées échelles chaînes	<b>Exposition</b> ■ non oui ■ sentier large sentier étroit protections	<b>Etat de conservation</b> très mauvais moyen ■ assez bon ■ bon excellent
--	---	---

<b>Déclivité / Pente :</b> 0° - 5°      16° - 25° ■ 6° - 15°      > 25°
---

**Présence de structures de protection :** non  
**Longueur du tracé affecté :** -

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**



**ELEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES QUI PEUVENT AFFECTER LA VULNERABILITE**

Partie 3

**CARACTERISTIQUES DU SENTIER :**

- tronçon n°11 (573'941, 89'036 / 573'489, 88'180)
- tronçon n°15 (573'804, 85'294 / 574'105, 84'970)

<b>Structure</b> substratum rocheux moraine ■ terre (sentier) route en goudron ■ couverture détritique à granulométrie ■ fine ■ moyenne grossière parcours dans des zones habitées échelles chaînes	<b>Exposition</b> ■ non oui sentier large ■ sentier étroit protections	<b>Etat de conservation</b> très mauvais moyen ■ assez bon bon excellent
--	---	---

<b>Déclivité / Pente :</b> 0° - 5°      16° - 25° ■ 6° - 15°      > 25°
---

**Présence de structures de protection :** non  
**Longueur du tracé affecté :** -

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives  
 → averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
 → pluies généralisées

- la pluie rend le sol mouillé, et le risque de glissade est plus important sur les cailloux humides.



**ELEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES QUI PEUVENT AFFECTER LA VULNERABILITE**

Partie 3

**CARACTERISTIQUES DU SENTIER :**  
 - tronçon n°18 (574'680, 82'995 / 573'698, 82'575)  
 - tronçon n°20 (573'515, 82'470 / 571'997, 81'997)

<p><b>Structure</b></p> <p>substratum rocheux                  moraine                  ■ terre (sentier)                  route en goudron                  couverture détritique à granulométrie fine                  moyenne                  grossière</p> <p>parcours dans des zones habitées</p> <p>échelles                  chaînes</p>	<p><b>Exposition</b></p> <p>■ non                  oui                  ■ sentier large                  sentier étroit                  protections</p>	<p><b>Etat de conservation</b></p> <p>très mauvais                  moyen                  assez bon                  ■ bon                  excellent</p>
<p><b>Déclivité / Pente :</b></p> <p>0° - 5°      16° - 25°                  ■ 6° - 15°      &gt; 25°</p>		

**Présence de structures de protection :** non  
**Longueur du tracé affecté :** -

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives  
 → averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
 → pluies généralisées

- la pluie rend ainsi le sentier boueux, et donc glissant.



**ELEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES QUI PEUVENT AFFECTER LA VULNERABILITE**

Partie 3

**CARACTERISTIQUES DU SENTIER :**  
 - tronçon n°10 (574'412, 90'525 / 573'941, 89'036)  
 - tronçon n°12 (573'489, 88'180 / 573'334, 87'006)  
 - tronçon n°14 (573'468, 86'096 / 573'804, 85'294)

<p><b>Structure</b></p> <p>substratum rocheux                  moraine                  ■ terre (chemin large)                  route en goudron                  couverture détritique à granulométrie fine                  moyenne                  grossière</p> <p>parcours dans des zones habitées</p> <p>échelles                  chaînes</p>	<p><b>Exposition</b></p> <p>■ non                  oui                  ■ sentier large                  sentier étroit                  protections</p>	<p><b>Etat de conservation</b></p> <p>très mauvais                  moyen                  assez bon                  ■ bon                  excellent</p>
<p><b>Déclivité / Pente :</b></p> <p>0° - 5°      16° - 25°                  ■ 6° - 15°      &gt; 25°</p>		

**Présence de structures de protection :** non  
**Longueur du tracé affecté :** -

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives  
 → averses intenses et orages
- précipitations cycloniques  
 → pluies généralisées



**ELEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES QUI PEUVENT AFFECTER LA VULNERABILITE**

Partie 3

**CARACTERISTIQUES DU SENTIER :**  
- tronçon n°8 (574'677, 91'438 / 574'492, 90'993)

**Structure**

- substratum rocheux
- moraine
- terre (chemin)
- route en goudron
- couverture détritique à granulométrie fine
- moyenne
- grossière
- parcours dans des zones habitées

échelles

- chaînes

**Exposition**

- non
- oui
- sentier large
- sentier étroit
- protections

**Etat de conservation**

- très mauvais
- moyen
- assez bon
- bon
- excellent

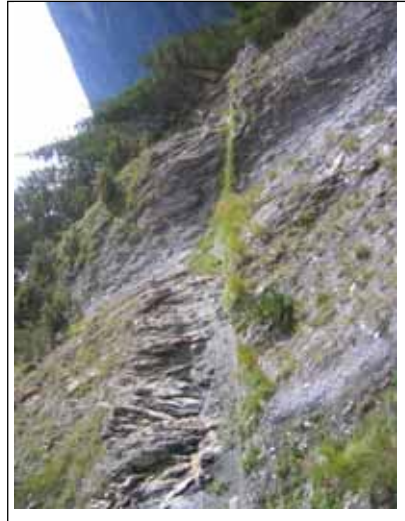
**Déclivité / Pente :**

- 0° - 5°
- 6° - 15°
- 16° - 25°
- > 25°

**Présence de structures de protection :** oui  
**Longueur du tracé affecté :** 130 m

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives
- averses intenses et orages
- précipitations cycloniques
- pluies généralisées



**ELEMENTS GEOMORPHOLOGIQUES QUI PEUVENT AFFECTER LA VULNERABILITE**

Partie 3

**CARACTERISTIQUES DU SENTIER :**  
- tronçon n°19 (573'698, 82'575 / 573'515, 82'470)

**Structure**

- substratum rocheux
- moraine
- terre (chemin)
- route en goudron
- couverture détritique à granulométrie fine
- moyenne
- grossière
- parcours dans des zones habitées

échelles

- chaînes

**Exposition**

- non
- oui
- sentier large
- sentier étroit
- protections

**Etat de conservation**

- très mauvais
- moyen
- assez bon
- bon
- excellent

**Déclivité / Pente :**

- 0° - 5°
- 6° - 15°
- 16° - 25°
- > 25°

**Présence de structures de protection :** non  
**Longueur du tracé affecté :** -

**Variations météorologiques qui peuvent amorcer ou augmenter le danger géomorphologique :**

- précipitations convectives
- averses intenses et orages
- précipitations cycloniques
- pluies généralisées





## VULNERABILITE TOURISTIQUE

Partie 4

### Type de pratiques touristiques :

- excursions :
  - à pieds
  - mountain bike
  - à cheval/mulet
- sports :
  - randonnée pédestre
  - randonnée glaciaire
  - randonnée à ski
  - ski
  - escalade
  - autres

### Types de structures présentes

- camping
- cabanes / bivouacs
- structures résidentielles / hôtelières
- remontées mécaniques

### Fréquence touristique relative

- haute
- moyenne
- basse

### Eléments d'intérêts touristiques

- géomorphologiques
- géologiques
- floristiques
- faunistiques
- socio-culturels
- sportifs
- autres

