

Les risques naturels dans le Val d'Anniviers : risques objectifs, perception et gestion

Institut de Géographie
Sous la direction du
Professeur J. Winistörfer

Mémoire présenté par
Alain Tesar

TB
12.858

Médiathèque VS Mec



101095537

2

72 12 858



Remerciements

Mes remerciements s'adressent

À la population du Val d'Anniviers, pour leur accueil chaleureux et pour leur gentillesse lors des entretiens.

Au président de la commune d'Ayer, M. Epiney, ainsi qu'au président de la commune de Grimentz, M. Rouvinez qui par leur disponibilité, leurs connaissances et leurs conseils m'ont permis de saisir les enjeux de la gestion des risques.

Au géologue cantonal, M. Charly Berthoud, pour sa disponibilité et pour les informations géologiques générales qu'il m'a fournies, ainsi que pour la description des risques principaux du Val d'Anniviers.

À Dominique Guex, pour sa relecture attentive et ses suggestions d'amélioration pertinentes.

Au professeur M. Marthaler, pour m'avoir mis à disposition une précieuse documentation que sont le rapport du CERG et la carte géologique n 1307 de Vissoie.

Finalement, à mon professeur, M. J. Winistörfer, pour m'avoir orienté sur le Val d'Anniviers, pour ses suggestions d'amélioration et qui m'a suivi durant ce long travail d'investigation.

TABLE DES MATIERES

1. Introduction	p. 1
2. Présentation de concepts permettant de mieux cerner la problématique: Aléa, vulnérabilité, sécurité, risque, danger et catastrophe	p. 3
2.1 Aléa	p. 3
2.2 Vulnérabilité	p. 3
2.3 Sécurité	p. 4
2.4 Risque	p. 4
2.5 Danger	p. 6
2.6 Catastrophe	p. 6
3. Nouveau regard sur la géographie physique intégrant mieux la géographie humaine	p. 8
3.1 Elimination du risque, nouvelles perspectives	p.10
4. Problématique et méthodologie	p.12
5. Les risques objectifs ou description de l'espace naturel	p.13
5.1 Situation géographique et contexte géologique	p.13
5.2 Contexte géologique et géomorphologique favorisant les catastrophes	p.16
5.3 Particularité des gneiss et des schistes du socle Paléozoïque du Val d'Anniviers	p.18
5.3.1 Les gneiss	p.18
5.3.2 Les schistes	p.19
5.3.3 Le fauchage	p.20
5.4 Le glissement de terrain et l'éboulement	p.20
5.5 Les avalanches	p.22
5.6 Le climat actuel et les précipitations	p.24
5.7 Evolution du climat durant le Tardiglaciaire et l'Holocène, l'apport de la palynologie	p.26
5.7.1 Diagrammes polliniques: interprétation et commentaires	p.27
5.8 Les catastrophes antérieures, sources historiques	p.29

6. Localisation des formes et des dangers	p.31
6.1 Glissements et instabilités	p.31
6.2 Eboulements et chutes de blocs	p.36
6.3 Laves torrentielles et couloirs d'avalanches dans la vallée de Zinal	p.42
6.4 Les avalanches	p.45
7. La perception des risques selon les acteurs	p.46
7.1 Un siècle de transition dans le Val d'Anniviers, rappel historique	p.46
7.2 La perception, l'espace et les processus cognitifs	p.49
7.3 Caractérisation du risque par Burton, Kates & White et tentative d'explication par la théorie de la dissonance cognitive	p.49
7.4 Questionnaire: analyse des résultats	p.54
7.4.1 Les différents seuils de Burton, Kates et White	p.55
7.4.2 Minimiser le risque couru	p.57
7.4.3 Chercher à justifier son comportement	p.58
7.4.4 Minimiser la dissonance	p.59
8. La gestion des risques	p.60
8.1 Bref historique de la gestion des milieux montagnards	p.60
8.2 Bref rappel du cadre législatif	p.64
8.3 Surveillance et utilisation de méthodes de prévision comme moyens de prévention des catastrophes ou mesures passives de prévention	p.66
8.4 Inventaire des mesures de prévention et de protection dans le Val d'Anniviers: mesures passives et actives	p.67
8.4.1 Commune de Saint-Luc	p.67
8.4.2 Commune de Grimentz	p.73
8.4.3 Commune d'Ayer	p.77
9. Synthèse et conclusion	p.84
10. Bibliographie	p.86
11. Annexes	p.90

Les risques naturels dans le Val d'Anniviers : risques objectifs, perception et gestion.

1. Introduction

L'homme entretient un rapport étroit avec le milieu dans lequel il vit depuis des milliers d'années. Pour survivre dans des espaces aux conditions de vie variées, il a dû s'adapter et utiliser les richesses que la nature a pu lui offrir. Ainsi, différents "genres de vie" se sont façonnés au cours des temps, en fonction des zones géographiques ou climatiques. Selon la théorie vidalienne, les pratiques humaines sont issues d'une succession d'adaptations au milieu et d'utilisations diverses des richesses mises à disposition. Cette conception possibiliste de la géographie est résumée en ces termes, "la nature propose, l'homme dispose". Elle vient compléter la théorie déterministe qui prévalait jusque là. En effet, selon Ratzel et Ritter de l'école allemande, l'influence du milieu physique est prépondérante dans l'histoire des peuples. Les supports physiques tels que sols, climats ou végétation déterminent les formes d'implantation. Vidal de la Blache ajoute à cette théorie l'idée que l'homme dispose de plusieurs alternatives d'adaptations pour un milieu donné. Nous voyons que ces paradigmes de la géographie humaine peuvent être remis en question ou être discuté, mais là n'est pas le dessein de mon travail.

Néanmoins, il me semble important de retenir les idées principales, utiles à la compréhension de la géographie des risques. Les conditions environnementales jouent un rôle important dans la constitution des pratiques humaines, dans la perception des phénomènes naturels et dans la gestion de l'espace. Le manque de moyens pour se soustraire aux catastrophes naturelles a forgé des mythes et des croyances sur la nature se répercutant sur l'espace vécu qui n'est rien d'autre que l'espace perçu et l'espace géré.

Nous voyons donc rapidement que les notions d'espace, de perception et de gestion se trouvent au cœur de la géographie des risques.

L'adaptation et la connaissance de l'espace vécu ont abouti à une certaine expérience. Ainsi, les sociétés humaines s'efforçaient d'éviter soigneusement les endroits qui ne leur étaient pas favorables et préféraient s'installer là où ils pouvaient prospérer en relative sécurité.

Le rapport entre l'homme et son territoire est resté pratiquement inchangé jusqu'au XIX^e siècle. Mais c'est durant le XX^e qu'il s'est profondément modifié. Les progrès scientifiques dans des domaines aussi variés que la médecine, les transports, la construction, l'énergie, etc. ont contribué à la transformation du mode de vie des populations dans leur environnement. La nature est devenue peu à peu un élément secondaire qui ne revêt plus une importance aussi considérable qu'auparavant. Progressivement, une méconnaissance, voire un oubli de la nature s'est installé.

Ces nouveaux comportements se sont traduits par l'appropriation et l'occupation de nouveaux territoires qui étaient jusque là inoccupés. De plus, les villes ont pris une

importance croissante, notamment par la part de la population mondiale y vivant. Les risques s'y concentrent et y sont amplifiés, en relation avec la croissance des mégapoles. Les innovations technologiques ont permis à l'homme de se soustraire en quelque sorte à la nature, mais en contrepartie il s'expose plus qu'auparavant aux dangers naturels. Ces progrès lui permettent de mieux vivre, mais parallèlement des problèmes nouveaux apparaissent, qu'il va falloir gérer de manière globale. Il sera donc intéressant d'étudier ces comportements issus des nouvelles pratiques de l'espace.

Ces considérations générales nous amènent à voir comment les sociétés ont évolué localement et comment leur environnement est perçu et géré. Dans un pays au relief marqué et fortement sujet aux phénomènes naturels comme le nôtre, il m'a semblé pertinent de me focaliser sur le canton du Valais qui historiquement a été frappé par plus de catastrophes que les cantons voisins.

Le choix s'est d'abord porté sur le Mattetal dans le Haut-Valais, où les événements catastrophiques ont été nombreux ces dernières années (éboulement-écroulement de Randa en avril et mai 1991, laves torrentielles du Ritigraben en septembre 1993, inondation de Brigue en septembre 1993, etc.). Finalement, sur les conseils de mon professeur, je me suis décidé pour le Val d'Anniviers. Cette vallée latérale présente l'avantage de comprendre des phénomènes variés et d'être passablement habitée. L'aspect perception et gestion de la population est devenu la préoccupation de ce travail.

Notons que le Valais s'est profondément transformé durant ce siècle et bien entendu, le Val d'Anniviers a aussi vécu ce bouleversement, mais à son rythme. Les secteurs d'activité principaux ont évolué, les loisirs et le tourisme sont devenus prépondérants. Finalement, des infrastructures ont été construites pour répondre à ce nouveau mode de vie: téléskis, télécabines, hôtels, résidences secondaires, etc. ont alors fleuri.

Suite à ces nouveaux aménagements, apparaissent de nouvelles questions. La sécurité des gens est-elle toujours garantie? En s'appropriant de nouveaux espaces, ne s'expose-t-on pas plus aux catastrophes naturelles qu'auparavant? Les risques de ne sont-ils pas amplifiés par le développement humain?

Ces questions alimenteront ma problématique et c'est autour de ces concepts d'exposition au risque, de vulnérabilité et de catastrophes naturelles que mon travail s'articulera.

En définitive, le dessein de ce mémoire sera de recenser quels sont les risques naturels objectifs qui menacent la vallée, comment sont-ils perçus par la population et comment sont-ils gérés?

2. Présentation de concepts permettant de mieux cerner la problématique : Aléa, vulnérabilité, sécurité, risque, danger et catastrophe

Avant d'aller plus loin dans ce travail, il me semble essentiel de donner les définitions des termes qui seront utilisés. Selon l'auteur et le domaine d'étude, les acceptions peuvent varier. Je m'efforcerai de donner le plus d'éléments possibles qualifiant chaque terme, car les définitions s'interpénètrent.

2.1 Aléa

L'aléa correspond à la probabilité d'occurrence d'un phénomène (glissement de terrain, inondation, séisme, etc.). En latin, *alea* signifie coup de dés. Nous voyons que ce terme implique une idée de hasard ou d'incertain. On n'a pas connaissance de l'instant où surviendra l'événement, en revanche son mécanisme et le type de dégâts qu'il peut occasionner sont eux relativement bien connus. L'aléa peut aussi qualifier l'événement catastrophique en soi. Selon le contexte, il est une probabilité et/ou la réalisation de celle-ci.

2.2 Vulnérabilité

Les infrastructures construites dans une zone exposée à des risques de catastrophe présentent un caractère vulnérable. La vulnérabilité se définit par les dommages causés aux biens d'une population par une catastrophe. Elle peut être réduite par la capacité d'une zone habitée à se protéger en cas d'aléa.

Cette atténuation (mitigation) dépend de nombreux paramètres, comme le pouvoir destructeur de l'aléa, la qualité de la construction des bâtiments, l'aptitude de la population à bien réagir face au danger, la protection et la gestion des dangers par les autorités.

A partir de la compréhension du mécanisme de l'aléa et des conditions amenant à sa manifestation dans un lieu donné, une cartographie de la vulnérabilité peut être effectuée. Pour cela, il faut recenser toutes les infrastructures susceptibles d'être détruites en cas d'occurrence. C'est grâce à ces cartes qu'une prise en compte du risque est établie.

Ce concept de vulnérabilité est relativement récent dans l'histoire humaine. En effet, c'est à partir du moment où l'homme s'est sédentarisé et s'est mis à construire des villages, puis des villes, qu'il a commencé à s'exposer aux risques naturels. La fixation des hommes a impliqué la concentration des biens qui a engendré la vulnérabilité. Ce n'est que récemment qu'une prise de conscience s'est réellement constituée.

Elle a débuté en 1755, suite au tremblement de terre de Lisbonne. Jean-Jacques Rousseau, en divergence avec Voltaire, s'était exprimé en attribuant la gravité de l'impact de cette catastrophe à l'homme et non pas à la nature. Depuis, les idées ont peu évolué. C'est à partir de la fin de la deuxième Guerre Mondiale qu'un changement d'attitude face aux risques s'est développé. Le triplement de la population mondiale et l'augmentation de la taille des villes, occasionnant une prise de possession de l'espace dans des zones à risques, rendant les hommes et les infrastructures plus vulnérables, y ont contribué.

2.3 Sécurité

La sécurité des personnes et des groupes humains dans un milieu naturel est liée, en général, à la fois à "la sécurité intrinsèque de ce milieu, et à la capacité des acteurs à s'adapter à l'état du risque et à répondre positivement aux accidents"¹. Aussi, "la sécurité est en général perçue, par une personne ou par un groupe, comme une situation de vie et d'activité génératrice de confiance et de tranquillité d'esprit"¹.

D'une situation de sécurité résulte la pensée ou l'intuition qu'il n'y a pas de danger à redouter ou que les conséquences des risques acceptés seront réparables par soi ou par la population, dans un bilan d'ensemble positif. La sécurité conditionne largement les investissements et les aménagements humains.

2.4 Risque

Le "risque est le produit d'un aléa donné et des dommages que cet aléa est susceptible d'occasionner en un lieu donné"². Il est aussi défini par le produit de la probabilité d'occurrence de l'aléa par la vulnérabilité.

Lors de l'appréciation du risque, l'étude de ce qui peut être détruit ou endommagé paraît donc indispensable.

Cette remarque fait apparaître l'importance de la cartographie des risques en tant qu'outils de communication et de décision servant à la prise de conscience ou à une meilleure perception du milieu de la part de tous les acteurs.

Lors de la cartographie, différents types de risques peuvent se révéler. Ceux-ci dépendent de l'imbrication variable de paramètres physiques et anthropiques. Par exemple, le risque sismique n'est pas vraiment à craindre en Valais, le canton étant faiblement urbanisé. En revanche, les glissements de terrains, les éboulements ou les écroulements sont à redouter lors d'un tremblement de terre. La juxtaposition des aléas définis par les géologues et la répartition des éléments exposés (populations et infrastructures) permet d'aboutir à une carte des risques.

Les paramètres caractérisant un risque sont les suivants: la fréquence, la durée, l'extension, la rapidité, la dispersion et l'espacement.

- La fréquence est définie par son temps de retour (une sécheresse ou un glissement survenant tous les 50 ou 2'000 ans en moyenne).
- La durée est le temps durant lequel se produit un événement.
- L'extension correspond à la surface atteinte par une catastrophe.
- La rapidité correspond à la vitesse de l'irruption de la catastrophe.
- La dispersion distingue l'espace touché par la catastrophe (diffus ou concentré).
- L'espacement complète la notion de fréquence en y ajoutant une idée de constance (régulier ou aléatoire).

La figure ci-dessous résume ces paramètres. Les cas extrêmes sont la sécheresse et le séisme.

¹ M.Penel & O.Marco (1992), Aspects socio-économiques de la gestion des risques, ETUDE Montagne N° 2

² Groupe CHAM'S (1994), Enseigner les risques naturels, p.115

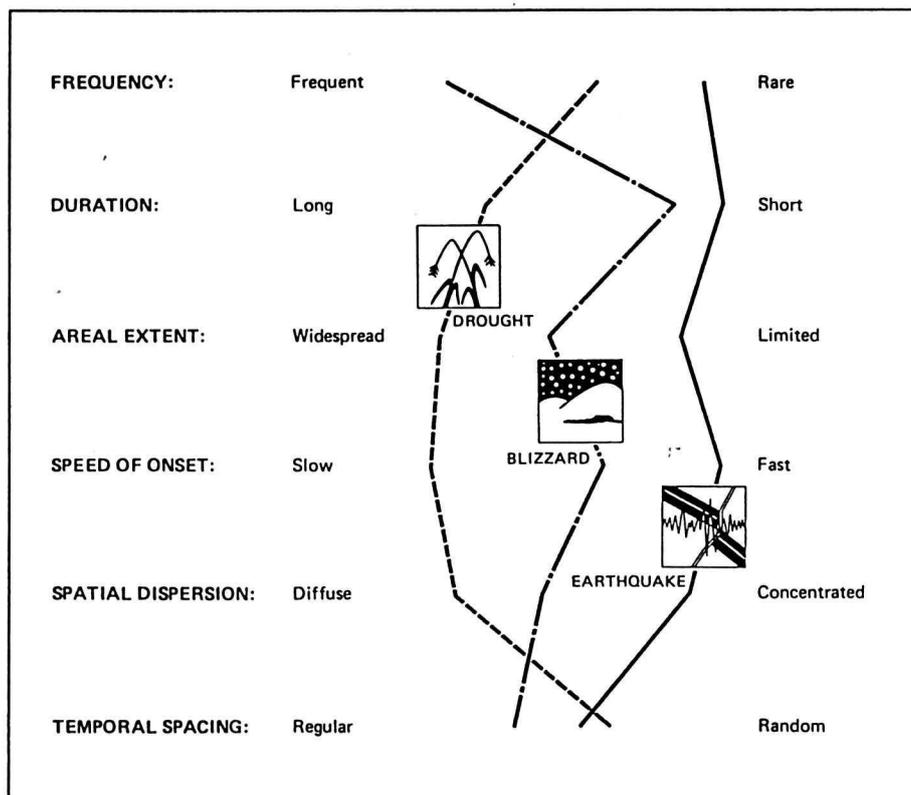


Fig. n°1: Typologie des différents risques selon Burton, Kates & White (1978)

Cela nous amène à voir que le risque est variable et que son appréhension dépend de la prise en considération de toutes les variables. Nous avons vu l'influence de la nature, voyons maintenant l'influence humaine.

En considérant une société développée et une autre en voie de développement (du point de vue matériel), les réactions et les possibilités de réaction face aux risques seront différentes. Les comportements sont principalement conditionnés par le niveau technologique et par les moyens techniques qui influencent l'état de préparation face au risque et la perception de celui-ci. Ainsi, un paysan bangladais ou somalien vivant dans un pays essentiellement agricole dont les moyens techniques sont rudimentaires songera à quitter ses terres ou à attendre en cas de catastrophe. Le niveau technologique conditionne le manque d'alternatives d'actions de prévisions et de protections. Il en résulte un comportement de fatalisme ou d'espoir de non-réalisation du risque. Toutefois, si le risque se réalise il ne reste qu'à s'en aller. Par contre, dans nos sociétés, nous mettons tout en œuvre pour affronter l'éventualité, nous vivons avec le risque, nous le percevons et tentons de le limiter (gestion).

Nous acceptons le risque jusqu'à un certain point. Nous sommes d'accord de nous exposer sachant ou croyant que des mesures efficaces de protection ont été prises par les autorités. Le risque est assumé par une société tant que les avantages économiques restent supérieurs à ce qui est mis en danger (vies humaines et dégâts matériels). Il est donc un "révélateur social des relations qu'une société entretient avec son milieu"³.

De plus, on peut aussi supposer qu'une population fréquemment exposées à des événements catastrophiques développera une conscience plus aiguë du risque qu'une autre moins exposée. Le système social (quelle occupation des sols? Quelle est la situation au moment où il faut prendre des décisions?) et la nature de la menace jouent donc un rôle essentiel dans la gestion des risques. Ces éléments vont peser sur les choix des décideurs dans l'aménagement du territoire et dans l'atténuation des risques (mitigation).

Finalement dans nos sociétés, on s'aperçoit que l'individu isolé décide de moins en moins et que la phase de gestion prend le dessus sur la perception. Il se pourrait même que l'organisation croissante de l'espace par les autorités produisent une perception amoindrie des risques environnants.

2.5 Danger

Selon la définition du Larousse, le danger est "ce qui constitue une menace, un risque, qui compromet l'existence de quelqu'un ou quelque chose". Il est donc avant tout une perception subjective de crainte par l'homme face à son environnement. Il sera intéressant d'évaluer ce sentiment au travers d'un questionnaire qui mettra en lumière le regard que porte une population sur la gestion du risque dans sa vallée. Car c'est à partir de ces diverses perceptions et sensibilités que l'atténuation du danger et donc des risques s'opère.

Une autre définition nous est donnée par G.-Y. Kervern⁴:

"Le Danger est la tendance d'un système à engendrer un ou plusieurs accidents. Le Danger possède deux propriétés: sa probabilité et sa gravité. La probabilité mesure les chances qu'il a de se matérialiser. La gravité mesure l'impact de cette matérialisation par le Dommage Maximum Correspondant".

Cette définition rejoint ou recoupe les concepts de risque et de vulnérabilité; le risque serait la mesure du danger. Elle présente l'avantage d'être globale et concerne à la fois le danger inhérent à la technologie ou à la nature.

2.6 Catastrophe

La conjonction d'un aléa avec un lieu densément peuplé occasionnant de "grands" dommages matériels et des pertes humaines définissent la catastrophe. Cela étant dit, il faut ajouter quelques éléments de définition supplémentaires permettant de mieux cerner toute la problématique liée à la catastrophe, car celle-ci aborde des domaines variés et nombreux. Il faut d'abord s'apercevoir qu'elle est indissociable de l'homme.

³ I.Burton, R.Kates & G.White (1978), The environment as hazard, p.206

⁴ G.-Y.Kervem & P.Rubise (1991) L'archipel du danger : introduction aux cindyniques, p.24

En effet, lorsqu'un glissement de terrain ou une crue se produisent dans une région reculée du monde et inhabitée, ces événements ne sont pas considérés comme des catastrophes. Par exemple, une lave torrentielle se produisant au N de la Laponie suédoise ne causera aucune victime et aucun dégât matériel, de plus elle ne sera connue de personne. Par contre, le même événement se produisant dans le Mattertal aura des conséquences dramatiquement différentes et sera fortement médiatisé. Nous voyons rapidement que cet exemple fait apparaître deux remarques, il n'y a pas de catastrophe dans une zone non habitée ou non construite et il n'y a pas de catastrophe sans que l'on en ait conscience ou sans que l'on en ait parlé. La présence des médias sur le lieu de l'événement apparaît comme un élément essentiel de la prise de conscience et de la communication d'une catastrophe.

De plus, si cette prise de conscience est suffisamment développée, les populations s'habituent à vivre avec le risque en s'efforçant de le minimiser en cas d'aléa (mitigation). Il n'y aura donc pas de catastrophe si une communauté est bien préparée, si elle sait réagir et si les mesures de protection sont efficaces.

Nous voyons donc que la catastrophe est un phénomène essentiellement anthropique lié à des causes physiques.

Notons encore qu'un phénomène donné (cause) ne produit pas toujours les mêmes effets (conséquence) selon le lieu, le degré de préparation, la perception, le niveau économique et la capacité d'une société à se protéger. D'où l'importance de la perception, de la prédétermination et de la gestion.

La bonne adaptation d'une population intégrant toutes ces notions et tous ces paramètres est susceptible d'évacuer le risque.

La définition mathématique ou physique explique la catastrophe comme un événement extrême ou exceptionnel. Elle est aussi définie comme un changement de forme ou transformation brutale. Le terme de catastrophe ne souffre absolument pas de la connotation négative qu'il a dans le sens courant. Ces propos font intervenir la notion de seuil. A partir de quel moment un événement rare ou exceptionnel se change en catastrophe?

Pour cela, l'approche statistique peut nous apporter des éléments de réponse. Une des façons de détecter les événements rares ou exceptionnels consiste sommairement à les répertorier dans le temps et en estimer la variabilité en nombre d'écart types. Par la suite, en faisant intervenir la moyenne, on peut convenir d'événements rares entre 2 et 3 écart types. Cette approche est plus fréquemment utilisée dans les cas d'avalanches ou de catastrophes climatiques. En ce qui concerne les glissements de terrain, les inondations, les éruptions ou les séismes on parle plus fréquemment de temps de retour, mais là aussi les statistiques sont utiles.

Il existe d'autres manières de penser la catastrophe, notamment en termes de système. Elle consiste en un passage brutal d'un système à un autre: "la catastrophe est ce mouvement destructeur d'un système du fait des multiples rétroactions positives qui peut conduire, mais pas toujours, à l'émergence d'un nouveau système et qui est donc aussi de ce fait un mouvement créateur. Ainsi, la catastrophe à la fois engendre le désordre ou crée de l'ordre selon que l'on se situe par rapport au système antérieur ou postérieur"⁵.

⁵ Groupe CHAM'S (1994), Enseigner les risques naturels, p.25

Finalement, la catastrophe peut être perçue comme un événement positif ou négatif selon les acteurs qui y sont confrontés. Elle joue un rôle moteur mais contradictoire dans les modifications de l'écosystème. D'une part, elle stimule les grands projets d'aménagements; on repart de rien à partir d'un lieu détruit où un nouvel équilibre s'est installé. On reconstruit en pensant à la prévention du risque. D'autre part, au contraire, on utilise le catastrophisme pour empêcher tout aménagement. Cependant, quelle que soit l'approche, la surface de la terre a toujours évolué par brusque modification de l'écoumène et il faudra s'en accommoder à l'avenir.

Dans divers ouvrages, la notion de catastrophe est aussi prise dans un sens large et caractérise les accidents qui surviennent dans l'industrie (usine chimique, centrale nucléaire), dans les transports (crash d'un avion, collision de trains) ou dans le domaine médical (transfusions). On parle alors de catastrophes technologiques, de catastrophes aériennes ou de catastrophes médicales.

Dans ce travail, je n'aborderai qu'un aspect de la catastrophe et des risques en milieu de montagne. Cependant, l'appréhension du risque technologique (rupture du barrage de Moiry) sera partiellement intégrée dans le questionnaire, afin de mieux comprendre la perception et la gestion des risques dans le val d'Anniviers.

3. Nouveau regard sur la géographie physique intégrant mieux la géographie humaine

Nous avons fait allusion dans l'introduction à la nécessité d'approcher la géographie des risques d'une manière globale rapprochant à la fois les points de vue de la géographie physique de ceux de la géographie humaine. Nous avons aussi vu qu'une catastrophe est finalement un phénomène essentiellement anthropique lié à des causes physiques. Il en ressort que la relation homme-milieu s'impose comme un élément essentiel de la géographie des risques.

Si nous considérons uniquement la partie physique de la géographie pour aborder la problématique des risques ou des catastrophes, nous nous limitons à l'espace naturel, à sa description ou à son évolution. Nous abandonnons les autres espaces, comme l'espace vécu, l'espace perçu, l'espace social, l'espace individuel, etc.. Or, pour appréhender entièrement les risques naturels dans une vallée donnée, il faut tenir compte de tous ces espaces.

En effet, lorsqu'un événement "naturel" se produit, il occasionne un bouleversement du milieu. Le réseau hydrographique, les versants et l'environnement naturel dans son ensemble sont modifiés, voire altérés. En conséquence, les pratiques humaines se trouvent aussi dégradées; par exemple les surfaces agricoles sont ravagées, les réseaux routier, électrique ou de distribution des eaux sont endommagés, etc... A la suite d'un tel événement, l'espace sera perçu comme dangereux ou peu sûr. Il sera vécu différemment et les relations sociales seront à repenser.

Dans la thématique des catastrophes, une meilleure compréhension globale des problèmes a été obtenue en mettant l'homme au cœur de la réflexion, en le considérant comme acteur modifiant et subissant l'environnement. Différents courants de pensée ont adopté cette vision dès le XIX^e siècle déjà, mais cette interprétation du réel a bien évolué depuis. Avant cette période, un éboulement ou

une épidémie étaient considérés comme une punition divine. Les causes des catastrophes s'expliquaient essentiellement par une malédiction ou alors le drame était dû à la fatalité.

A partir du XIX^e, une prise de conscience s'est élaborée graduellement en prenant mieux en compte le lien "risque-sécurité". Durant ce siècle, cette relation est mise en avant, notamment grâce aux progrès scientifiques et à la croyance en ceux-ci. Dès lors, une meilleure connaissance des phénomènes et des mécanismes qui les animent se développe. Progressivement, des mesures de protection se mettent en place dans les régions menacées, notamment en montagne. La sécularisation des populations devenant de plus en plus importante, la catastrophe est de moins en moins tolérée et les responsables sont recherchés du côté des autorités, car le milieu de vie aurait été mal protégé ou mal aménagé. Ainsi, l'espace devient géré dans le but de protéger les populations. L'homme doit s'extraire de la nature et la contrôler. Il est passé d'une société de la peur à une société de la certitude, du contrôle du destin humain, n'acceptant plus la catastrophe comme réalité faisant partie de l'environnement naturel.

Parallèlement, divers mouvements idéologiques se sont succédés depuis ce moment jusqu'à nos jours. La géographie classique de Vidal de la Blache avec ses descriptions idiographiques a fait place à la géographie néo-positiviste, puis à des géographies aux visions radicales (dominées par les relations sociales) ou à la géographie comportementale. Depuis la fin de la deuxième Guerre Mondiale, ces différents courants se sont multipliés et de ceux-ci une nouvelle géographie a émergé: celle des risques.

La géographie des risques est donc issue des divers courants qui viennent d'être cités et d'autres plus proches des sciences de l'environnement (géologie, biologie, climatologie, économie, etc..) qui sont à l'origine de l'évolution "écologiste" d'une partie des sciences naturelles. Cette géographie "environnementale" s'efforce de comprendre l'action des conditions physiques de l'environnement sur les êtres vivants, en particulier l'homme, et l'action que ces derniers exercent en retour (rétroaction) sur leur environnement.

Les travaux et recherches dans ces domaines ont abouti dans les années 1980 aux préoccupations concernant la "mort des forêts", très médiatisées alors. Dans la décennie suivante, une autre inquiétude est apparue qui est le "trou" dans la couche d'ozone. Nous voyons que peu à peu l'homme a mieux pris conscience du fonctionnement de son environnement, de quelle manière son mode de vie affecte celui-ci et comment cet espace agit sur lui en retour (circulation atmosphérique modifiée, "Global Change").

Ajoutons que les explications dominantes de ces phénomènes évoluent. Cette évolution influence nos représentations de l'environnement et les pratiques qui en résultent. Le caractère idéologique et évolutif des explications se révèle alors. Toute analyse complète du milieu physique, aussi objective qu'elle puisse l'être, s'inscrit toujours dans une idéologie. La géographie physique doit aborder ces questions dans un contexte humain à travers une analyse claire de grands concepts explicatifs; par exemple, ceux d'environnement, de risque et de catastrophe.

Aujourd'hui, l'opinion affirmant que les modifications du climat sont dues à l'activité anthropique (CO₂, CH₄, H₂O) est partagée par la majorité des scientifiques de la planète. De plus les catastrophes naturelles seraient en augmentation durant

ces 20 dernières années. Beaucoup de chercheurs dans ces domaines s'accordent à dire que cette augmentation serait liée au Global Change. Il apparaît que l'environnement et la géographie des risques avec l'homme en tant qu'acteur à part entière du "système Terre" posent de nouveaux problèmes.

Les réponses dépendent du type de moyens qu'une société est prête à mettre en œuvre. Elles sont éminemment sociales.

En effet, les moyens technologiques dont disposent nos sociétés et les connaissances scientifiques des phénomènes s'améliorant, nous sommes en mesure d'aménager "intelligemment" notre espace, sans construire dans des zones à risques. Nous sommes aussi capables d'ouvrages de protection, lorsque le bâti est présent depuis des siècles. La volonté de défense d'un paysage, la maintenance d'un écosystème sont des exemples significatifs de réponse sociale à un problème "physique".

La distinction entre géographie humaine et physique n'a plus de raison d'être lorsqu'on aborde ce domaine. Par conséquent, il faut adopter une approche globale des risques. C'est pourquoi, nous pourrions adopter une ouverture nouvelle sur la géographie en proposant une définition succincte: science étudiant l'espace naturel et les pratiques qui en résultent.

3.1 Elimination du risque, nouvelles perspectives

Après la révolution française (Déclaration des droits de l'homme) ou après la création d'une nouvelle constitution en 1848 en Suisse, le citoyen est devenu un être qui mérite la protection et la sécurité. Dès lors, le risque est devenu intolérable, au même titre que les inégalités sociales. Alors, il a fallu créer un système d'entraide (partiellement existant au Moyen Âge) qui fasse reculer le danger ou du moins qui prenne en charge les dégâts en cas d'occurrence. Cette nouvelle protection du citoyen va permettre au concept d'assurance de voir jour.

Pourtant, malgré la multiplication des institutions d'assurance, des dispositifs préventifs et des progrès scientifiques, l'élimination du risque reste un horizon lointain. L'atténuation de certains risques est tout à fait possible, cependant ils se superposent de plus en plus (naturels, sociaux et techniques) suite à la complexification de nos sociétés.

Une meilleure gestion de l'espace permet actuellement de les minimiser. Mais malgré ces efforts techniques pour contrôler, maîtriser la nature, des pertes en vies humaines et en bien continuent à se produire. Il faut donc centrer les futures études sur l'aspect psychologique des comportements humains. Pourquoi l'homme choisit-il de rester dans des zones à risque? Pourquoi oublie-t-il rapidement les risques auxquels il est exposé? etc.. .

Le risque n'est pas neutre, son image et la sécurité non plus. L'idéologie "catastrophiste" issue des sciences de l'environnement peut influencer les images que les différents acteurs, scientifiques, politiques et citoyens se font du monde. La géographie des risques tient compte du caractère subjectif des représentations des processus naturels.

La figure ci-dessous les résume.

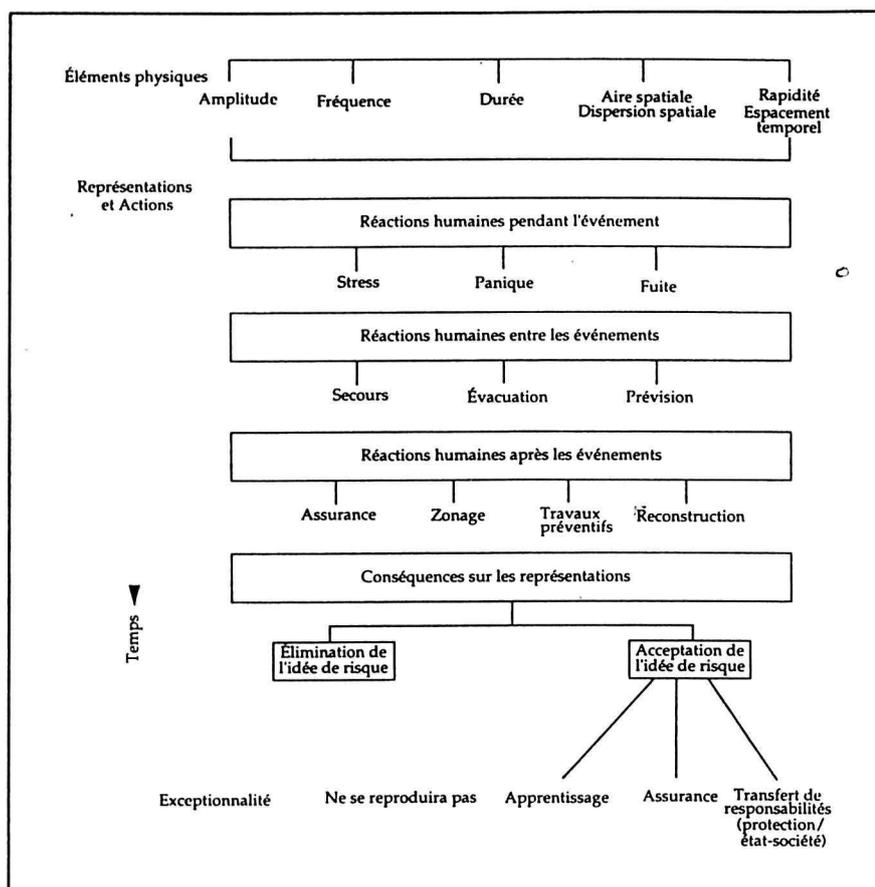


Fig. n°2: Risques naturels, représentations et actions

Nous le voyons, les réactions humaines pendant, entre et après un événement sont variables. L'homme par son comportement face à la catastrophe va influencer les conséquences de celle-ci. Par exemple en montagne, les protections actives sont en général assez efficaces, mais les comportements individuels multiplient les occasions de s'exposer aux phénomènes. Notamment en ce qui concerne le risque d'avalanches.

Ce n'est donc plus la gestion technique des phénomènes qui pose problème, mais la gestion sociale des comportements dans cet environnement montagneux.

Dans d'autres cas, une mauvaise perception du type de risque de la part d'une population va occasionner des comportements inadéquats en cas d'événement et celle-ci va en souffrir; alors que si elle avait su réagir, l'effet de la catastrophe aurait été amoindri. De plus, le contexte social (religion) peut même engendrer des réactions qui amènent une population à s'exposer davantage, comme se réfugier dans une église lors d'une éruption volcanique.

Dans certain cas, comme le tourisme, c'est le milieu qui s'adapte aux besoins de l'homme. La montagne et ses activités correspondent de plus en plus à un produit de consommation. Selon les représentations que l'on s'en fait, elles agissent sur l'aménagement qui peut avoir des conséquences écologiques néfastes à moyen ou long terme. La maîtrise n'est ni totale, ni parfaite. Les catastrophes qui s'ensuivent parfois ont des origines humaines, la catastrophe devient alors humaine. La nature maladroitement manipulée par l'homme développe de nouvelles contraintes qu'il va falloir évaluer et gérer.

En définitive, il reste à la géographie physique à mieux intégrer les concepts de la géographie humaine pour aboutir à une géographie plus globale pouvant appréhender les risques, les catastrophes et la sécurité dans toute leur dimension.

4. Problématique et méthodologie

Nous venons de le voir, la géographie des risques, par son approche globale, pose une série de questions auxquelles nous tenteront de répondre. Les réponses qui se dessineront au cours de ce travail seront avant tout propre au Val d'Anniviers. Cependant, la prise en compte de tous les éléments décrits précédemment permettra de faire une synthèse de la situation du risque qui pourra éventuellement s'appliquer à des analyses plus générales.

Mais, avant d'arriver à ces considérations, demandons-nous quelle(s) image(s) se font les hommes des glissements de terrain, des éboulements, des avalanches, etc.. et quels peuvent être les comportements humains liés à ces représentations? Cette réflexion formera le cœur de la problématique; de plus le cheminement méthodologique s'efforcera par une approche pluridisciplinaire (géomorphologie, géologie, palynologie, sources historiques, entretiens) d'étayer la compréhension du problème.

Lorsqu'un événement catastrophique se produit, une série d'interrogations viennent à l'esprit des populations concernées.

La catastrophe est-elle toujours naturelle? Quelle est l'influence probable de l'homme? Tantôt inondation, tantôt sécheresse, les aménagements humains en sont-ils responsables? Que font les politiques? Est-ce que la catastrophe aurait pu être évitée? Est-ce que tous les moyens de protections et de prévisions ont-ils été mis œuvre?

Nous pourrions alimenter cette liste par d'autres questions encore, mais nous voyons rapidement au travers de celles-ci que la catastrophe a aujourd'hui des implications directement politiques et sociales; ce qui a déjà partiellement été évoqué plus haut. Tous les acteurs veulent prendre part au débat, car la catastrophe est avant tout perçue comme un événement intolérable dans nos sociétés modernes. La population demande des explications, les autorités rassurent, gèrent et décident, les scientifiques s'efforcent de comprendre et d'expliquer. Il ressort de cette interaction une série de constatations.

- Toute catastrophe réclame son coupable, elle n'est jamais purement naturelle. Autrefois, l'interprétation religieuse invoquait la punition divine.
- Maintenant que nous vivons dans un Etat laïque, les individus rejettent la faute sur le politique et nous recherchons le coupable chez les gouvernants.
- La catastrophe apparaît aussi comme l'une des raisons fondamentales de l'aménagement du territoire.

La question générale à laquelle je tâcherai de répondre sera de savoir dans quelle mesure les catastrophes ont été évitées par un bon aménagement du territoire. Quels sont aussi les événements inévitables (éboulement, glissement de terrain) et quelles

sont les mesures prises à ce sujet? Enfin, comment la population locale s'insère dans la thématique du risque et quelle est la perception de son milieu?

Pour constater le mieux possible de l'état de la perception, de la prévention et de la gestion des risques dans le Val d'Anniviers, il faut prendre en compte l'avis du plus grand nombre d'acteurs présents concernant une situation de risques donnée. Pour cela, il faudra d'abord s'enquérir des risques objectifs réels et ensuite les comparer aux divers propos tenus par la population.

Ainsi, dans un premier temps, je ferai "l'état des lieux" des risques potentiels dans cette vallée. Le recoupement de différentes disciplines comme l'approche historique, la palynologie, la géomorphologie, la géologie et d'autres me serviront à saisir le plus complètement possible la situation dans le Val d'Anniviers.

Dans un deuxième temps, j'étudierai la perception du risque par la population au travers d'un questionnaire. Un traitement statistique ultérieur permettra de dégager les grandes idées.