### Saison touristique dominante

- toute l'année
- été
- automne
- hiver
- printemps
- mi-mai, juin

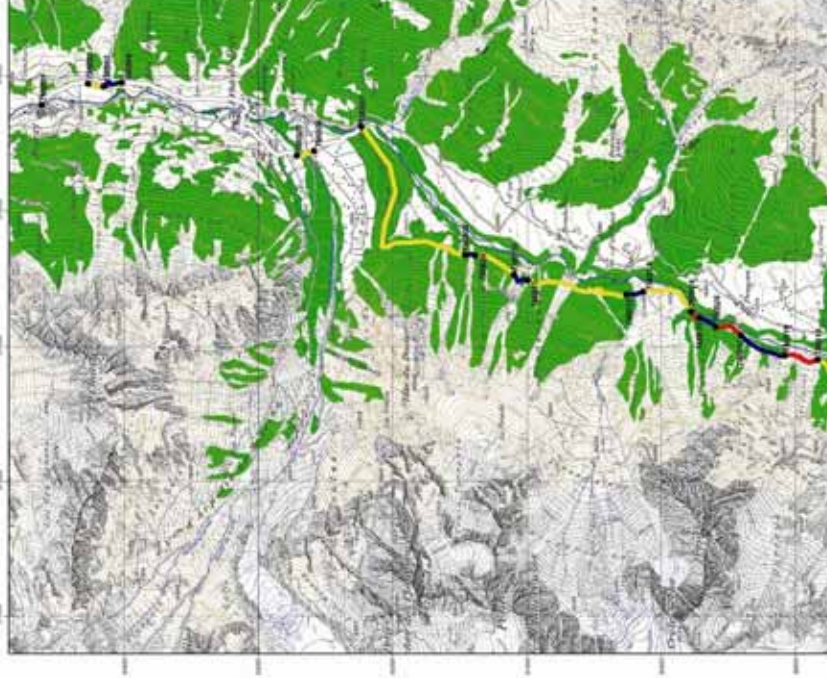
## RISQUE GEOMORPHOLOGIQUE

Partie 5

### Description des données utilisées pour obtenir la carte de risque :

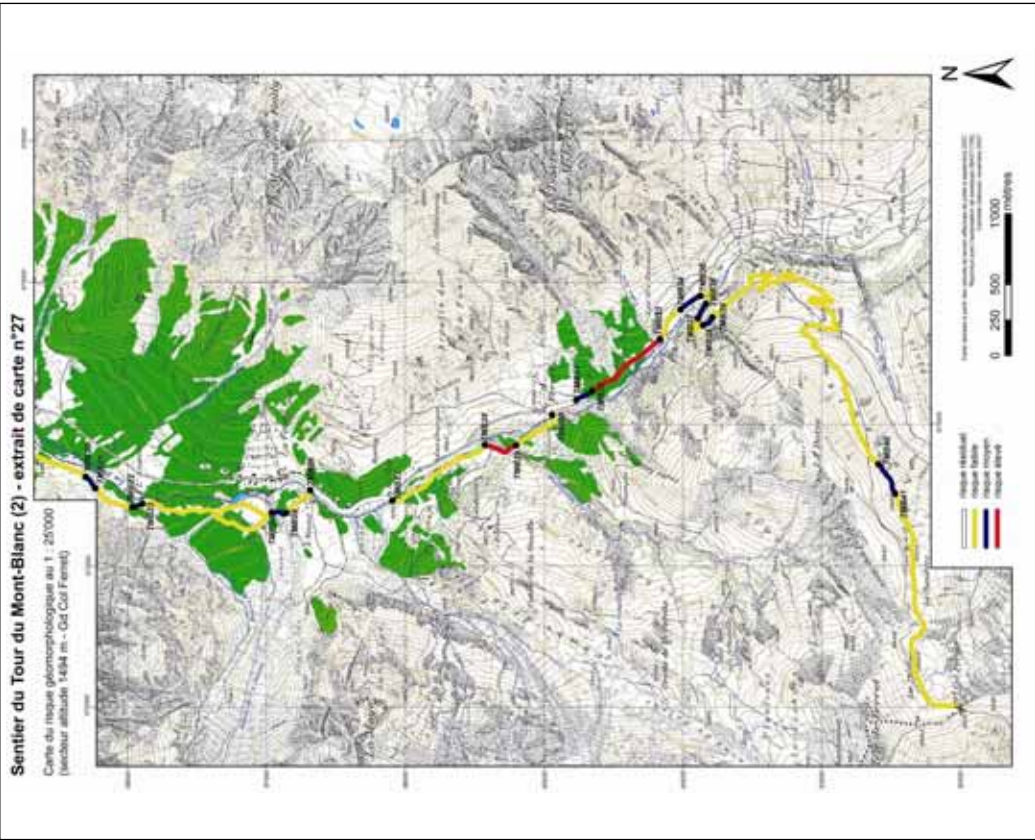
En mettant en relation les aléas géomorphologiques (partie 2) affectant les sentiers et les niveaux de difficulté de chaque tronçon composant l'itinéraire (partie 3), il est possible d'obtenir les cartes des risques suivantes.