Finalement, l'analyse de la gestion des risques dans le Val d'Anniviers se fera en comparant les risques objectifs avec les perceptions de la population, des autorités et des scientifiques.

5. Les risques objectifs ou description de l'espace naturel

5.1 Situation géographique et contexte géologique

La zone étudiée se situe en Valais central, rive gauche du Rhône. Elle est accessible depuis Sierre par la route cantonale qui mène à Zinal ou Grimentz par le Val d'Anniviers. Elle comprend les villages de Vissoie, Saint-Luc, Saint-Jean, Mission, Ayer, Grimentz, Zinal et d'autres plus petits. La superficie n'a pas été clairement délimitée, car il ne s'agit pas d'un levé géomorphologique, mais plutôt d'une étude ponctuelle. Cependant, la partie de la vallée étudiée occupe environ 90 km².

La rivière principale, La Navisence, entaille cette vallée glaciaire du S au N pour se jeter dans le Rhône à Chippis. En amont des villages de Saint-Jean et de Mission, le Val d'Anniviers se divise en deux vallées; le Val de Grimentz au SW et le Val de Zinal au SE.

Une crête de direction N-S s'étirant entre 2'500 et 3'000m d'altitude limite le Val à l'W. Les sommets importants sont le Sex de Marinda (2'906m), le Becs de Bosson (3'149m) et le Roc d'Orzival (2'853m). Une autre crête de même direction limite le Val à l'E. Les sommets importants sont Les Diablons (3'609 et 3'592m), le Frilhorn (3'124m), la Pointe de Tourtemagne (3'080m) et la Bela Tola (3'025m).

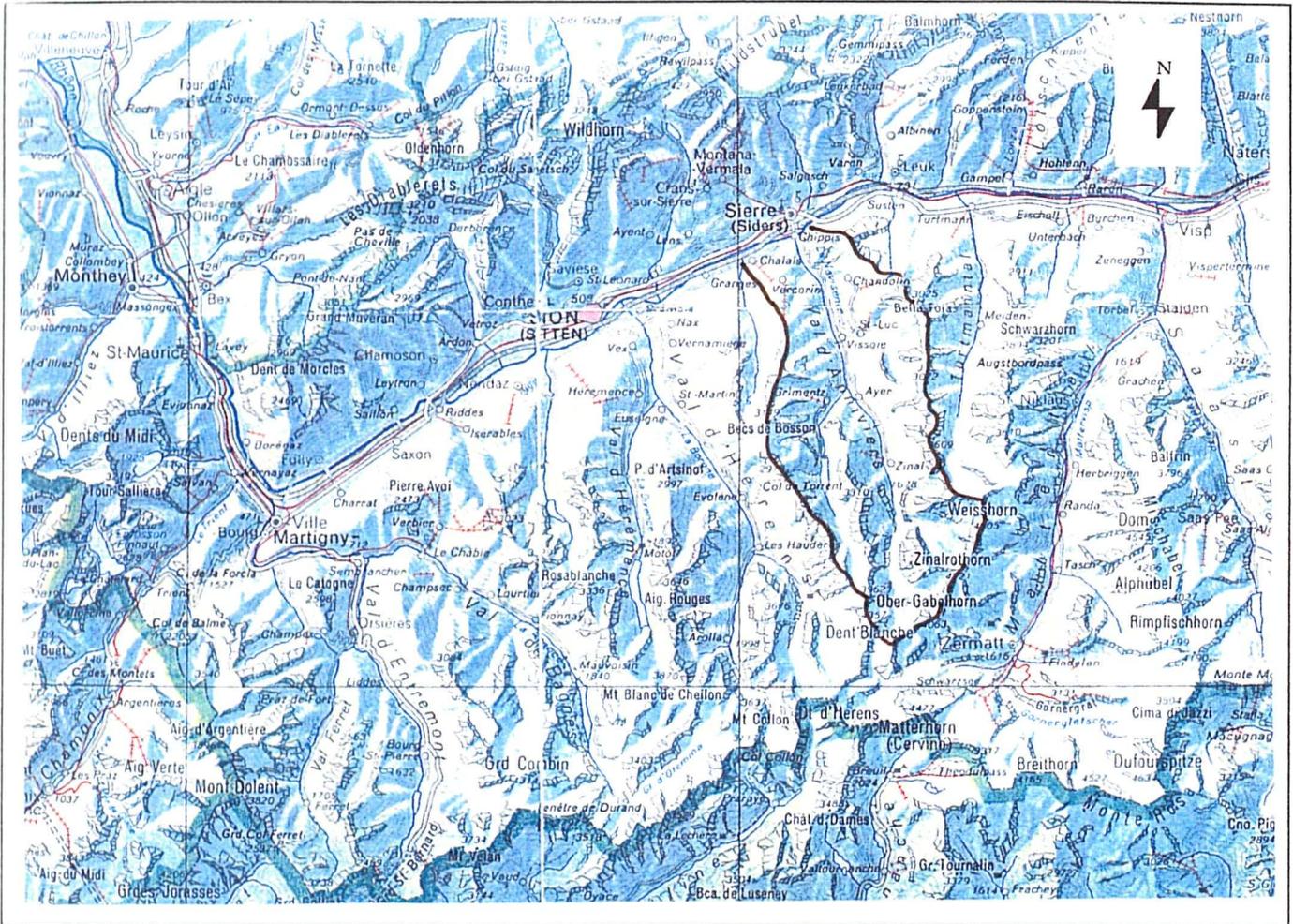


Fig. n°3: Situation du Val d'Anniviers, 1:500'000

Concernant le contexte géologique, le Val d'Anniviers se trouve dans la zone dite interne des Alpes ou zone pennique. Les roches du pennique sont caractérisées par un plissement important qui complique notamment la distinction entre socle et couverture. Ce domaine est issu de la fermeture des océans valaisans et piémontais entre la fin du Crétacé (65 ma) et l'Eocène (35 ma), provoquée par l'ouverture de l'Atlantique Nord. Ces mouvements ont induit une collision entre l'Apulie et l'Europe durant laquelle les formations et les dépôts océaniques se sont comprimés, puis se sont plissés.

Les transformations qui ont affecté la croûte continentale et la croûte océanique durant le Paléogène et la présence du "matériel" d'un océan disparu déterminent un type de roche particulier. En effet, les roches qui constituent notre vallée sont principalement d'origine océanique (roches vertes) et d'origine sédimentaire (marine) métamorphisée (marbres, schistes, calcschistes, micaschistes et quartzites). Durant l'orogénèse alpine, un fort métamorphisme a changé les calcaires en marbres, les grès en quartzites, les argilites en schistes, etc.. . Toutes ces roches "originelles" se sont d'abord formées en bordure d'océan (valaisan et/ou piémontais) ou en eau peu profonde (néritique), avant d'être soumises à des hautes pressions et des hautes températures.

La carte tectonique nous montre les différentes nappes ou unités composant le Val d'Anniviers. Nous voyons qu'il appartient essentiellement à la nappe de Siviez-Mischabel, entre Grimentz, Ayer et Siere. La zone située en amont du barrage de Moiry et du village de Zinal, comprenant la Corne de Sorebois (2896m), les Vals de Grimentz et de Zinal, appartient à la nappe du Tsaté.

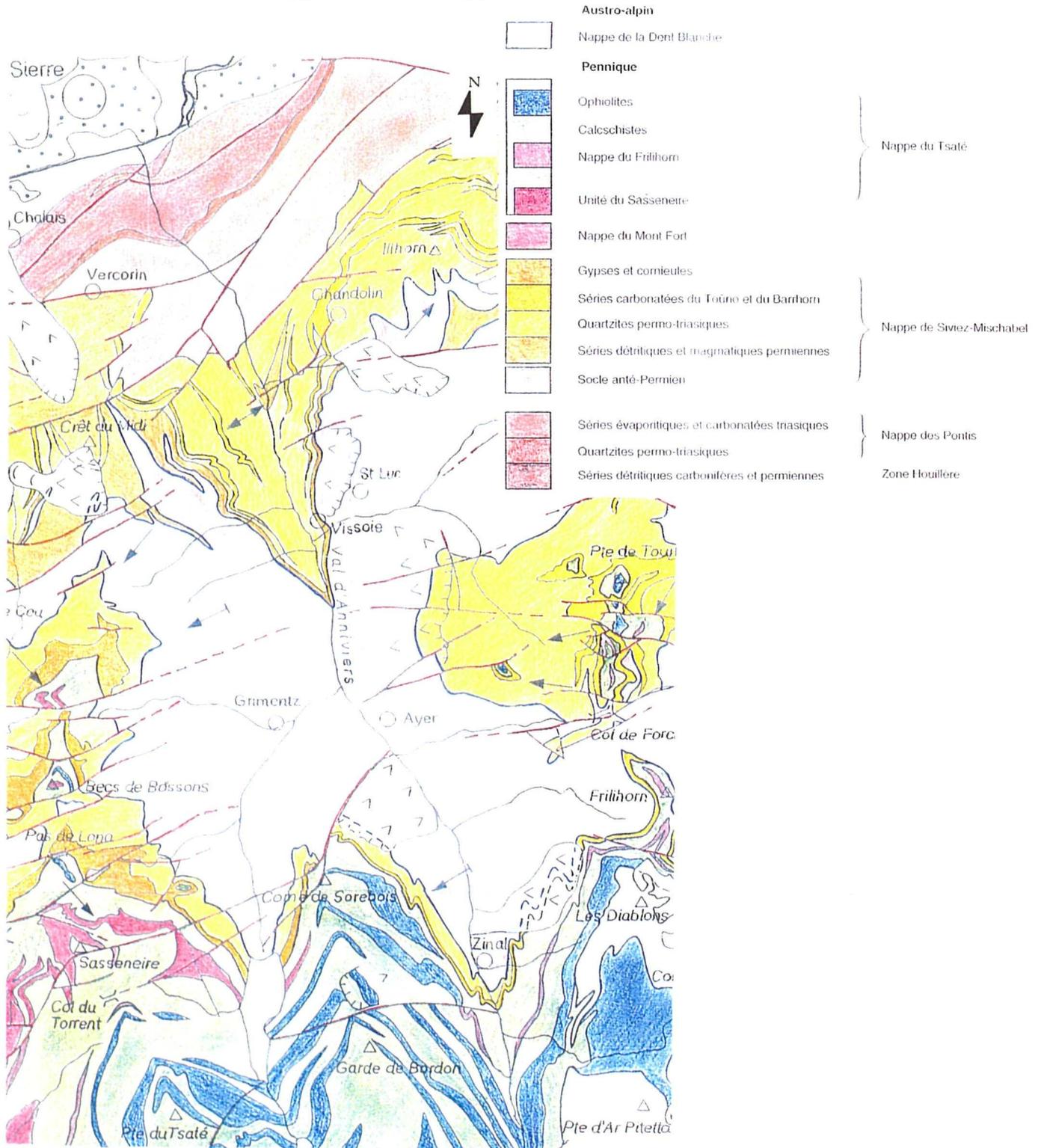


Fig. n°4: Carte tectonique du Val d' Anniviers (M. Marthaler,1998)

Les couvertures de la nappe de Siviez-Mischabel sont principalement constituées de marbres et de quartzites. Ce qui témoigne d'un milieu marin peu profond, nous venons de le voir. Le socle, quant à lui, est constitué de schistes et de gneiss. Il est d'âge Paléozoïque inférieur; son histoire est donc bien antérieure à la formation des Alpes. Ce socle affleure abondamment au centre du Val d'Anniviers et cette remarque est d'autant plus intéressante, car les formes d'instabilité auraient tendance à s'y localiser. Nous verrons plus tard pourquoi.

La nappe du Tsaté est formée de "roches vertes", comme la prasinite et la serpentinite. Elles sont directement issues de la croûte océanique. Les marbres et calcschistes attestent du caractère océanique peu et moyennement profond.

5.2 Le contexte géologique et géomorphologique favorisant les catastrophes

Les risques naturels en montagne ont des caractéristiques particulières, qui en font un cas à part. Le facteur "pente" devient prépondérant.

Les forces de gravitation provoquent des accélérations spectaculaires et sont susceptibles d'entraîner des conséquences dramatiques, alors que les mêmes causes, ailleurs, auraient été sans suites. Avalanches, ravinement torrentiel, glissements de terrains et éboulements sont capables, en montagne, d'avoir des conséquences spécifiques et impressionnantes. En revanche, l'inondation, qui figure parmi les risques naturels les plus importants du fait des dégâts matériels qu'elle cause, ne constitue pas à priori un risque montagnard, dans notre vallée.

Le versant possède un fort "pouvoir sédimentogène"⁶. Par sa situation topographique, il se trouve à l'origine de la dynamique: érosion, transport, sédimentation. Tout ce qui est "prélevé" sur les versants alimente les formations superficielles dans les vallées et les plaines en aval. La dynamique des versants est l'élément central de l'étude des catastrophes naturelles en montagne. Celle-ci est souvent imperceptible, mais l'évolution est pourtant permanente. Seuls les événements soudains et de grande ampleur marquent les esprits. C'est ceux-ci d'ailleurs qui nous intéresseront.

Le tremblement de terre est un risque naturel important, si l'on considère les nombreuses victimes humaines qu'il engendre. Mais il s'agit essentiellement d'un risque urbain. Rares sont, en Valais, les villes situées dans les zones à forte sismicité, à part éventuellement Sion. Par contre, les séismes en montagne sont surtout dangereux par le risque de déstabilisation des ouvrages publics qu'ils peuvent provoquer et par la possibilité de produire des éboulements.

Les figures ci-dessous nous rappellent que le risque sismique en Valais demeure très élevé. Les derniers tremblements de terre de forte magnitude remontent à 1946 et 1954 à Sion.

⁶ M.Campy & J.-J.Macaire (1989), Géologie des formations superficielles, p.90.

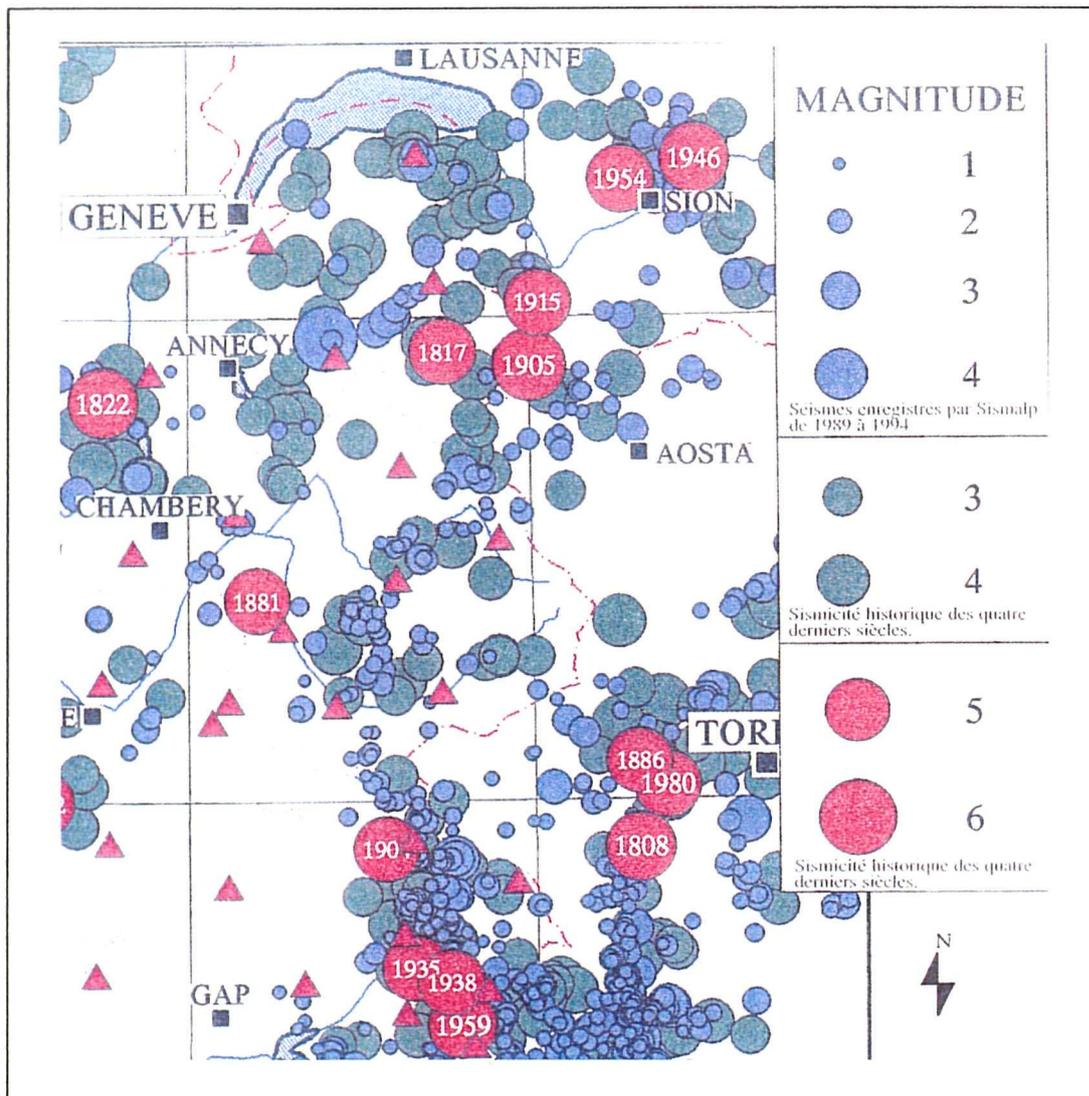


Fig. n°5: sismicité en Valais (L.Besson,1995)

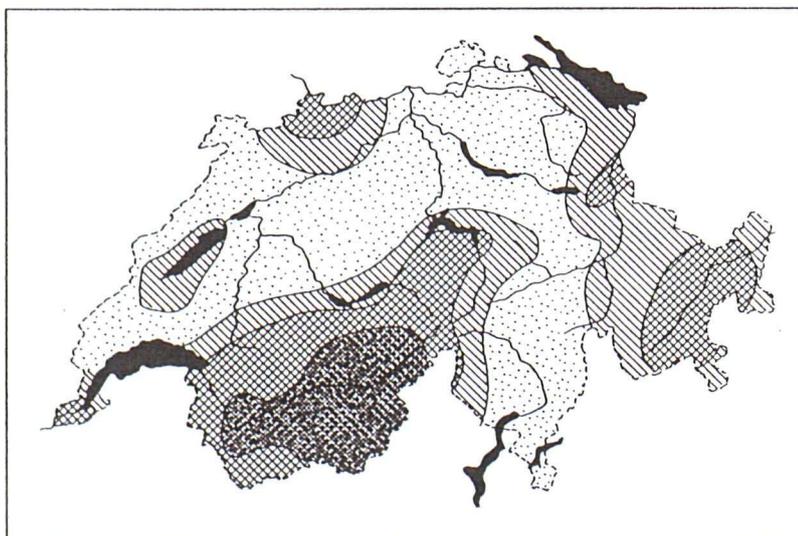


Fig. n°5bis: Carte du risque sismique de la Suisse où le Valais occupe la zone la plus menacée. Le risque est d'autant plus fort que la trame est plus foncée. (M.Burri,1987)

Le risque naturel a son origine dans un phénomène naturel spontané lié à la météorologie et au climat, à la morphologie, à la structure du sol et à ses éventuels mouvements.

Nous considérerons l'influence de la météorologie dans la partie suivante; mais étudions plutôt les autres paramètres, notamment ceux qui mènent à l'altération des roches superficielles.

Cette altération dépend de différents facteurs qui interviennent dans les formations proches de la surface et modifie peu à peu les grands traits morphologiques des paysages. Ces facteurs sont principalement physiques et chimiques ou physico-chimiques.

La variation de température est le paramètre prépondérant de l'altération physique. Elle entraîne une fragmentation en éléments de tailles très variables (thermoclastie) qui conduit à un ameublissement des roches sans pour autant changer leur composition chimique. L'alternance gel-dégel amplifie le phénomène, en raison de l'augmentation de volume qui accompagne la transformation d'eau en glace. Les roches les plus sensibles à ce facteur sont celles qui présentent de nombreux plans de discontinuités ou diaclases. C'est le cas de certaines roches métamorphiques comme les schistes qui constituent le socle pennique dans le Val d'Anniviers et les calcschistes de la nappe du Tsaté. Ainsi, ces zones devront être surveillées lors de notre étude ultérieure.

La fonte du glacier dans le Val d'Anniviers a occasionné une décompression par disparition de charges gravitaires (isostasie), qui a eu pour effet d'agrandir les fissures préexistantes de la roche et d'en créer de nouvelles. Cette action facilite, nous venons de le voir, la pénétration de l'eau et de l'air qui sont des facteurs d'altération.

Durant le Tardiglaciaire, les alternances entre les périodes chaudes et froides ont été nombreuses, cela a grandement facilité la gélifraction.

Ces mécanismes de fragmentation et d'ouverture des fissures entraînent une augmentation de la surface offerte aux processus d'altération chimique.

La relation étroite qu'entretiennent les facteurs physiques et chimiques dans l'altération des roches fait que l'on parle plus souvent de facteurs physico-chimiques. Les roches comme tout minéral se dissolvent, mais dans des proportions variables. Leur dissolution par l'eau et par l'oxygène de l'air est l'altération chimique. La dégradation des roches in situ par ces deux processus peut être résumée par le terme "météorisation".

Nous n'allons pas nous étendre davantage sur ces sujets. Cependant, il faut souligner l'influence capitale de ces altérations sur l'évolution de la morphologie des vallées alpines et de même sur les catastrophes naturelles.

5.3 Particularités des gneiss et des schistes du socle Paléozoïque du Val d'Anniviers

5.3.1 Les gneiss

Les gneiss résultent d'un fort métamorphisme. Les montagnes taillées dans les gneiss présentent souvent des arêtes effilées, parallèles à la schistosité.

Quand le pendage est parallèle au versant (dipslope) et qu'il approche de la verticale (60 à 80°) avec de nombreuses diaclases, les mouvements de masse les plus fréquents sont la chute de blocs et le fauchage. De plus, lorsque le pendage est plus faible (~30°) et toujours en dipslope, avec des plans de discontinuités orientés vers

l'aval, cette configuration est favorable au glissement couche sur couche (Fig.n°6). La couche inférieure sert de glissoir à la couche supérieure.

Parfois, "la densité de la fracturation et l'état de décompression, associés à une altération, confèrent à la roche un comportement de sol, à partir duquel peuvent se développer de grands glissements de versant"⁷.

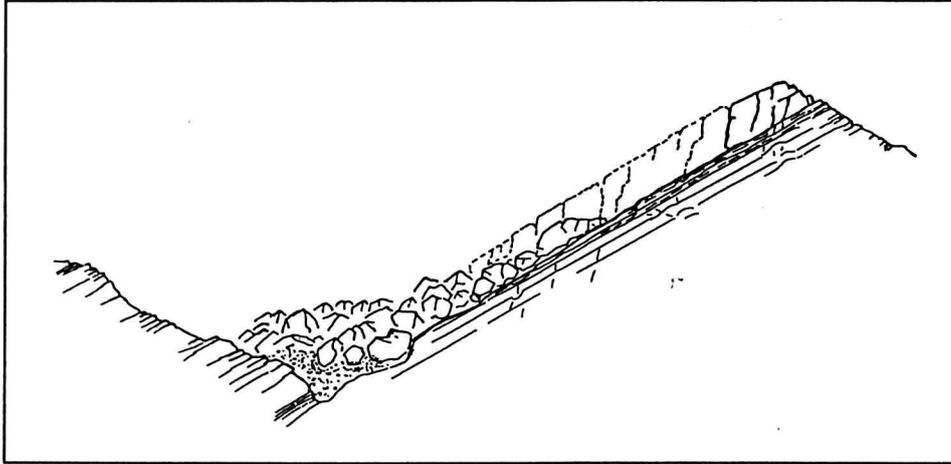


Fig. n°6: Glissement rocheux en dipslope ou glissement couche sur couche correspondant à un joint de stratification. (L.Besson, 1996)

Ce démantèlement des gneiss, lorsqu'il se manifeste sous forme de détachement d'écailles plus ou moins épaisses est appelé desquamation.

5.3.2 Les schistes

La schistosité généralisée de ces roches, qui leur vaut leur appellation, joue un rôle prédominant. Suivant l'orientation des feuillet (micas), en particulier lorsque le pendage est en dipslope (pendage=pente), ce litage peut provoquer un glissement feuillet sur feuillet. Ce mouvement peut être comparé au glissement d'un jeu de cartes dans la main.

Prises dans leur ensemble, ces roches sont imperméables, mais deviennent perméables par leur réseau de fractures. Certaines séries de schistes se développent sur de grandes épaisseurs et peuvent comporter des niveaux massifs, générateurs de chutes de blocs. Lorsque leur feuilletage est redressé, les schistes peuvent présenter le phénomène de fauchage.

Il existe dans la zone interne des Alpes (Val de Bagnes et Val d'Entremont) mais plutôt en Italie, une formation dont la lithologie est extrêmement variée (calcaires argileux, schistes noirs) et faiblement métamorphique. Ce sont les schistes lustrés qui, selon l'orientation des plans de discontinuité, peuvent être le siège de glissements généralisés dans le versant. Dans notre vallée, les schistes quartzeux, les micaschistes et les schistes oeillés à porphyroblastes d'albites (SOPA) sont les plus abondants. La présence de micas et de feldspaths favorise les mécanismes qui viennent d'être décrit, mais dans une ampleur moindre.

⁷ L.Besson (1996), Les risques naturels en montagne, p.286

5.3.3 Le fauchage

Le fauchage "est un mouvement lent de basculement vers le vide, qui affecte les extrémités libres de couches géologiques redressées, subverticales ou verticales"⁸.

A la suite du fléchissement progressif des couches, il ne se crée pas réellement un plan de glissement comme dans les glissements de terrain. Cependant, une surface de rupture peut s'individualiser dans la zone de courbure maximale des couches, passé un certain seuil de déformation ou seuil de plasticité.

L'épaisseur de la tranche de terrain affectée par ce mouvement est très variable, de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres. Le fauchage peut être très localisé ou affecter tout un versant. Les matériaux fauchés se désagrègent peu à peu, passent par l'état de rocher fracturé, puis par un état de plus en plus désorganisé, où l'on devine cependant encore la structure, et finalement, à un état de ruine évoquant un éboulis.

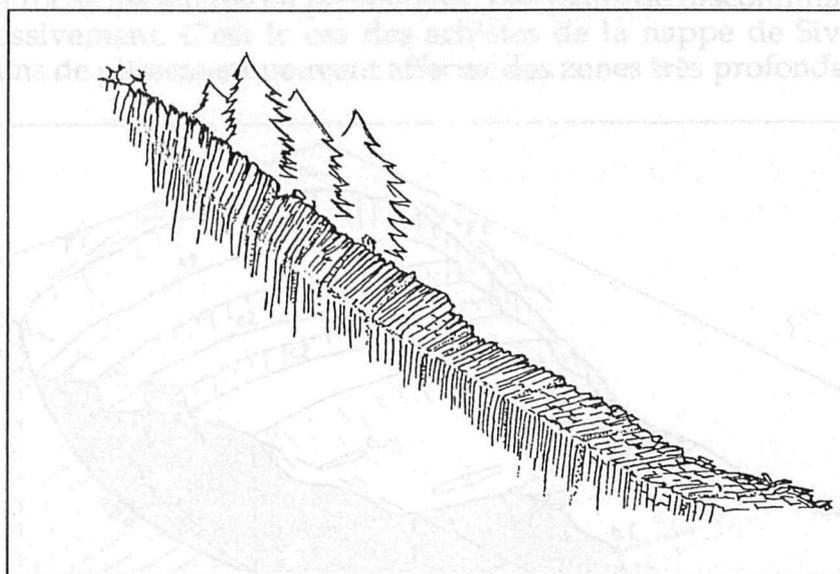


Fig. n°7: Phénomène de fauchage superficiel dans les schistes, évoluant progressivement en un éboulis. (L.Besson, 1996)

5.4 Le glissement de terrain et l'éboulement

Ces deux types de mouvements de masse sont ceux qui menacent le plus notre vallée, c'est pourquoi ils ont été retenus pour un bref descriptif.

Le glissement de terrain est:

"Un mouvement de masse de vitesse très variable (quelques mm à plusieurs centaines de mètres par an) qui entraîne vers le bas une partie du matériel d'un versant sous l'effet de la gravité. Il se produit surtout dans les roches et dépôts plastiques, contenant une forte proportion d'argiles"⁹.

Les phénomènes varient suivant l'épaisseur et la consistance des matériaux déplacés. On peut alors mettre en évidence deux types principaux; le glissement par translation et le glissement rotationnel.

⁸ L.Besson (1996), Les risques naturels en montagne, p. 235

⁹ C.Dorthe-Monachon (1995), Géomorphologie générale : Mouvements de masse.

Le glissement par translation se produit sur des pentes en diptolope. Il s'agit alors d'un déplacement de couches le long d'un plan de stratification incliné dans des séries de nature différente (grès, marnes, argiles). Le pendage peut n'être que de quelques degrés (2 à 3°). Ce type de glissement est déclenché par l'ablation naturelle ou artificielle du pied des couches. Son mouvement varie de quelques millimètres à quelques mètres par an.

Le glissement rotationnel affecte des zones plus profondes du versant. Le mouvement de la masse déplacée s'effectue de manière circulaire. A l'amont, la niche d'arrachement décrit un arc de cercle et à l'aval un bourrelet chaotique se forme. Ce genre de glissement s'active lorsqu'une grande quantité d'eau s'infiltrate et vient modifier l'équilibre des forces en jeu. Si la force exercée par la masse du "matériau" (gravité) est supérieure aux forces de frottement et aux forces de "retenues" (gravité aussi), alors le glissement se produit.

De plus, si la roche est altérée en profondeur, des plans de discontinuités peuvent se créer progressivement. C'est le cas des schistes de la nappe de Siviez-Mischabel. Alors, les plans de glissement peuvent affecter des zones très profondes.

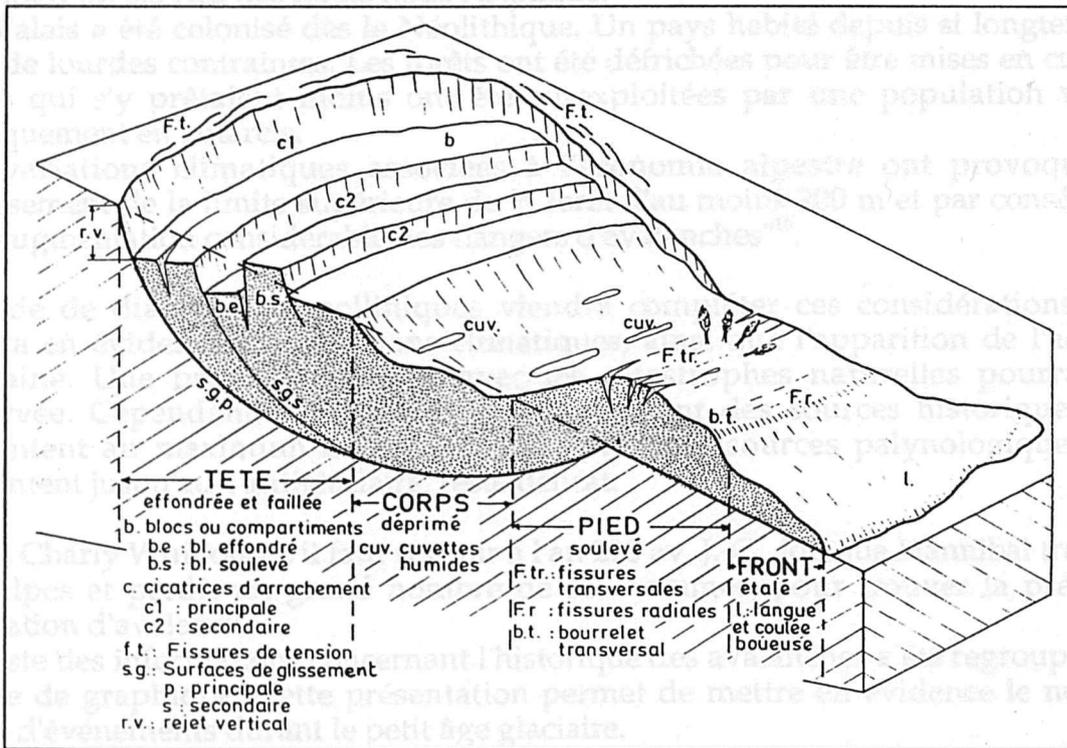


Fig. n°8: Glissement de terrain de type rotationnel, prolongé par une amorce de coulée boueuse (slump-earthflow). (M.Campy,1989)

Dans les deux cas, l'eau de fonte (infiltration) ainsi que le gel-dégel jouent un rôle prépondérant dans l'activation de ces mécanismes (diminution des forces de frottement).

5.5 Les avalanches

Parmi les phénomènes catastrophiques, il en existe un, qui est apparemment sans rapport direct avec la géologie, mais certainement d'une importance majeure dans notre vallée: il s'agit de l'avalanche.

La nature des roches n'a en principe aucun ascendant sur le déclenchement des avalanches. Cependant, la tectonique et la géologie ont eu un rôle primordial dans le façonnement de l'énorme volume alpin valaisan. En effet, l'écart entre l'altitude minimum et maximum est impressionnant, 372 mètres au bord du Léman et 4'634 mètres à la Pointe Dufour; la moyenne du canton se situe à 2'000 mètres d'altitude et en amont de Martigny elle est à 2'290 mètres. Cette configuration géologique a une répercussion sur la topographie. Les versants, dans la plupart des vallées latérales, sont plus déclifs que dans les autres régions de la chaîne alpine. De plus, à partir de 2'500 mètres, les précipitations sont essentiellement neigeuses et leur quantité croît avec l'altitude.

Forte déclivité des pentes et précipitations importantes en haute altitude, le Valais présente toutes les conditions favorables aux avalanches.

L'activité humaine est un paramètre qui s'ajoute à ce qui vient d'être dit, Charly Wuilloud du service des forêts nous l'explique:

"Le Valais a été colonisé dès le Néolithique. Un pays habité depuis si longtemps a subi de lourdes contraintes. Les forêts ont été défrichées pour être mises en culture; celles qui s'y prêtaient moins ont été surexploitées par une population vivant pratiquement en autarcie.

Les variations climatiques associées à l'économie alpestre ont provoqué un abaissement de la limite supérieure de la forêt d'au moins 200 m et par conséquent une augmentation considérable des dangers d'avalanches"¹⁰.

L'étude de diagrammes polliniques viendra compléter ces considérations. Elle mettra en évidence les variations climatiques, ainsi que l'apparition de l'activité humaine. Une probable relation avec les catastrophes naturelles pourra être observée. Cependant, notons que le recoupement des sources historiques, qui remontent au maximum à l'ère romaine, avec des sources palynologiques, qui remontent jusqu'au Tardiglaciaire, reste délicat.

Selon Charly Wuilloud¹⁰, il faut revenir à l'an 218 av. J.-C., lorsque Hannibal traversa les Alpes et perdit un grand nombre de ses hommes, pour trouver la première indication d'avalanche.

Le reste des informations concernant l'historique des avalanches a été regroupé sous forme de graphique. Cette présentation permet de mettre en évidence le nombre élevé d'événements durant le petit âge glaciaire.

¹⁰ C. Wuilloud (1994), Réalisation des ouvrages de défense en Valais dès 1950

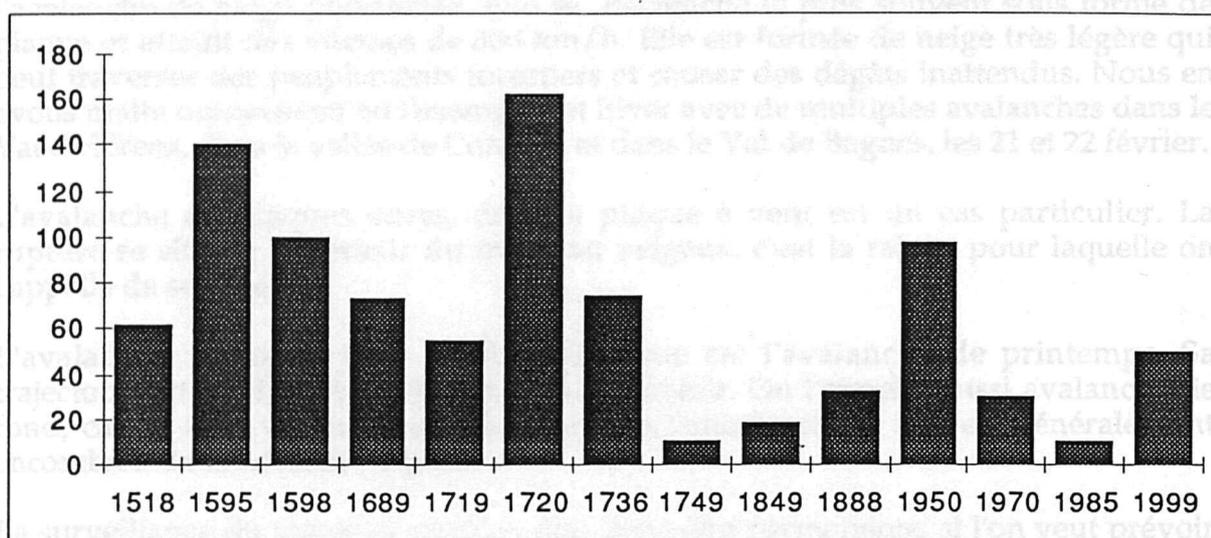


Fig. n°9: Nombre de victimes d'avalanche depuis le XVI^e siècle dans les Alpes valaisannes. (données, C.Wuilloud¹⁰)

Cet histogramme montre bien un nombre important de victimes du XVII^e au milieu du XVIII^e siècle, correspondant au "petit âge glaciaire". Ainsi, le refroidissement et l'augmentation des précipitations, caractérisant cette période, ont occasionné une avancée des glaciers dans les vallées latérales, une déstabilisation des versants, un abaissement de la limite supérieure de la végétation et donc une recrudescence des avalanches.

Cependant, il faut nuancer quelque peu ces remarques. Notons que tous les événements n'ont probablement pas été recensés ou que certains ont été oubliés. De plus, il se peut qu'à d'autres moments, beaucoup d'avalanches se soient produites, mais n'ayant pas fait de victimes, elles n'ont simplement pas été recensées, (car il n'y a pas de catastrophe sans victimes et sans dommages matériels). Toutefois, d'une manière générale, les témoignages de catastrophes importantes coïncident dans toutes les Alpes avec le "petit âge glaciaire".

Nous venons de le voir, le climat et surtout les précipitations sont les paramètres essentiels dans le déclenchement des avalanches. La neige, une fois déposée, est un élément "vivant" qui évolue en fonction du temps (chronos) et de la température. A partir de 1500 mètres d'altitude, dès le mois d'octobre, les premières chutes de neiges s'accumulent au sol et constituent un empilement de couches ou de strates nivologiques que l'on appelle communément manteau neigeux. Durant l'empilement successif des strates, la neige subit une transformation continue appelée métamorphose. Cette modification de structure, dépendant de la température, influence directement la stabilité ou l'instabilité de la neige sur les pentes.

On peut alors observer trois types de métamorphoses: destructive, constructive et de fonte¹⁰.

Ces trois groupes engendrent trois types de neige qui correspondent sommairement à trois types d'avalanche.

L'avalanche de neige récente, dont la plus spectaculaire et la plus dangereuse est l'avalanche de neige poudreuse. Elle se déclenche le plus souvent sous forme de plaque et atteint des vitesses de 300 km/h. Elle est formée de neige très légère qui peut traverser des peuplements forestiers et causer des dégâts inattendus. Nous en avons malheureusement eu l'exemple cet hiver avec de multiples avalanches dans le Val d'Hérens, dans la vallée de Conches et dans le Val de Bagnes, les 21 et 22 février.

L'avalanche de plaques dures, dont la plaque à vent est un cas particulier. La rupture se situe à l'intérieur du manteau neigeux, c'est la raison pour laquelle on l'appelle de surface.

L'avalanche de fonte, dont la plus classique est l'avalanche de printemps. Sa trajectoire est le plus souvent en forme de couloir. On l'appelle aussi avalanche de fond, car sa zone de rupture se trouve directement au sol. Elle est généralement encombrée de matériaux exogènes.

La surveillance du manteau neigeux doit donc être permanente, si l'on veut prévoir ou estimer le moment où des avalanches vont se produire. Actuellement, les facteurs dont on tient compte pour apprécier un danger élevé d'avalanche sont: la neige fraîche, le vent, la température, l'ensoleillement, la déclivité de la pente et la rugosité du terrain. Une méthode d'évaluation est associée au premier des paramètres cités, elle consiste à évaluer la quantité de neige fraîche tombée en un à trois jour(s). Le danger s'élève en fonction des quantités croissantes de neiges. A partir de 80 cm de neige fraîche, le danger est généralisé dans une vallée donnée et des habitations peuvent être menacées.