Sentier du Tour du Mont-Blanc (1) - extrait de carte n°26  
Carte du risque géomorphologique au 1 : 25 000 (secteur Isère - altitude 1404 m)



Risque Faible  
Risque Moyen  
Risque Fort

0 250 500 1000 mètres



## **ANNEXE 5 : Cadastre des événements du Val Ferret (modifié, selon REY et SAAMELI, 1997)**

### **A.5.1 Cadastre**

#### **18 octobre 1846**

*Dranse - Orsières/Entremont*

Inondation par fonte des premières neiges et pluies de 58 heures. 13 ponts emportés, routes endommagées, maisons et terrains détruits (Fr. 21'000.-) (PFISTER et HÄCHLER, 1990).

#### **3 juillet 1900**

*Dranse et torrents non-localisés*

Crue de la Dranse. Deux ponts sont arrachés sur la route de Ferret (laves torrentielles ?) (PFISTER et HÄCHLER, 1990).

#### **juillet 1920 : rupture d'une poche d'eau glaciaire**

*Reuse de Saleina*

Crue du torrent de Saleina suite à une rupture de poche glaciaire. 400 m<sup>3</sup> de bois emportés. Praz-de-Fort menacé (PFISTER et HÄCHLER, 1990).

#### **3 août 1928 : rupture d'une poche d'eau glaciaire**

*Reuse de Saleina/Dranse*

Rupture de poche glaciaire au Glacier de Saleina (cf. 1920) avec crue dans le Val Ferret. Dégâts à Orsières (Fr. 10'657.- : dont 67% aux cultures). 32 personnes touchées (PFISTER et HÄCHLER, 1990).

#### **19 septembre 1943**

*Torrent de l'Amonaz*

Le torrent de l'Amône a débordé et complètement changé de lit en couvrant une grande quantité de prés et coupant la route sur une longueur de près de 30 m (FORMAZ, 1943).

#### **août 1945**

*Reuse de Saleina, Reuse de l'Amône*

En août 1945, ces deux torrents comblent leur lit par l'apport de matériaux charriés. La Reuse de Saleina détruit ses anciens ouvrages de protection et se répand sur les champs de Praz-de-Fort (DTPV, 1945).

#### **1947**

*Reuse de l'A Neuve*

Débordement et crue subite (BAUMELER, 1987).

**3 août 1962**

*Torrents Tollent, de l'Amonaz, de Ferret, et de la Seiloz*

Ponts emportés (EMONET, 1996).

**1970**

*Reuse de l'A Neuve*

Débordements et crues subites (BAUMELER, 1987).

**26 septembre 1982**

*Torrent des Ars*

Pont emporté (EMONET, 1996).

**Lave torrentielle**

*Torrent Tollent*

Accident mortel d'une fille emportée par le torrent Tollent (Nouvelliste du 24.07.1987).

**11 octobre 1987**

*non-localisé*

Interruption des routes dans le Val Ferret (RÖTHLISBERGER, 1988).

**1988**

*non-localisé*

Mention de l'année 1988 comme année à forts débits dans une lettre de la commune d'Orsières (LCO du 16.11.92). Interruption de routes dans le val Ferret (RÖTHLISBERGER, 1991).

**3 août 1988**

*Torrents de l'Amonaz et de Ferret*

Ponts emportés (EMONET, 1996).

**24 juillet 1989**

*Torrent des Ars*

Pont emporté (EMONET, 1996).

**17 août 1989**

*Torrent des Ars*

Pont emporté (EMONET, 1996).

### **10 juillet 1990**

*Reuse de l'A Neuve/ Reuse du Dolent*

L'effondrement de la moraine du glacier du Mont-Dolent a provoqué une coulée de matériaux sur le cône de la Reuse de l'A Neuve et a recouvert quelques champs situés dans la partie supérieure de ce cône (BIANCO, 1993).

Une masse morainique désagrégée d'environ 25'000 m<sup>3</sup> est descendue dans la Reuse du Dolent (autre lieu cité : « Combe des Fonds ») (Nouvelliste 12.07.1990).