Nous le voyons bien, la prévision des avalanches dépend directement des prévisions météorologiques. Or, les modèles actuels permettent de prévoir le temps à 5 ou 6 jours au maximum avec des degrés de confiance assez faibles pour le sixième jour. Il est donc impossible de prévoir un à deux mois par avance si l'hiver sera catastrophique ou ne le sera pas.

La preuve nous a malheureusement été donnée cet hiver qui s'est avéré être, en ce qui concerne les avalanches, le plus catastrophique depuis cinquante ans. Nous avons vécu, ces dix dernières années, des hivers relativement doux et peu enneigés. Un oubli des dangers que représente la montagne s'était quasiment installé, car les dernières grandes catastrophes liées aux avalanches remontaient à l'hiver 1950-1951.

D'où l'importance des études portant sur les fluctuations climatiques naturelles et liées à l'activité anthropique (Global Change) qui donnent des éléments de réponse sur la répartition des masses d'air à l'avenir. Cependant, il sera toujours impossible de prévoir si un hiver subira de fortes précipitations. La gestion de ce type de danger devra tenir compte de tous ces aspects.

5.6 Le climat actuel et les précipitations

Le Valais central se distingue des autres régions suisses par son aridité. Le Val d'Anniviers est compris dans cette zone aride. On enregistre 579 mm de précipitations par an en moyenne à Sierre, 617 mm/an à Vissoie et 745 mm/an à Grimentz. Afin de mieux saisir la singularité de ces valeurs, citons à titre comparatif les précipitations à Lausanne 1200 mm/an, à Mopti au Mali 550 mm/an et à

Ouagadougou au Burkina Faso 880 mm/an. Le climat est donc sec et plus continental qu'en Suisse occidentale. L'amplitude thermique entre le jour et la nuit ou entre l'été et l'hiver est supérieure aux autres régions de Suisse.

L'eau jouant un rôle essentiel dans les mécanismes d'instabilité de terrains, nous voyons que dans notre cas, cet élément sous forme de précipitations aura une responsabilité de moindre importance dans le déclenchement des mouvements de masse.

Cependant, en altitude, durant l'hiver, les précipitations neigeuses peuvent être abondantes. C'est ensuite au printemps que la fonte, parfois sous l'influence du fœhn, libère de grandes quantités d'eau. Cette eau s'infiltré dans le sol et dans les roches perméables.

La perméabilité des massifs cristallins (gneiss et schistes) est une perméabilité de fractures. Elle peut être importante dans les secteurs décomprimés (fissures ouvertes) mais se réduit beaucoup en profondeur. Les déplacements des compartiments rocheux sont très fréquemment en étroite relation avec les fluctuations saisonnières des niveaux d'eau dans le massif. Compte tenu de l'altitude moyenne élevée du socle cristallin anté-permien (1'500 à 2'500m), c'est donc la période de fonte des neiges (fin mai-début juin) qui apparaît la plus critique.

Malgré la siccité caractérisant notre vallée, il est à relever qu'un certain nombre de précipitations extrêmes ont été recensées ces dernières années. Par exemple, le 12 août 1963, 69 mm sont tombés à Grimentz en 24 heures et 70 mm sont tombés à Sierre en 48 heures. Ce genre de situation rare ou exceptionnelle provoque une brusque montée des eaux, ainsi qu'une saturation des sols et parfois des glissements se produisent.

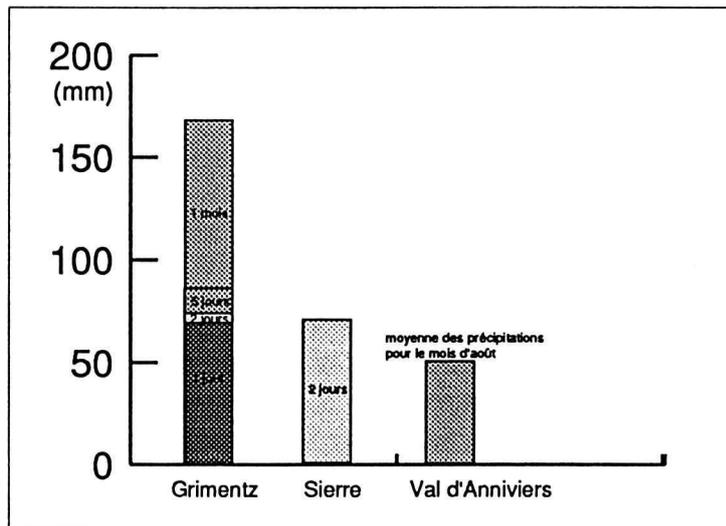


Fig. n°10: Précipitations extrêmes à Grimentz et Sierre

Rappelons que la température est un autre paramètre affectant l'évolution du modelé. En effet, à partir de 2'000-2'500m d'altitude environ, l'alternance gel-dégel entre le jour et la nuit provoque la désolidarisation de blocs de la roche affleurante. La gélifraction a donc pour effet d'augmenter la probabilité de chutes de blocs ou d'éboulements.

Altitude (m)	janvier	juillet	T°c moyenne annuelle
3000	-10.8	3.6	-4.4
2500	-8.7	6.5	-1.6
2000	-6.7	9.7	1.2
1500	-4.6	12.8	4.0
800	-1.7	17.2	7.8

Fig. n°10bis: Températures moyennes pour différentes altitudes en Valais

5.7 Evolution du climat durant le Tardiglaciaire et l'Holocène, l'apport de la palynologie

Les processus d'érosion dépendent surtout de la composition de la roche, mais le facteur qui les influence le plus est essentiellement le climat. Les différents types de mécanismes de désagrégation ou d'usure de la roche n'agissent donc pas en même temps avec une même intensité. Cette remarque fait intervenir l'idée que des types d'érosion alternent dans le temps et dans l'espace. A un climat déterminé, à une latitude donnée correspondent un ou plusieurs types spécifiques d'érosion. De même, l'altitude, l'exposition, la saison, etc.. induisent et favorisent des types d'érosion ou des cycles de types d'érosion.

Par exemple, du Tardiglaciaire à l'Holocène, le climat s'est réchauffé ou refroidi et s'est asséché ou humidifié à différents moments. Il en a résulté des transgressions et de régressions glaciaires. Ainsi, on se retrouve tantôt dans une situation d'érosion glaciaire ou tantôt dans celle d'une érosion torrentielle (due à la fonte des glaciers) selon les fluctuations du climat.

Durant les périodes froides et humides où les glaciers progressent, le climat est trop rude pour qu'un sol se constitue et l'érosion surpasse l'accumulation. Cette phase est appelée rhexistasie. A l'opposé, une période chaude est favorable à la constitution d'un sol et d'une végétation, ce qui permet de fixer les éléments en surface. Cette phase est appelée biostasie.

Les phases de rhexistasie et de biostasie ont alterné de 18'000 BP à nos jours. La morphologie du Val d'Anniviers est donc un héritage des changements climatiques successifs qui ont, à certaines périodes, occasionné des évolutions brusques des versants et du réseau hydrographique. L'histoire du Val d'Anniviers pourrait s'interpréter comme une succession de catastrophes qui ont amené à la "situation d'équilibre" actuelle.

Revenons brièvement sur cette histoire. La déglaciation s'est amorcée à partir du Tardiglaciaire. Au début, le retrait du glacier du Rhône a été progressif. Ensuite, un réchauffement durant le Dryas ancien a favorisé un recul rapide et relativement précoce du glacier dans la vallée du Rhône. Vers 15'000 BP, la vallée du Rhône est déjà libre de glace, alors qu'un culot de glace tarde à libérer la cuvette lémanique. Plus tard, durant le Bölling-Alleröd, le réchauffement s'accroît et bientôt une bonne partie des vallées latérales est libre de glace.

Dans la plupart des vallées latérales et cela a été le cas dans le Val d'Anniviers, la rapidité de la déglaciation a engendré une situation de déséquilibre des versants. En

effet, les versants se sont retrouvés localement en porte-à-faux lorsque les masses de glace ont disparu, car les glaciers leur servaient d'appui. Dès lors, les conditions idéales étaient réunies pour que se produisent glissements, éboulements et écroulements.

Nous pouvons voir les traces de ces événements brutaux, encore aujourd'hui. Par exemple, la colline de la forêt de Finges est issue d'un énorme écroulement-éboulement descendu des pentes dominant Sierre en rive droite. Depuis la fin du Tardiglaciaire, les versants n'ont jamais cessé d'évoluer de la sorte; cette évolution correspond à la recherche de profil d'équilibre du versant.

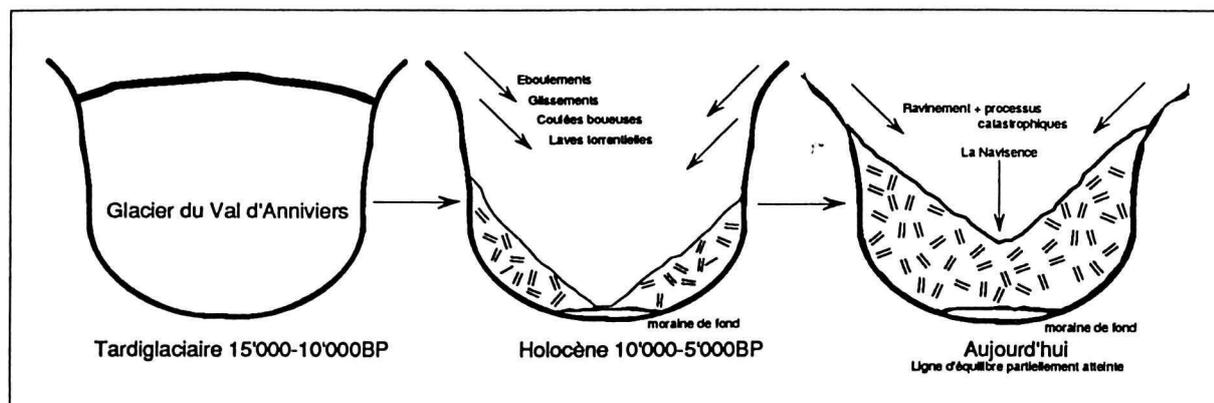


Fig. n° 11: Schéma de l'évolution d'un versant depuis le Tardiglaciaire

5.7.1 Diagrammes polliniques: interprétation et commentaires

Pour l'analyse de l'évolution du climat du Val d'Anniviers durant le Tardiglaciaire et l'Holocène, il n'existe malheureusement pas de diagramme pollinique effectué dans la vallée. C'est pourquoi, je me suis basé sur trois diagrammes. Le premier est celui du lac du Mont d'Orge (640m alt.) à Sion, le deuxième est le Mont Carré (2'290m alt.) dans le Val d'Héremence et le troisième est Grächen-See (1'710m alt.) dans le Matternal (annexes n° 1, 2 & 3). Le choix s'est porté sur ces trois endroits, avoisinant le Val d'Anniviers, dans le but de cibler le mieux possible ce qui s'y est passé. Ainsi, ces trois diagrammes décrivent les changements climatiques à trois altitudes différentes, dans deux vallées voisines et dans la vallée du Rhône.

Au Tardiglaciaire, la vallée du Rhône était constituée d'une végétation de steppe. La recolonisation du couvert végétal, suite au retrait glaciaire, s'est produite selon l'ordre habituel, en commençant par une croissance des herbacées. Les espèces les plus représentées étaient l'armoise (*Artemisia*), les caryophyllacées, l'argousier (*Hyppophae*) et le genévrier (*Juniperus*). Le climat était donc encore froid et humide. Au Bölling et à l'Alleröd, un réchauffement a permis au pin (*Pinus*) et au bouleau (*Betula*) de s'étendre. Le pin affectionnant les sols encore peu constitués et encombrés de graviers, de galets ou de blocs morainiques et le bouleau préférant les milieux humides, ces deux pionniers ont pu progresser, et ainsi représenter l'essentiel de la végétation jusqu'au début de l'Holocène. A ce moment, nous étions encore en phase de rhexistase et l'érosion était encore très élevée. Par conséquent, divers mouvements de masse, tels les glissements de terrain, les éboulements-écroulements et coulées se sont produits en nombre. C'est durant ces 5'000 ans que

les traits principaux du modelé que nous connaissons actuellement se sont façonnés et plus particulièrement lors du petit refroidissement au Dryas récent.

Dans les vallées latérales, la glace occupait encore un grand espace et seule l'armoise peuplait les alentours des langues glaciaires. Les versants devaient être apparemment stables grâce à l'appui qu'offraient les glaciers.

A l'Holocène, la situation change radicalement. Au Préboréal (IV), 10'200 à 8'800 BP, de nouveaux compétiteurs, indicateurs de chaleur (thermophile), viennent supplanter le pin et le bouleau. Il s'agit du noisetier (*Corylus*), du chêne (*Quercus*), de l'orme (*Ulmus*) et de l'aulne (*Alnus*). Le réchauffement s'accroît de telle sorte que les vallées latérales sont désormais quasiment libres de glace. Des espèces comme le chêne et le tilleul (*Tilia*) colonisent le Val d'Hérémence. Vers 9'000 BP, le noisetier, l'aulne, l'orme et le mélèze apparaissent. Dans le Mattertal, l'évolution est similaire, mais d'une ampleur moindre.

Le début de l'Holocène coïncide avec une phase de biostasie importante. Une végétation très diversifiée s'installe et contribue à la création d'un sol garant de stabilité future. Parallèlement, les versants se retrouvent dans la situation d'instabilité décrite plus haut et un certain nombre de mécanismes liés à la gravité continuent à se produire.

Cette chronozone est reconnue pour être encore très humide et de nombreux glissements se sont produits dans les Préalpes et les Alpes à ce moment. La datation par dendrochronologie et par C14 de restes de troncs retrouvés dans divers glissements l'atteste.

Du Préboréal à l'Atlantique, le réchauffement général se poursuit avec toutefois quelques variations. L'Atlantique est subdivisé d'après des critères climatiques et palynologiques en deux parties:

l'Atlantique ancien (VI) 7'600 à 5'800 BP et l'Atlantique récent (VII) 5'800 à 4'500 BP. Durant la première sous-chronozone, le climat est généralement comparable à l'actuel, voire un peu plus chaud, la seconde est assimilée à une récurrence froide et humide.

L'Atlantique correspond au début du Néolithique dans le canton du Valais. En effet, des traces de la culture du vin (*Vitis*), du lin (*Linum*) et des céréales (*Cerealia*) sont visibles vers 6'000 BP, dans la vallée du Rhône. Dans le Mattertal et dans le Val d'Hérémence, la céréale apparaît sporadiquement vers 5'500 BP, ce qui atteste d'un peuplement précoce de ces vallées. Cependant, la chasse et la cueillette restent les activités principales des peuplades néolithiques valaisannes. Les pratiques agricoles sont basées sur l'essartage; la croissance d'espèces rudérales (chénopodiacées) liée à la culture de céréales en témoigne. Pour l'instant, l'espace pris sur la forêt est faible et par conséquent l'homme ne menace pas encore son environnement par son mode de vie.

De l'Atlantique récent au début du Subatlantique (IX), l'activité humaine n'est guère perceptible. Les variations climatiques restent le facteur influençant la répartition des espèces végétales. Le climat était dans l'ensemble chaud avec des variations dans le taux d'humidité.

Le Subatlantique (2'600 BP) est la dernière chronozone; il se poursuit jusqu'à nos jours. L'âge du fer commence environ à ce moment là. En effet, les outils se sont perfectionnés et l'agriculture, voire l'élevage sont devenus prépondérants en tant

que mode de vie. Ces propos sont confirmés par une progression exponentielle de la culture des céréales, du chanvre (*Cannabis*) et du noyer (*Juglans*). En relation avec cette progression, à l'inverse, nous constatons une chute du pourcentage de pollens de chêne et de bouleau.

Il y aurait deux explications à cela. Le climat s'est brusquement refroidi et humidifié. Le chêne a probablement réagi à ce changement, toutefois les températures n'ont pas dû trop s'abaisser, sinon la culture des céréales et du chanvre aurait été impossible. De plus, le bouleau aime les conditions froides et humides et les variations depuis le Tardiglaciaire ne l'ont pas trop gêné.

La seconde explication paraît plus vraisemblable; le facteur anthropique nous apporte la meilleure réponse. Afin de pouvoir disposer de suffisamment de surface cultivable, l'homme a défriché les forêts avoisinantes.

Dans le Mattertal, entre 2'000 et 1'500 BP, les céréales; le chanvre et le noyer sont introduits et cultivés massivement. En même temps, le sapin (*Abies*), l'épicéa (*Picea*) et le pin diminuent légèrement. La civilisation romaine, qui s'est installée durant cette période, a apporté une série de pratiques agraires qui ont eu des conséquences sur la flore.

Le Subatlantique a aussi connu un retour du froid humide et le défrichage s'est amplifié dès son commencement. Ces facteurs ont probablement contribué à la déstabilisation des versants et un certain nombre de catastrophes ont dû se produire. Aujourd'hui, il est difficile d'en retrouver les traces avec exactitude, en revanche l'apport des sources historiques, décrivant quelques événements depuis l'ère romaine à nos jours, peut nous donner des informations.

Ajoutons encore que la végétation actuelle du Val d'Anniviers est essentiellement constituée de mélèzes (*Larix*), de sapins et d'épicéas. Une politique de reboisement visant à atténuer les risques naturelles a été instaurée depuis le début du siècle; les essences indigènes ont été privilégiées.

Le talweg du Val d'Anniviers s'étire entre 800 et 1'500 mètres d'altitude environ. L'étagement de la végétation commence surtout à partir de l'étage montagnard. Le collinéen composé principalement de feuillus est présent à l'entrée de la vallée. Le subalpin s'étire jusqu'à 2'000-2'100 mètres, limite de la végétation.

5.8 Les catastrophes antérieures, sources historiques

Dans son ouvrage¹¹, Symphorien Florey mentionne quatre événements catastrophiques qui se sont produits au cours de ces treize derniers siècles.

Le premier eut lieu au VI^e siècle, à la jonction des deux rivières la Gougra et la Navisence, un peu en retrait du village des Morasses. Durant un certain hiver, il tomba partout une épaisse couche de neige; au printemps une longue période d'orages et de pluies torrentielles survint. Ensuite, par une nuit sombre, tout un pan de la montagne de Tsirouc descendit avec fracas, engloutissant totalement le village des Morasses et la campagne environnante. Il n'y eut aucun survivant. Aujourd'hui, au-dessus du lieu-dit *La Cherna*, on distingue nettement une zone déprimée correspondant à l'endroit où s'est produit l'éboulement.

¹¹ S. Florey (1974), *Légendes et réalités du Val d'Anniviers*

Le second événement correspond à une avalanche qui s'est déclenchée en 1817. Les hivers 1814, 1815 et 1816 furent très froids, longs et rigoureux. Pendant cette longue période glaciaire une vaste cuvette (2'500m alt.), située au bas de la paroi E du Roc d'Orzival, fut comblée par des avalanches. Cette accumulation de neige fut brusquement libérée sous forme de coulée neigeuse, le 8 mars 1817, par de fortes précipitations neigeuses, puis pluvieuses liée à un réchauffement printanier. Le 10 mars, un violent orage s'abattit alentour de Mayoux, accompagné d'éclairs et de coups de tonnerre répétés. Une seconde avalanche meurtrière, détachée du Roc d'Orzival (2'852m alt.) franchit la cuvette, traversa une forêt de mélèze par le torrent de Mayoux et heurta le village. De plus, l'orage occasionna un incendie. Les victimes et les dégâts furent considérables.

Le troisième événement se produisit en août 1834. A nouveau, des précipitations sont à l'origine de la catastrophe. Pendant tout le mois de janvier, la pluie n'a cessé de tomber en abondance. Par la suite, pendant six mois, une sécheresse, ainsi qu'une chaleur excessive s'installèrent. Les pâturages étaient brûlés par le soleil jusqu'aux sommets. Au mois de juillet, les précipitations se manifestèrent à nouveau. Les 27 et 28 août, un grand vent du S s'est levé, accompagné de pluies torrentielles. Il en a résulté une fonte et un recul du glacier de Zinal, qui a fait place à un lac proglaciaire. Ainsi, l'eau de la Navisence s'écoulant du glacier fut retenue et le lac s'est rempli. Plus tard, les précipitations et le vent chaud s'amplifiant, la moraine céda et l'eau déferla dans la vallée. De nombreux ponts furent détruits, les moulins d'Ayer furent emportés, ainsi que des granges et des écuries.

Le dernier événement est un incendie survenu le 20 juillet 1838. Ce jour là, la chaleur était insupportable et un vent du N soufflait avec violence. Un adolescent du village de Mission fut à l'origine de l'accident. Il renversa maladroitement et involontairement une lampe à huile qui mit le feu à son chalet. Par la suite, le feu se propagea rapidement et la quasi-totalité du village fut brûlée. Même un chalet à l'entrée d'Ayer avait commencé à brûler.

Il semblerait donc que le Val d'Anniviers ait subi depuis des siècles des éboulements, des laves torrentielles, des coulées de boues, des avalanches et des incendies. Bien sûr, tous les événements n'ont pas pu être recensés, car la mémoire s'efface, mais grâce aux témoignages transmis dans les familles et recueillis par S. Florey, il a été possible d'en relater quelques-uns. Nous voyons aussi que les risques principaux du passé et du présent demeurent les mêmes, à savoir: les éboulements, les avalanches et les laves torrentielles. L'incendie, d'origine anthropique le plus souvent, demeure un risque très présent dans l'esprit des populations de montagne, car à deux reprises des villages ont été entièrement détruits.

6. Localisation des formes et des dangers

Dans cette partie, nous nous intéresserons concrètement aux risques objectifs qui se présentent dans le Val d'Anniviers. Pour cela, je me baserai sur le levé géologique du professeur M. Marthaler, sur son rapport des risques naturels pour la région de Vissoie et Saint-Luc (CERG), ainsi que sur mes observations de terrain. J'y ajouterai les observations du naturaliste Ignace Mariétan qui a étudié et décrit le Val d'Anniviers pendant plus d'un demi-siècle.

Dans la partie théorique, nous avons vu quels sont les risques propres au milieu de montagne. Maintenant, nous allons voir où se localisent les glissements de terrain, les éboulements-écroulements, les coulées de boues, les laves torrentielles et avalanches neigeuses.

6.1 Glissements et instabilités

Le rapport de M. Marthaler¹² mentionne une vaste zone instable en rive droite de la Navisence dans la région de Vissoie et Saint-Luc. La superficie concernée par ces mouvements occupe environ 7km². Ce grand glissement est généralement profond et atteint des couches à plus de dix mètres de profondeur. Par endroit, il peut atteindre 200 mètres. En moyenne, entre Vissoie et Saint-Luc, l'épaisseur de la roche altérée et pouvant se déplacer est comprise entre 50 et 100 mètres (cf. annexes n°4,5 & 6).

Afin d'appréhender le risque que présente ce glissement, une typologie basée sur le déplacement a été établie: très lent (0-1 cm/an) en jaune, lent (1-5 cm/an) en orange et rapide (5-10 cm/an) en rouge.

Elle se fonde avant tout sur des observations de terrain: cisaillement d'un biseau ou d'une moraine lié au déplacement d'une partie du terrain, alors que l'autre reste fixe. Selon la longueur de l'écart et le temps écoulé, on en déduit une vitesse moyenne de déplacement. Les vitesses mentionnées ne sont donc qu'indicatives, car aucune mesure précise n'a été effectuée dans le cadre de ce rapport.

Cet ensemble instable peut être divisé schématiquement en deux parties:

La première, située entre 1'900 et 2'400m d'altitude (partie supérieure), est stabilisée ou peu active. Le plan de glissement est situé à environ 200m de profondeur; la limite entre roche saine et roche altérée n'est pas nette. Il en résulte un fluage très lent et quasiment invisible, de 10 cm à 100 cm par siècle (cf. annexes n°4 et 6).

La seconde, située entre La Navisence et 1'900m d'altitude (partie inférieure), est beaucoup plus active et aussi plus complexe. Plusieurs niches d'arrachement se succèdent ou se superposent et continuent en profondeur sous forme de failles courbes.

La coupe CC' (annexe n°6) le montre et nous renseigne plus précisément. En effet, nous pouvons constater une accélération du mouvement en regardant la coupe de droite à gauche. Un passage progressif d'une portion jaune à une portion rouge en

¹² M.Marthaler (1995), Instabilités de terrain dans le Val d'Anniviers : Risques naturels pour la région de Vissoie et Saint-Luc

passant par l'orange se dessine très clairement. La diminution d'épaisseur est certainement à l'origine de ce mécanisme. Les forces de frottement et la force de la gravité situées en aval sont bien inférieures à la force de la gravité exercée sur l'aval par l'importante masse (200m d'épaisseur).

Dans notre cas, la moraine joue un rôle passif, car le plan de glissement est plus profond que le contact quaternaire-substratum (annexes 5 & 6). Nous sommes donc en présence d'un grand glissement de retrait glaciaire stabilisé, mais réactivé dans sa partie inférieure.

Ce glissement est de type rotationnel avec des plans de discontinuité de forme circulaire. Cependant, le versant ayant une pente élevée (30°), la masse déplacée a tendance à se translater progressivement, parallèlement aux failles. De plus, une telle pente se prête peu à la formation d'un "bourrelet chaotique" en aval. Il présente certains aspects d'un glissement de type translationnel.

Les assises géologiques dans lesquelles se situent les niches d'arrachement sont constituées de gneiss micacés et de micaschistes. Ces roches, qui ont été décrites plus haut, se retrouvent dans tout le versant Vissoie/Saint-Luc. Leur propension à s'altérer et/ou à se déliter en feuillets fragilise le versant et contribue à sa mise en mouvement. De plus, elles sont en position de flanc inverse, ce qui a pour conséquence de les voir plus écrasées que dans le flanc normal.

Ce n'est donc pas par hasard qu'un grand glissement de terrain occupe toute la zone sillonnée par les virages de la route cantonale qui monte à Saint-Luc.

La quasi-totalité des discontinuités, ainsi que les niches d'arrachement sont situées entre 1'600 et 2'400m d'altitude. A cette hauteur, la végétation se raréfie et les précipitations neigeuses sont considérables. Lors de la fonte des neiges, l'infiltration des eaux dans la roche, liée au réseau de fractures, rend le versant perméable et une réactivation peut alors être à redouter.

A cet égard, rappelons que les glissements (actifs) sont repérables par des zones très humides. Une végétation différente (carex), témoignant d'une accumulation d'eau, s'y développe.

Le risque réside aussi dans la météorologie. En effet, une année fortement pluvieuse avec une lente infiltration d'eau vers la profondeur pourrait diminuer la résistance effective le long des plans de glissement potentiel et donc favoriser une accélération des mouvements.

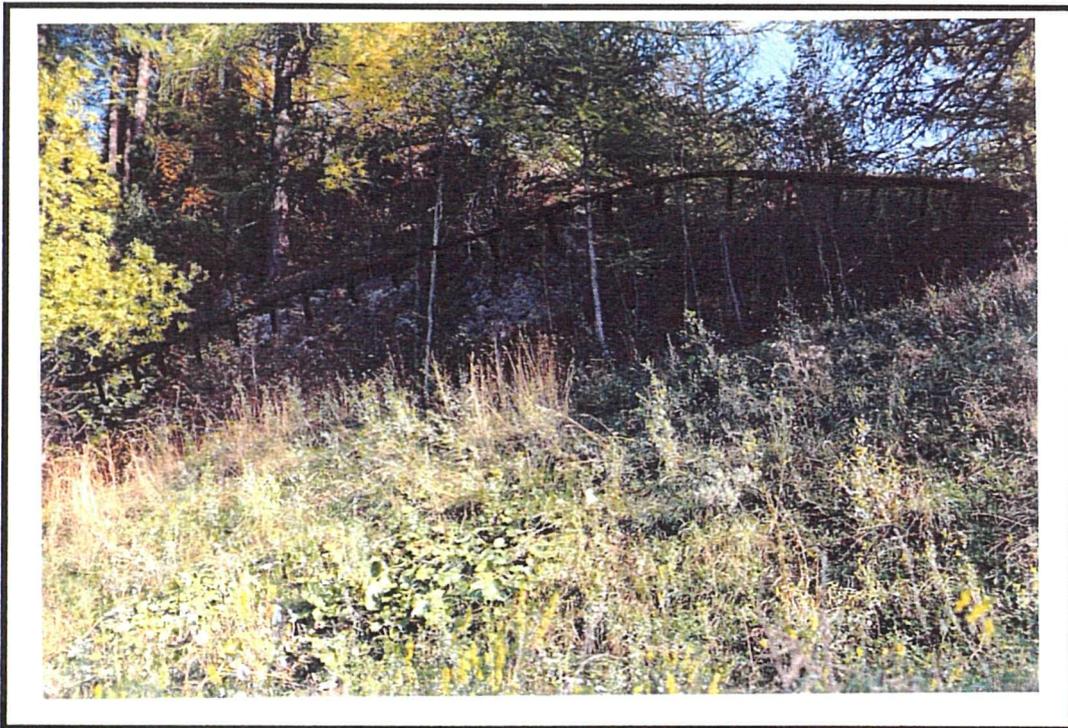


Photo n°1: Zone humide située sous une niche d'arrachement. Le glissement est actif en cet endroit. (Au N du lieu-dit *Les Tsatéléts*)

Il en ressort qu'une série d'infrastructures sont touchées:

- la route cantonale reliant Vissoie et Saint-Luc se situe entièrement en zone orange et rouge (glissement rapide). Au lieu-dit *La Condemine*, 1km de route peut être déformé par une soudaine reprise de l'activité (rouge).
- la partie W du village de Saint-Luc se situe en zone orange. A long terme, des habitations vont être fissurées, voire détruites.

Dans ce type de risques, la population n'est pas directement menacée. En revanche, les dégâts matériels peuvent peser lourd sur le budget de ces petites communes de montagne. Principalement, les conséquences des glissements de terrain sont d'ordre économique.

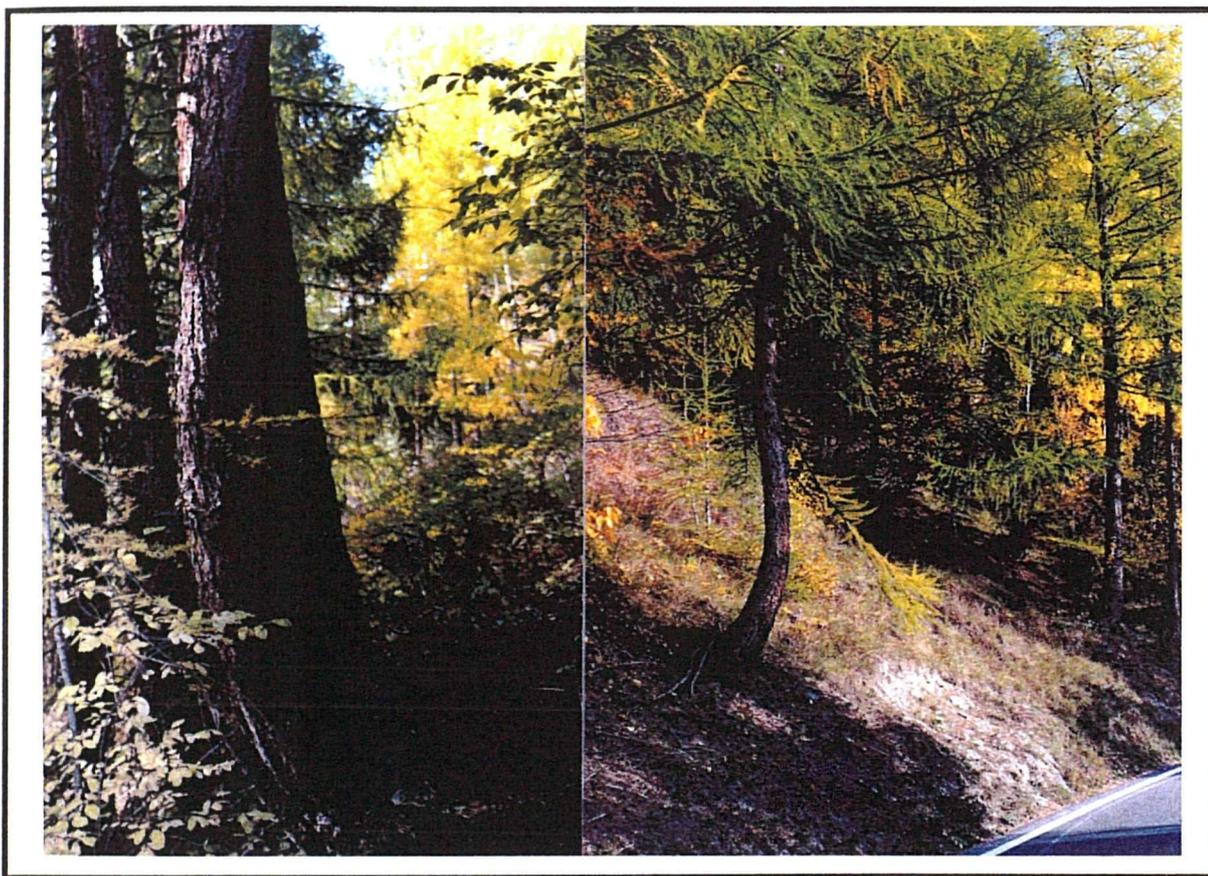


Photo n°2: Au bord de la route cantonale, mélèzes aux troncs courbés témoignant d'un glissement rapide, passé. Actuellement, l'activité semble stabilisée. (lieu-dit *La Condemine*)

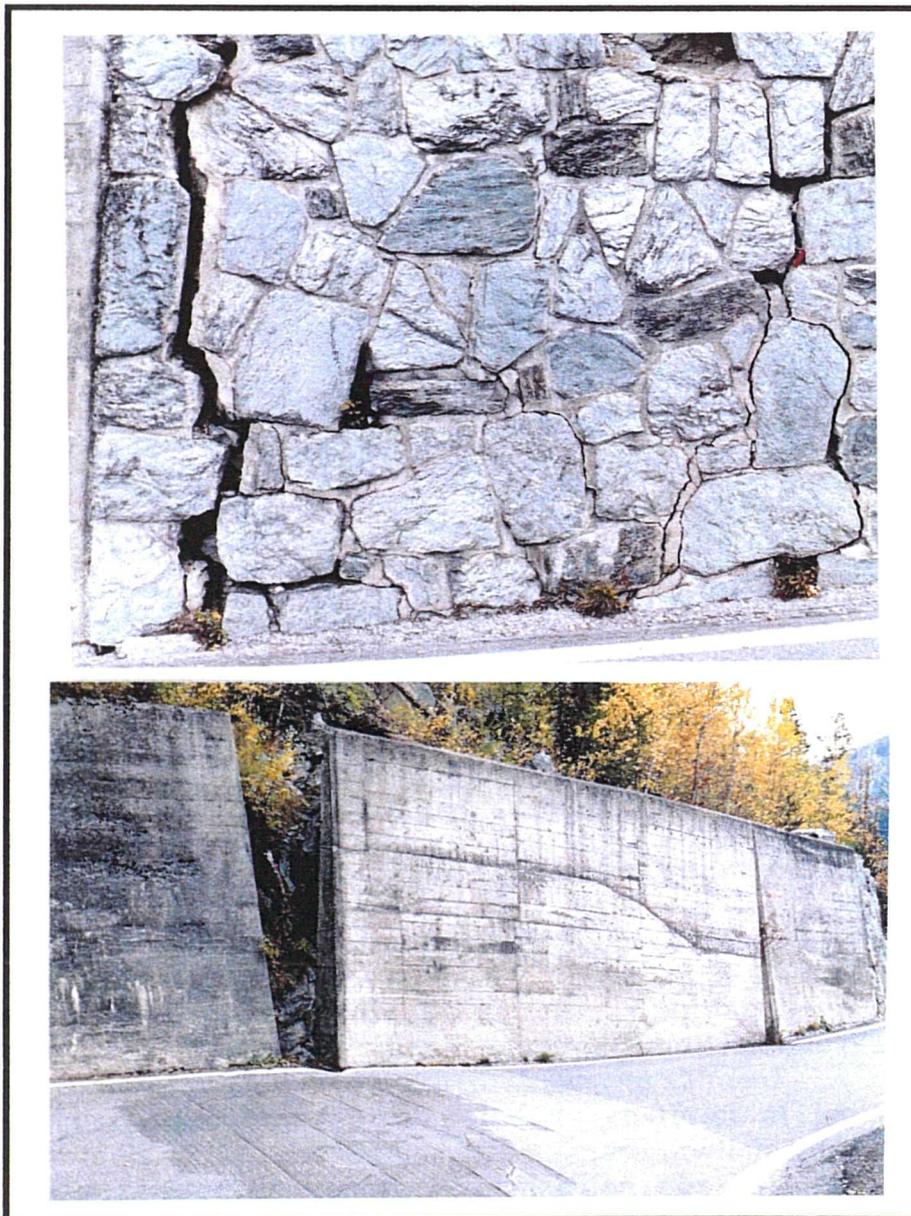


Photo n°3: Sur la route cantonale, basculement et fissuration des ouvrages de protection liés au glissement.

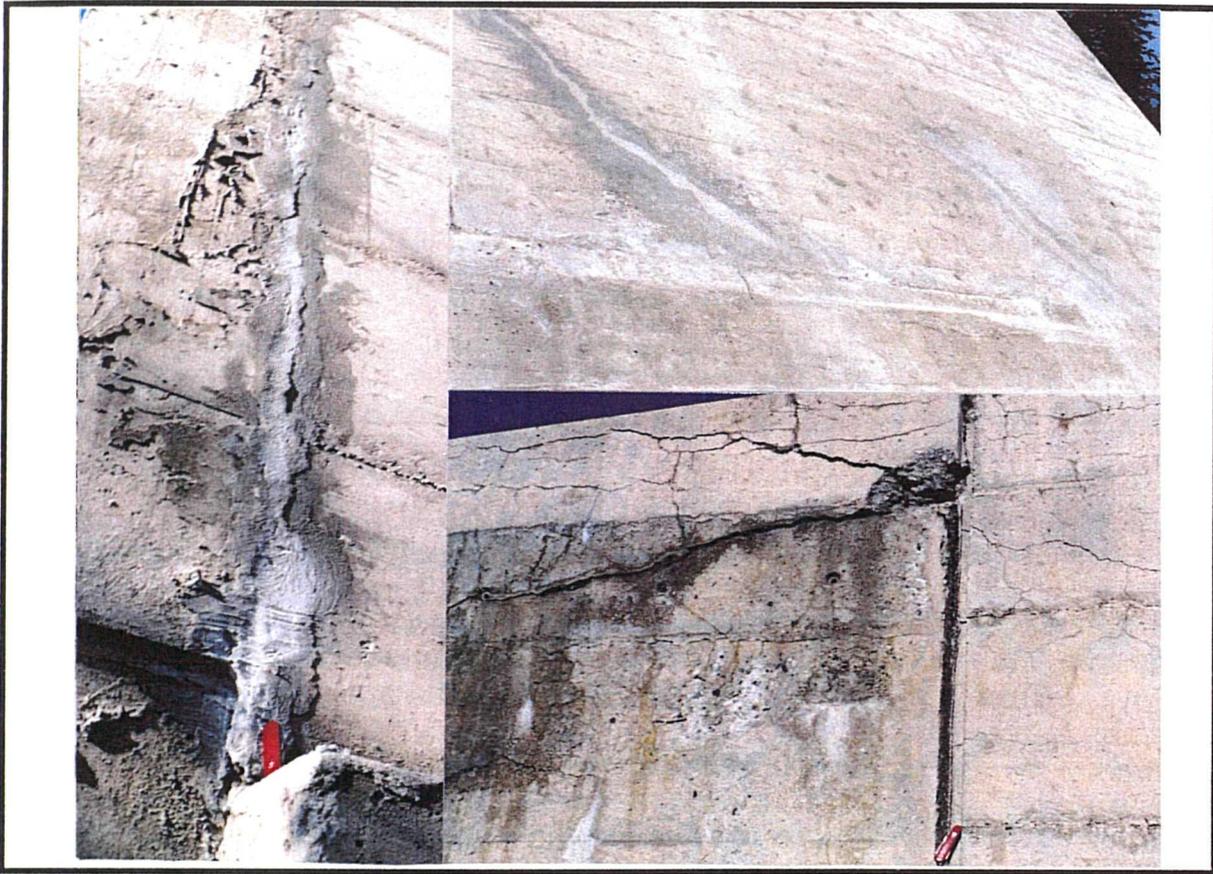


Photo n°4: Fissures dans l'énorme parking à l'entrée de Saint-Luc.

Dans le village de Saint-Luc, j'ai observé de nombreux bâtiments fissurés, eux aussi. D'une manière générale, tout le versant est affecté par le glissement, il est donc compréhensible de voir ce genre de dégâts. Cependant, il se peut que les constructions ne soient pas de très bonne qualité (défauts) et que d'autres facteurs, comme l'eau combinée au gel ou des microséismes, les abîment.