Le 10 juillet, la moraine glaciaire du Dolent lâche 25'000 m<sup>3</sup> de matériaux et quelque 6'000 m<sup>3</sup> finissent leur course dans les prés de l'A Neuve (Nouvelliste 07.08.1992).

### **12 octobre 1990**

*Torrent des Ars*

Pont emporté (EMONET, 1996).

### **12 juillet 1991**

*Dranse et torrents non-localisés*

Un orage a modifié le lit des rivières en plusieurs endroits et endommagé quelques terrains. Des terrains sont endommagés par des coulées de boues provenant d'une ravine.

### **8 août 1991**

*Torrents des Ars, Idrou, de la Fouly, de la Seiloz, Reuse de Saleina, Dranse*

Suite à de violents orages, la route du Val Ferret a dû être fermée au-dessus de Branche d'En-Haut. La crue a emporté plusieurs ponts en bois (Tollent, Seiloz, Amônaz et les Ars). Le lit de la Dranse est comblé à l'embouchure des torrents des Ars, I Drou, de la Fouly, de la Seiloz, et de la Reuse de Saleina (Nouvelliste 09/10.08.1991 ; PVO du 27.08.1991 et 11.10.1991 ; EMONET, 1996 ; RÖTHLISBERGER, 1991).

### **20 juillet 1992**

*Torrents des Ars, de Ferret, de la Fouly, de la Seiloz, Lui Joret, Reuse de l'A Neuve, du Dolent, Le Merdenson; Dranse aux Ars, au Darbé et à Prayon*

Un orage d'une rare violence s'est abattu sur le haut du Val Ferret le 20 juillet 1992 entre 19h30 et 22h00. De nombreux torrents sont obstrués. Le torrent de la Fouly a débordé 50 m en amont du passage de la piste de fond vers 21h30 et a obstrué la route. Les dégâts sont les suivants :

- la route cantonale est obstruée à deux reprises en amont de Ferret ;
- le chemin de Plan-de-la-Chaux est coupé à trois endroits ;
- le torrent du *Merdenson* est plein jusqu'à la hauteur de la passerelle ;
- dans la *Combe des Fonds*, la digue amont a été ravinée du côté du torrent ; le torrent menace de déborder en direction de Larteron ; en amont des digues, la situation est bonne.
- au Darbé, la *Dranse* passe à gauche de la digue de la rive gauche ;
- la *Reuse de l'A Neuve* menace de déborder 200 m en amont de la passerelle qui a été emportée et ne pourra pas être reconstruite (lit trop large) ;
- le *torrent de la Fouly* est obstrué sur environ 200 m en amont de la piste de fond ;

- le torrent de la Seiloz est obstrué à la hauteur de la route forestière ;
- dans le secteur en aval de la cabane des gémissons aux Ars, la Dranse a à nouveau emporté le chemin et détruit à 80% le travail de correction effectué durant le printemps 1992 ;
- la Ravine de Lui Joret a emporté à deux endroits le chemin du Tour du Mont Blanc ;
- la passerelle de Prayon (Dranse) a été emportée et ne pourra être reconstruite au même emplacement. Le lit de la Dranse est à la hauteur du sommet des culées ;
- les chemins du secteur sont fortement ravinés ; (Nouvelliste 21.07.1992 / PVO du 21.07.1992 et 21.10.1992 ; RÖTHLISBERGER, 1992 ; EMONET, 1996).

### **27 juillet 1992**

*Torrents des Ars, de l'Amonaz et Tollent*

Ponts emportés (EMONET, 1996) (*date probablement fausse, car pas de pluies !*).

### **31 août 1992**

*Reuse de Saleina, du Dolent ; Dranse à Issert, à Lavari, au pont de la Djurette, à Prayon, entre Prayon et la Seiloz*

L'orage du 20 juillet 1992 ainsi que celui du 31 août 1992 ont apporté de très importantes modifications au lit des rivières, de nombreuses érosions et quelques débordements. Les dégâts constatés après le 31 août 1992 peuvent difficilement être distingués de ceux datant du 20 juillet 1992 (pluies en juillet 1992 : 75,6 l/m<sup>2</sup> ; août 1992 : 68,3 l/m<sup>2</sup>) (cf. LCO 16.11.1992).