Finalement, le risque étant principalement matériel et les déplacements suffisamment lents, cette zone est surveillée occasionnellement. La population a donc le temps de réagir et de prendre des dispositions pour assurer sa sécurité.

Ajoutons qu'il existe quand même un risque indirect qui pourrait être causé par une accélération du glissement cartographié en rouge, entre *La Condemine* et *Les Landoux*. L'arrivée d'un gros volume de matériaux dans le lit de la Navisence pourrait former un barrage temporaire. Dans cette configuration, le risque d'inondation en cas de débâcle se reporterait sur les habitants de Chippis.

6.2 Eboulements et chutes de blocs

Les éboulements ont été nombreux dans la vallée ces derniers siècles et la probabilité d'occurrence demeure élevée. Ce type de risque menace directement les infrastructures humaines et les populations.

Le même rapport¹² décrit une zone d'éboulements située au NW des villages de Vissoie et Saint-Luc, dans le même versant en rive droite de La Navisence. Cette

zone est incorporée dans le glissement que nous venons de décrire. En cet endroit de la vallée, les éboulements sont fortement liés au glissement.

En effet, les zones de provenance des éboulements se confondent avec les zones active et moyennement active (rouge et orange).

Les zones concernées par des éboulements ou des chutes de blocs et actuellement surveillées sont:

- le *Roc du Capucin*, menaçant la route St.-Luc/Chandolin.
- la région du *Châble des Echouverts*, menaçant la route cantonale Sierre-Vissoie sur 1,5 km.
- la route Sierre-Vissoie à la hauteur de Fang. Une portion de 1km environ est menacée par des chutes de blocs, près des lieux-dits *Petites Pontis* et *Les Lavantiers*.

Rappelons qu'une caractéristique des éboulements ou des chutes de blocs est qu'il est difficile de prévoir le moment où ils se produisent, contrairement au glissement dont son évolution peut être suivie. Une surveillance permanente s'impose.

Dans un article de J.-D. Rouiller¹³, une méthode d'auscultation de falaises et d'évaluation du danger par une méthode appelée "MATTEROCK" est proposée. Cette méthode se base sur la probabilité d'occurrence et sur l'intensité. La probabilité d'occurrence tient compte du temps de retour, de la géomorphologie, de l'hydrogéologie et de l'agencement structural de la roche. L'intensité tient compte de la masse mobilisable et de la trajectographie. A partir de ces études, une détermination de l'aléa, ainsi qu'une carte du danger sont établies.

La probabilité d'occurrence est une résultante de la probabilité d'atteinte et de la probabilité de mobilisation. Cette distinction est nécessaire, car parfois, quand bien même un bloc se désolidarise et chute, il n'est pas sûr que celui-ci atteigne des zones menacées; il peut être freiné durant sa chute par la nature du sol ou de la topographie.

¹³ J.-D. Rouiller (1997), Application de la méthodologie « MATTEROCK » à l'évaluation du danger lié aux falaises, in *Eclogae geologicae Helvetiae*

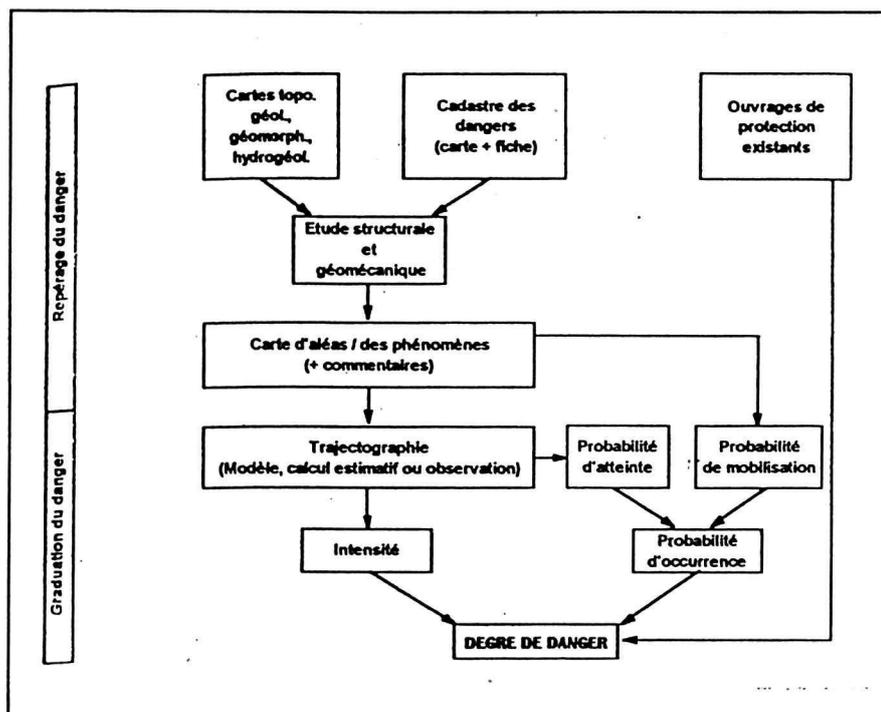


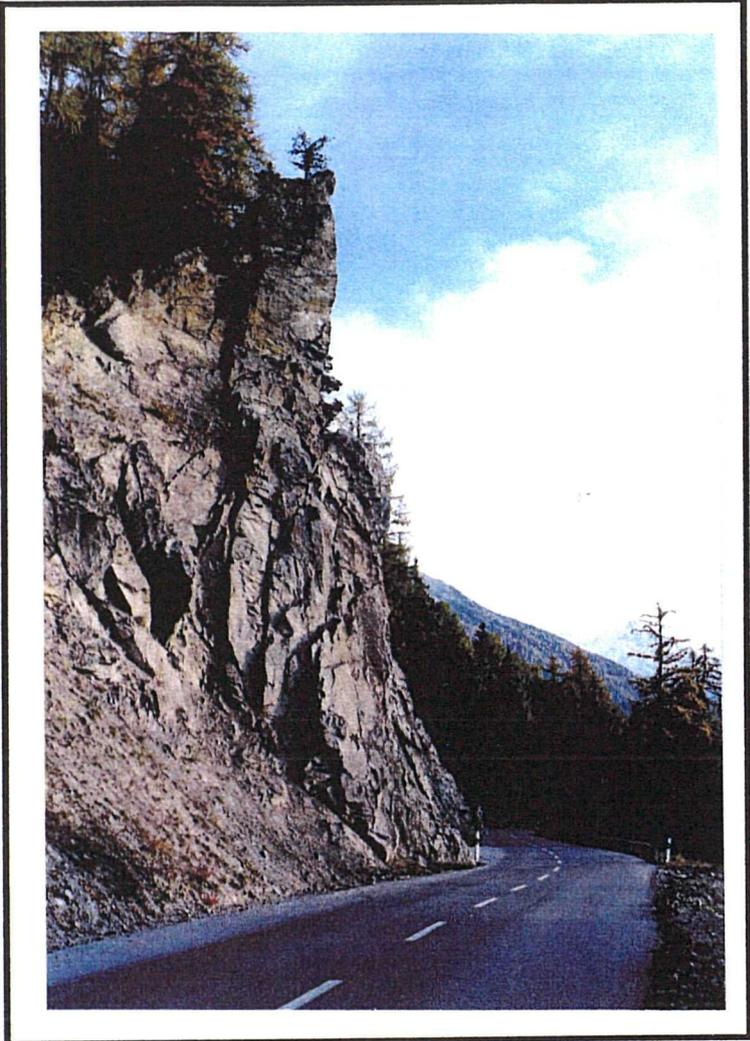
Fig. n°12: Démarche séquentielle de gradation du danger falaise. L'étude structurale et géomécanique est à la base de la carte d'aléas dont les éléments permettent de déterminer aussi bien la probabilité de mobilisation que celle d'atteinte. (J.-D. Rouiller, 1997)

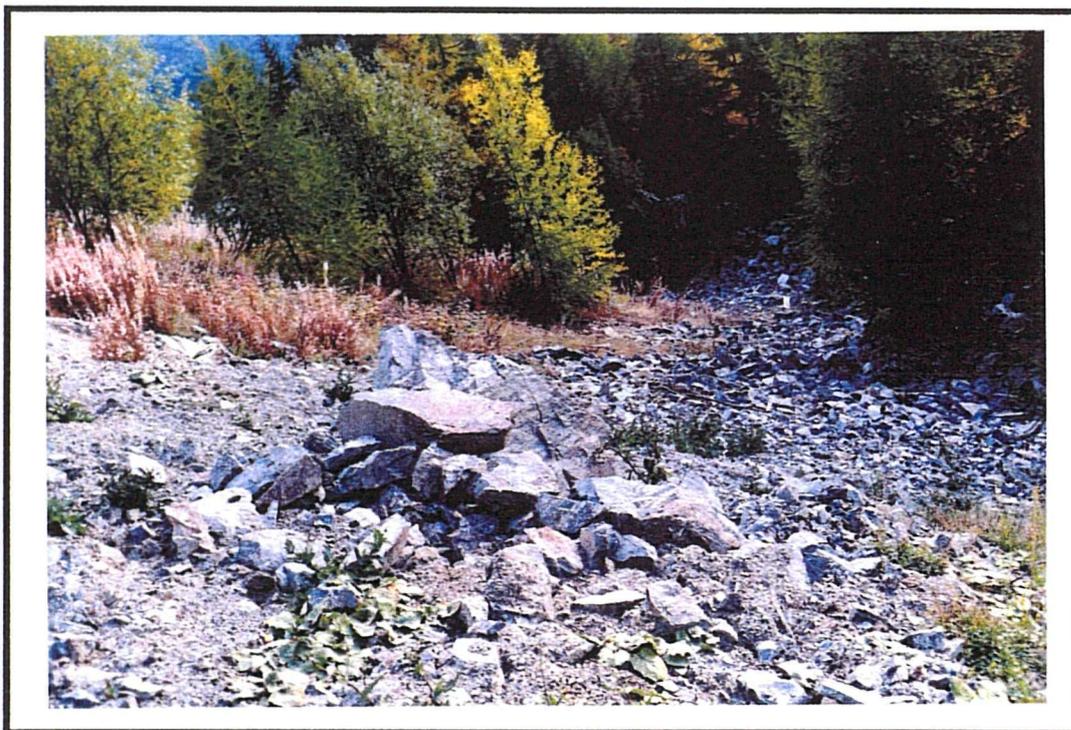
Les zones de provenance des chutes de blocs ou les affleurements pouvant provoquer un éboulement sont situés dans des gneiss micacés et dans des micaschistes. Ces roches sont écrasées ou tassées dans toute la zone concernée par des risques d'éboulements. De plus, il est à relever que le versant est parcouru par de nombreuses failles aux lieux-dits *Châbles des Echouverts*, *La Barma*, *Forêt de la Grand-Combe* et les *Croisettes*. Sur la carte des glissements, les roches tassées sont signalées par un "V".

Au regard des failles, du tassement des roches et de l'activité sismique fréquente dans le Val d'Anniviers (cf. pp. 16-19), la probabilité de mobilisation demeure importante.

De plus, le versant est très incliné (60°) et la végétation rare en certains endroits, les blocs n'ont que peut de "chance" de s'arrêter avant; la probabilité d'atteinte est donc aussi très élevée.

Les zones de dépôts d'éboulements antérieurs indiquent une activité passée, ainsi que la possibilité qu'un événement se reproduise. C'est le cas du Roc du Capucin qui est étroitement surveillé.





Photos n°5et 5bis: Menace d'écroulement du Roc du Capucin et zone de dépôts d'éboulements antérieurs.

Cette situation géologique favorise le risque. C'est donc essentiellement les voies de communication qui sont menacées dans la région de Vissoie. Les personnes sont menacées uniquement lorsqu'elles transitent par ces axes routiers.

Dans la région de Zinal, les éboulements ont été très nombreux ces dernières décennies. Le naturaliste Ignace Mariétan¹⁴ a relaté plusieurs événements qui se sont produits dans la vallée depuis les années 1930. Les catastrophes qu'il évoque se sont déroulées entre 1945 et 1965.

L'auteur décrit un éboulement qui s'est produit en deux temps en 1948 (juin et juillet). Il le situe dans le versant en rive gauche de la Navisence, sous le Garde de Bordon (3'310m). La niche d'arrachement mesure 300m de large et 350m de hauteur. Elle laisse apparaître un gros banc de roches vertes et des schistes sombres au-dessus. Depuis longtemps, les villageois ont vu des blocs se détacher en cet endroit et s'accumuler au *Plat de la Lé*.

Or, en juin un premier éboulement suivit d'un second en juillet, amena une quantité importante de matériaux grossiers qui se sont déposés sous forme de deux cônes peu classés:

"Un fait intéressant observé dans cet éboulement est la grande trituration des roches, réduites en poudre fine. Elle s'explique par la hauteur de chute de 1'300m environ et par la faible dureté de ces schistes. Lors de l'éboulement du 17 juillet, on a pu voir un immense nuage de poussière qui recouvrit la vallée pendant plusieurs heures.

¹⁴ I. Mariétan (1947-1948), Un éboulement à Zinal, in Bull. de la Murithienne

Les hôtes de Zinal ont été frappés par le bruit des masses rocheuses qui descendaient à tout instant. De nouveaux éboulements partant du cirque supérieur restent très probables¹⁴.

Les précipitations furent abondantes pendant l'été 1948 et les matériaux fins ou moyens (graviers, sables) qui s'étaient déposés dans le versant, furent emportés par les eaux. La Navisence fut troublée par ces boues durant tout l'été. L'érosion torrentielle entamant ces nouveaux versants mis à nu fut considérable:

"Tout ce versant est en pleine désagrégation; de tout temps l'activité de ces torrents a été très intense; elle se manifeste surtout par des coulées de pierres. L'accumulation a été telle que la Navisence n'a pas pu les emporter, il s'est dès lors établi un véritable barrage dans la vallée d'environ 120m de haut, ce qui provoque la formation de la plaine de *Barma* à l'amont. (...) . Les coulées se produisent soit à la suite de pluies abondantes, soit au soir d'une chaude journée, qui active la fonte des neiges. Ce sont des blocs noyés dans une eau boueuse qui se bousculent et avancent, comme une avalanche. On a fait des travaux pour protéger les constructions"¹⁴.

Ainsi suite à l'éboulement, de fortes précipitations mélangées au matériel fragmenté ont encouragé le développement de phénomènes "parallèles", comme des laves torrentielles ou des coulées boueuses ou encore une inondation liée à un bouchon en amont. L'éboulement a mis à disposition une certaine quantité de matériel et l'eau s'est "chargée du reste".

Six ans plus tard, au même endroit, le 22 juillet un gros éboulement s'est produit. Une importante masse s'est décrochée de la même niche d'arrachement. On remarque aussi des suintements d'eau contre la paroi, provenant de la fusion des derniers restes de neige. L'eau aurait-elle favorisé le déclenchement de cet éboulement?

Le matériel est venu alimenter les cônes décrits précédemment.

"Il y eut une abondante projection de pierres, assez petites, au loin, jusqu'à la rivière. (...) . Le courant d'air développé par ces chutes a été très fort, assez semblable à celui qui se produit lors des avalanches de neige poudreuse. Il a traversé la plaine large de 500m, par-dessus la Navisence, est remonté sur le versant opposé déracinant une cinquantaine de gros mélèzes. (...) . Les dégâts aux chalets de *Barmaz* sont sensibles (...) tout a été déporté et dispersé au loin. Une petite écurie en bois a été écrasée sur place, (...) . Il faudra bien chercher un autre emplacement pour ces constructions"¹⁵.

Les dégâts ont donc été importants et fort heureusement aucune victime n'a été déplorée. Les troupeaux avaient quitté l'alpage une dizaine de jours plus tôt.

Un énorme nuage de poussière a donc été provoqué par la chute vertigineuse (1300m) des schistes qui se sont pulvérisés lors du choc. De fines particules se sont déposées sur les pâturages et sur les parois des chalets, jusqu'à 10 ou 20 cm d'épaisseur. Les habitants ont été fortement secoués par ces événements; certains ont même cru à une éruption volcanique.

A l'avenir, I. Mariétan déclare que d'autres événements sont encore à redouter, liés notamment à la désagrégation continue de ce versant et de la niche d'arrachement.

¹⁵ I. Mariétan (1954), Phénomènes d'érosion dans le vallon de Zinal, in Bull. de la Murithienne

6.3 Laves torrentielles et couloirs d'avalanches dans la vallée de Zinal

Les coulées de boues ou les laves torrentielles sont fréquentes dans la vallée de Zinal lors des périodes à précipitations abondantes ou au printemps, lors de la fonte des neiges. Le ravinement torrentiel a considérablement façonné la vallée; le village de Zinal est d'ailleurs construit sur une série de cônes de déjection ou d'éboulis emboîtés. Notons que le nom Zinal provient du patois "Chinal" qui signifie chenal. Ce vallon est donc connu depuis très longtemps pour ses chenaux déchaînés qui ont fait sa réputation.

I. Mariétan décrit six torrents, tous situés en rive droite de la Navisence, qui s'y jettent à la hauteur de Zinal. Le bassin versant de ces torrents est délimité par la crête des Diablons. Les affleurements sont constitués de gneiss et de schistes lustrés. Depuis longtemps, ce versant se désagrège; le toponyme de "Diablons" le révèle. Les habitants croyaient que les coulées ou les éboulements étaient dus au diable qui leur voulait du mal.

Les six torrents sont (du N au S) ceux de: Lirec, Perrec, Bondes, Péterey, Tracuit et Barmé. Ils sont parallèles entre eux. Tous ne sont pas menaçants; ce sont surtout les quatre premiers qui vont nous intéresser.

En 1936, un affaissement s'est produit dans l'alpage de Lirec. Là, les terrains sont constitués de gros blocs éboulés, de moraine, d'éboulis de toute grosseur et d'argiles. Une source, située en amont du hameau *Le Bouillet*, a été perturbée. L'eau s'est arrêtée de couler quelques temps pour rejaillir plus bas et creuser un ravin d'écoulement dans les terrains meubles. Une grande quantité de matériaux est descendue. Cette coulée a envahi les chemins et détruit un petit pont situé en aval de Zinal.

"Après cette coulée, l'eau chargée de vase et de graviers a creusé partout le lit du torrent, d'où un déséquilibre des rives et de nombreux petits glissements de terrain".

"La question importante qui se pose est celle de savoir si le mouvement de la grande masse continue ou s'il est arrêté? Il est certain que si elle descendait toute à la fois elle formerait un barrage de la Navisence, les eaux seraient refoulées, le barrage ne tarderait pas à céder, il pourrait y avoir de gros dommages à Pralong, Mottec et surtout à Chippis. (...) . Nos observations des années suivantes semblent indiquer que le mouvement est arrêté"¹⁵.

Le deuxième torrent est Perrec, celui-ci est très actif lors de fortes pluies et pendant l'hiver, il sert de couloir d'avalanche. Ce torrent est le plus redouté, car il menace directement le village de Zinal.

Le torrent de Bondes est le troisième. Il fut très actif au début du siècle, mais cela fait une cinquantaine d'année qu'il ne s'est rien produit. Des travaux, sous forme de grands murs de protection, ont été effectués, mais cela ne laisse en rien supposé qu'une catastrophe ne soit plus à craindre.

Le quatrième torrent dit "Le Péterey" provoque souvent des coulées. Son bassin d'alimentation se situe dans un cirque dont le petit glacier a disparu au début du siècle. Les éboulis s'y accumulent et il se peut que les variations de l'étendue du

permafrost (lié à un réchauffement du climat?) à cette altitude (2'900m) aient une incidence sur les coulées.

Entre le 9 juin et le 11 août 1950, quatre coulées se sont produites à la suite de gros orages et de températures estivales élevées. Les blocs charriés par la première coulée atteignent des tailles de 4 à 5m de longueur et 3 à 3,5m de largeur. Les deux coulées suivantes n'ont pas déplacé de blocs. La quatrième coulée s'est produite en deux vagues; c'est la deuxième qui a amené des blocs de 2 à 4m de longueur.

"Les dégâts furent assez graves, il a fallu beaucoup de travail pour débarrasser les cultures et pour miner les blocs afin de rétablir le torrent dans son lit habituel".

La description qu'Ignace Mariétan donne de ces coulées et l'explication de leur genèse laissent penser que ce type de mécanisme s'approche plus des laves torrentielles.