- *Dranse à Issert* : exhaussement du lit de la Dranse (environ 1.5 m). Erosion des berges en aval du pont Charrex.
- *Reuse de Saleina* : obstruction du lit de la Dranse et érosion des rives spécialement en rive gauche.
- *Dranse au Pont de la Djurette* : amoncellement de matériaux en amont et en aval du pont. En aval, le niveau du lit s'est élevé de plus de 1 mètre.
- *Dranse à la passerelle de Prayon* : fortes érosions des berges de la rive droite, sous le chalet Rausis à Leudane. Débordement dans la forêt en face de Prayon (rive gauche).
- *Reuse du Dolent* : le lit a été comblé sur le cône.
- *Dranse entre Prayon et la Seiloz* : le lit a été déporté en rive droite provoquant des érosions et l'éboulement d'un talus. (PVO du 09.09.1992 et 21.10.1992/ LCO du 16.11.1992; BIANCO, 1993).

### **24-25 septembre 1993**

*Reuse de Saleina, du Dolent, Le Merdenson ; Dranse à Issert, à Lavary, à Leudane*

Violents orages avec hausse du lit et érosion (PVO 06.10.1993 et 20.10.1993).

### **24-25 juillet 1996**

*Torrents de Combe à Paron, des Ars, de Ferret, de la Fouly, de la Seiloz, Idroz, Reuse de l'A Neuve, du Dolent, de l'Amône, le Merdenson ; Dranse à l'entrée de la Fouly, à la Jurette, à Lavari, à la galerie de la Sasse, au pont du Revers, aux Arlaches, à Issert.*

Un violent orage (précipitations de 123,5 mm en 24h à La Fouly) occasionne de nombreux dégâts par débordements et érosions. Plusieurs ponts en bois sont emportés. (Coûts totaux

estimés à 1'000'000.-). Les détails de cet événement sont reportés dans l'annexe 3. (Dossier d'enquête, 1996).

## A.5.2 Références bibliographiques

BAUMELER (1987), Lettre de M. BAUMELER du 20 juillet 1987 au conseiller d'Etat Bernard BORNET.

BIANCO P. (1993), Historique du bassin 27: la Dranse. Inédit.

DTPV (1945), Correction des torrents du val Ferret. Département des travaux publics du Valais (DPTV).

EMONET (1996), Communiqué de M. EMONET le voyer de l'arrondissement V de 1960 à 1993. (Période 1966-1979 non disponible).

FORMAZ (1943), Lettre écrite par M. Marcel FORMAZ de Praz-de-Fort en remplacement du cantonnier Julien CHETAZ. Praz-de-Fort, 20.09.1943.

LCO (21.12.1990), Lettre de la commune d'Orsières du 21.12.1990.

POLICE CANTONALE (1948), Eboulement au torrent « Tollent », Val Ferret. Rapport de la police cantonale, poste d'Orsières, 12.06.1948.

PVO (21.10.1992), Procès Verbal de la Commune d'Orsières 21.10.1992.

PFISTER C. et HÄCHLER S. (1990), *Hochwasserkatastrophen im schweizerischen Alpenraum seit dem 14. Jahrhundert : eine Umweltgeschichtliche Untersuchung*. Schlussbericht Projekt B1 : Historische Hochwasser. Bern, Historisches Institut der Universität Bern, Bundesamt für Wasserwirtschaft, 66 p.

RÖTHLISBERGER G. (1991), *Chronik der Unwetterschäden in der Schweiz*. Berichte der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), n° 330, 122 p.

RÖTHLISBERGER G. (1992), *Quand le ciel déverse ses eaux : une chronique des dégâts causés par les intempéries en Suisse*. Arguments de la recherche 4, 3-10.

ZELLER J. et RÖTHLISBERGER G. (1988), Unwetterschäden in der Schweiz im Jahre 1987. *Wasser, Energie, Luft*, 80, 1/2 : 29-42.