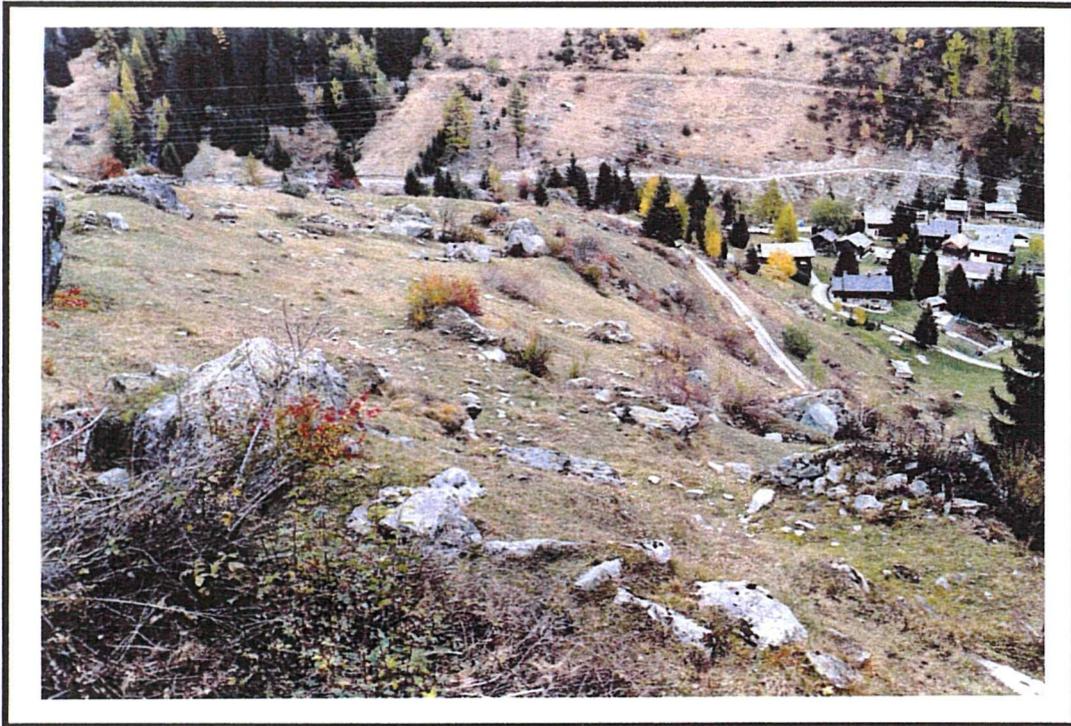
"La masse grossit peu à peu et finit par avoir un grand pouvoir d'érosion. Elle est formée par une sorte de bouillie, dans laquelle roulent des blocs de toutes dimensions. La première vague devient très forte parce que le frottement sur le lit, encore sec, la ralentit d'où une accumulation. Les gros blocs ne sont pas soulevés mais ils roulent poussés par la masse de matières qui s'accumule derrière eux. C'est une véritable avalanche de pierres qui se bousculent et dont le mouvement est facilité par la boue qui sert de lubrifiant"¹⁵.

Ce qui est caractéristique des laves torrentielles (debris flow) est la prédominance du matériel grossier et le rôle moindre joué par l'eau. Celle-ci est nécessaire au départ, mais par la suite la gravité fait le reste. L'eau mélangée aux argiles ou aux sables constitue une boue qui diminue les frottements et augmente ainsi l'énergie ou la vitesse.

Le village de Zinal est donc menacé par tous ces torrents, mais il reste encore un type de menace à mentionner pour cette vallée, il s'agit de l'éboulement de Mottec. Son origine est apparemment très ancienne, il a dû se produire au début du siècle passé, voire au XVIII^e, durant le petit âge glaciaire. Il est difficile d'affirmer une date exacte, les traces dans la littérature sont inexistantes.

En revanche, certains éléments peuvent nous aider. Des mélèzes de grandes tailles ont recolonisé une partie de l'éboulement et une partie du village est construite sur le front et sur les bords. Cela nous laisse supposer que l'éboulement a plus d'un siècle au moins.

Les blocs sont des quartzites verts et des gneiss, la niche d'arrachement est située 900m au-dessus. Il est délicat de prévoir si un événement risque de se reproduire à cet endroit, une surveillance reste nécessaire.



Photos n°6 et 6bis: Eboulement de Mottec (vu d'en haut et vu d'en bas)



Photo n°7: Blocs de quartzite et de gneiss

6.4 Les avalanches

Les couloirs d'avalanche sont nombreux dans la vallée et nous n'allons pas tous les recenser. Il me semble en revanche intéressant de mentionner les zones où les avalanches se déclenchent et peuvent frapper des villages.

Tout d'abord, on peut relever que la population du Val d'Anniviers s'est établie principalement en rive droite de la Navisence (Niouc, Fang, Vissoie, St.-Luc, Mission, Ayer et Zinal). Seuls les villages de Grimentz, St.-Jean, Mayoux et Pinsec se situent en rive gauche. Dans ce secteur, le versant est orienté vers l'E et le NE, l'altitude de la zone de provenance est comprise entre 2'000 et 3'000m, les précipitations peuvent être abondantes et persister longtemps. Parmi les torrents pouvant servir de couloirs d'avalanche, deux passent par les villages de Grimentz et Mayoux; un plus petit passe par St.-Jean. Le risque d'avalanche demeure élevé.

En rive droite, plus peuplée, le risque d'avalanche menace la quasi-totalité des villages, sauf éventuellement Vissoie situé en fond de vallée à l'écart des couloirs. Ayer et Zinal sont objectivement très menacés. Nous venons de le voir, Zinal compte quatre torrents menaçant. Ayer se trouve 1300m sous une crête, la pente est de 35° entre la crête et le village.

Le danger d'avalanche dépend de ces paramètres et de ceux décrits précédemment.

L'annexe n°7 résume les types de risque pour le Val d'Anniviers.

7. La perception des risques selon les acteurs

7.1 Un siècle de transition dans le Val d'Anniviers, rappel historique

Avant d'analyser la perception des risques et des catastrophes naturelles que les populations du Val d'Anniviers peuvent avoir, il faut retracer brièvement l'histoire des changements qui ont touché les Anniviards. Car, une connaissance de l'évolution des secteurs d'activité durant ce siècle permettra une meilleure compréhension des gens et de leurs opinions.

Depuis les premiers peuplements (4'000 BP) jusqu'à une époque relativement récente, le Val d'Anniviers est resté isolé. Les communications avec la plaine restaient très limitées en raison de l'absence de routes praticables; seuls des chemins muletiers existaient depuis le XI^e siècle. La première voie de communication permettant à des charrettes de circuler datent de 1850, c'est la route Sierre-Vissoie. Ensuite, vers 1900-1910, des routes supplémentaires sont construites jusqu'à Grimentz et Ayer.

Cette situation d'isolement a engendré une économie de type autarcique. Les communautés vivaient essentiellement de l'agriculture et de l'élevage. Environ 90% de la population active travaillait dans le secteur primaire entre 1900 et 1940. Après la deuxième guerre mondiale, en 1950, encore 80% travaillaient dans ce secteur.

A partir de cette date commence "l'ère des grands barrages". Entre 1955 et 1975, 400 barrages hydroélectriques se construisent en Suisse. Dans le Val d'Anniviers, c'est la construction du barrage de Moiry (1956-1962). A ce moment là, l'agriculture commence à entrer en crise et en même temps de la main d'œuvre est nécessaire pour les travaux du barrage. Une partie de la population active se déplace dans le secteur secondaire et l'agriculture commence à perdre des actifs. Le nombre et les surfaces des exploitations diminuent, car trop morcelées et trop petites elles ne pouvaient assurer un revenu décent.

En 1965 le barrage étant terminé, il a fallu développer de nouvelles activités. Ainsi, des remontées mécaniques, des hôtels, des résidences secondaires et diverses infrastructures de loisirs ont été construits. Le tourisme est devenu l'activité principale et les revenus qui s'en dégagent ont permis le maintien des populations. Actuellement, 65% de la population active travaille dans le secteur tertiaire.

Ces profonds bouleversements en moins d'un demi-siècle ont bien entendu marqué les Anniviards. Il est donc important d'avoir cela en mémoire, lors de l'analyse des perceptions.

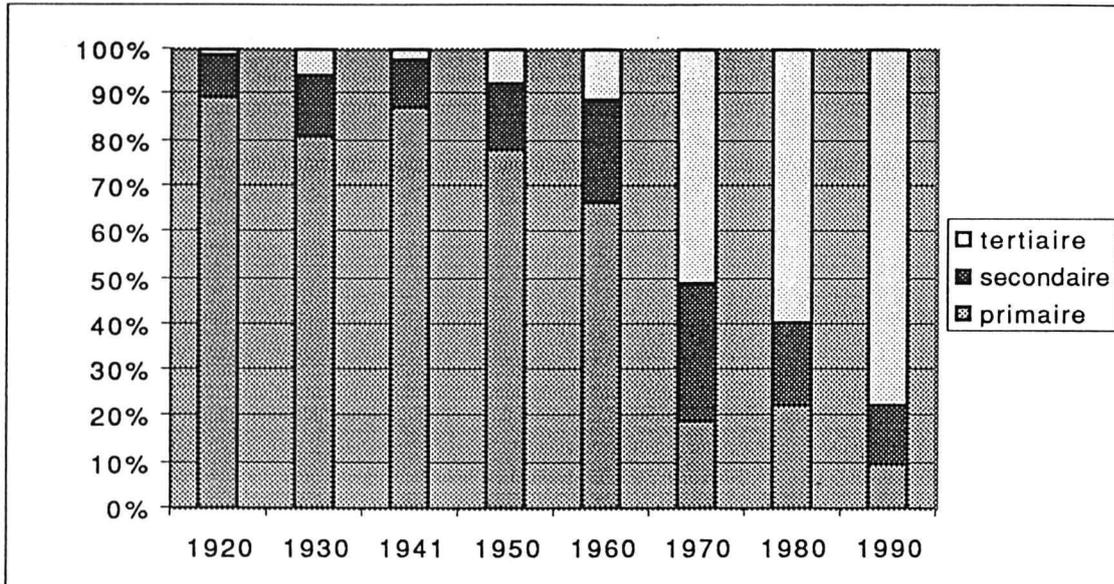


Fig. n°13: Transition dans les secteurs d'activités, commune de Saint-Luc

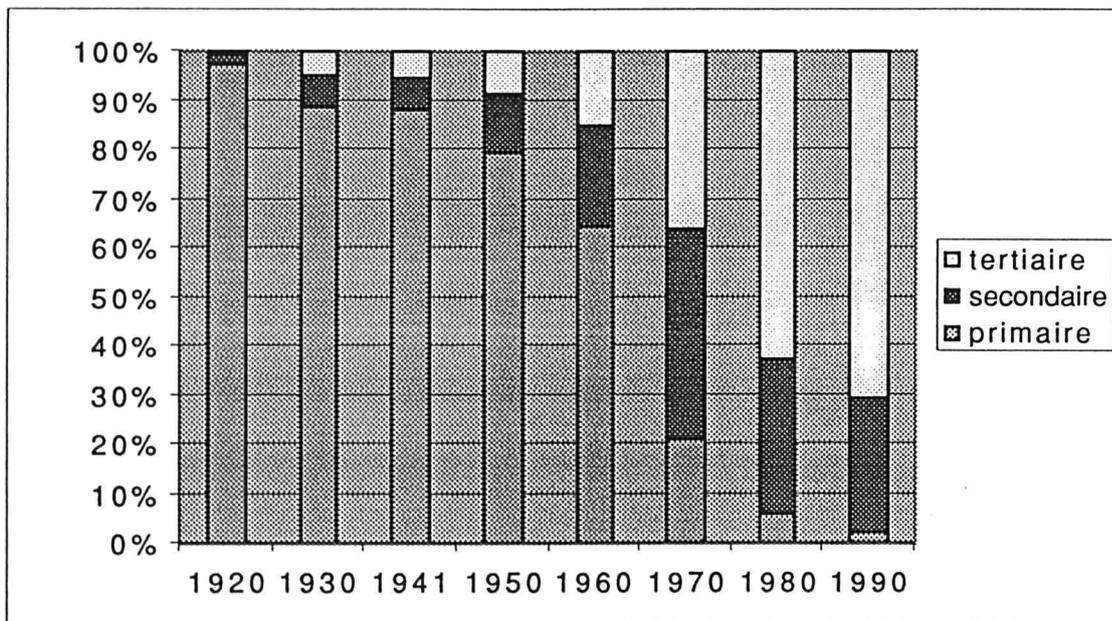


Fig. n°13bis: Transition dans les secteurs d'activités, commune d'Ayer

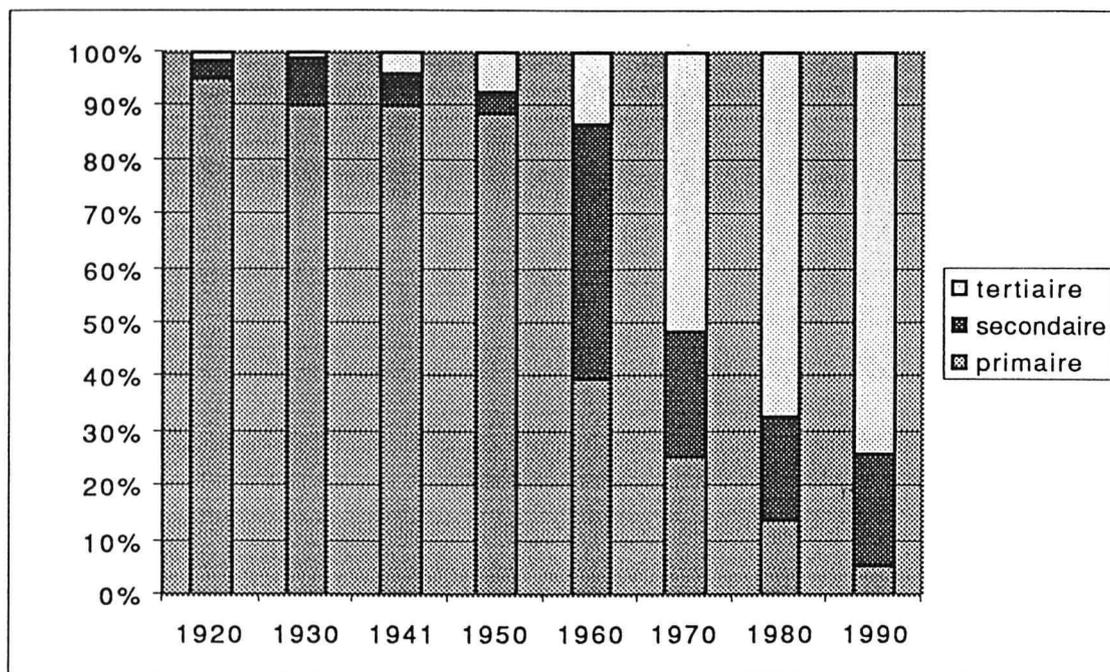


Fig. n°13ter: Transition dans les secteurs d'activités, commune de Grimetz

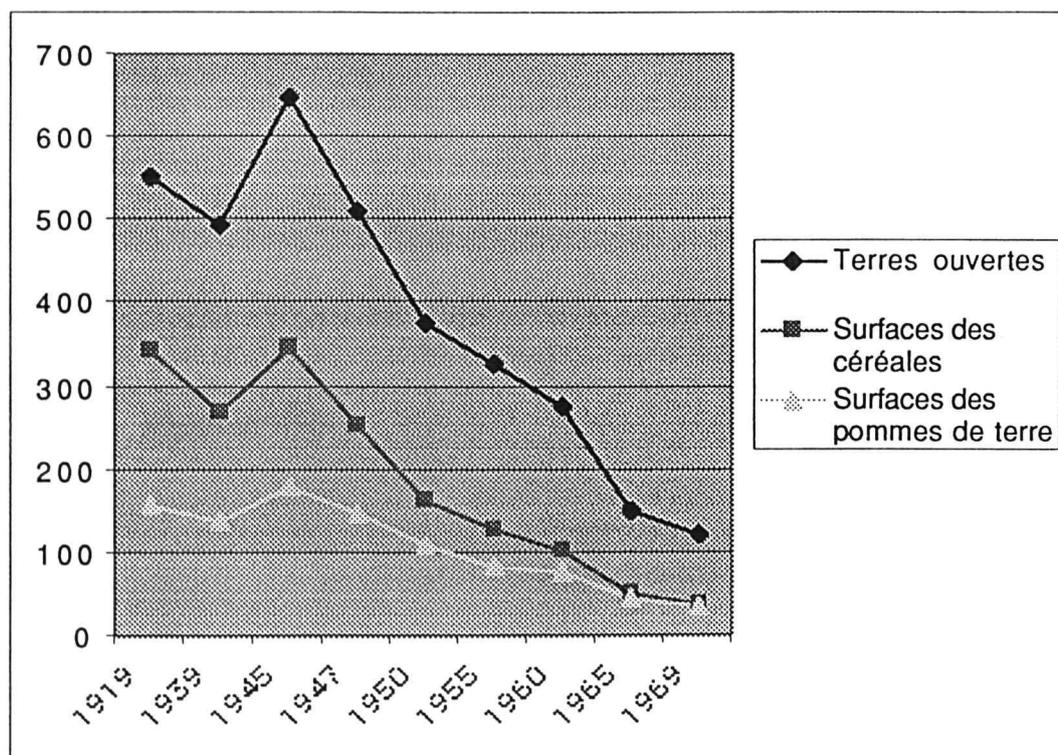


Fig. n°13quart: Déprise agricole dans le district de Sierre

7.2 La perception, l'espace et les processus cognitifs

Dans l'introduction, nous avons évoqué l'espace perçu et l'espace vécu en tant que "moteur" des espaces construits par les sociétés humaines. Pour comprendre ces différents environnements, l'homme utilise plusieurs outils, consciemment ou non:

- les connaissances
- les représentations
- l'expérience
- les sentiments et l'appréhension de l'espace
- l'imaginaire, les significations et les valeurs accordées à l'espace

Toutes ces notions se référant au "vécu" et au "perçu" appartiennent au domaine de la cognition ou du processus cognitif de chaque individu. Ce processus s'insère entre l'étape de perception de l'espace et celle où il adoptera une nouvelle attitude (en fonction de la perception).

Le monde réel nous fournit des informations qui sont perçues par nos cinq sens. Notre cerveau traite ces informations qui progressivement nous permettent de se constituer des connaissances nouvelles de l'espace nous entourant. Ainsi, le processus cognitif contribue en permanence à transformer les images que nous nous faisons de la réalité.

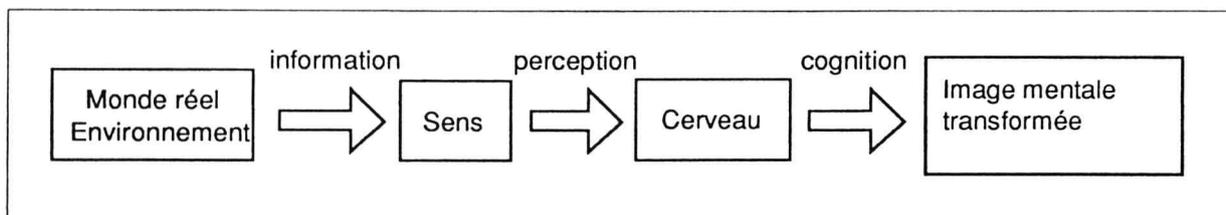


Fig. n° 14: Le processus cognitif

L'utilisation de tous nos sens est essentielle dans le processus d'acquisition d'information sur notre milieu, elle modifie notre perception et influence la cognition. Ainsi, au regard de la spécificité du milieu montagnard nous pouvons supposer que la perception des Anniviards sera fortement marquée par les catastrophes naturelles.

7.3 Caractérisation du risque par Burton, Kates & White et tentative d'explication par la théorie de la dissonance cognitive

Maintenant que nous avons cerné de manière exhaustive les risques propres au Val d'Anniviers, voyons comment ils sont acceptés ou ne le sont pas. Nous allons donc nous pencher sur ces notions d'acceptation et de non-acceptation qui font intervenir l'idée qu'il existe un seuil à partir duquel le risque n'est plus toléré.

Selon les définitions données en début d'étude, le danger et le risque sont intimement liés. Le risque est la mesure du danger. Le premier s'exprime par le produit de la probabilité d'occurrence et de la vulnérabilité; le second par le produit de la probabilité et de la gravité. Ces deux approches reviennent finalement au même.

Un graphe peut être construit à partir de ces deux paramètres. En abscisse, on peut placer la vulnérabilité ou la gravité et en ordonnée la probabilité. Il permet de représenter chaque type de catastrophe et faire ainsi une distinction dans les risques.

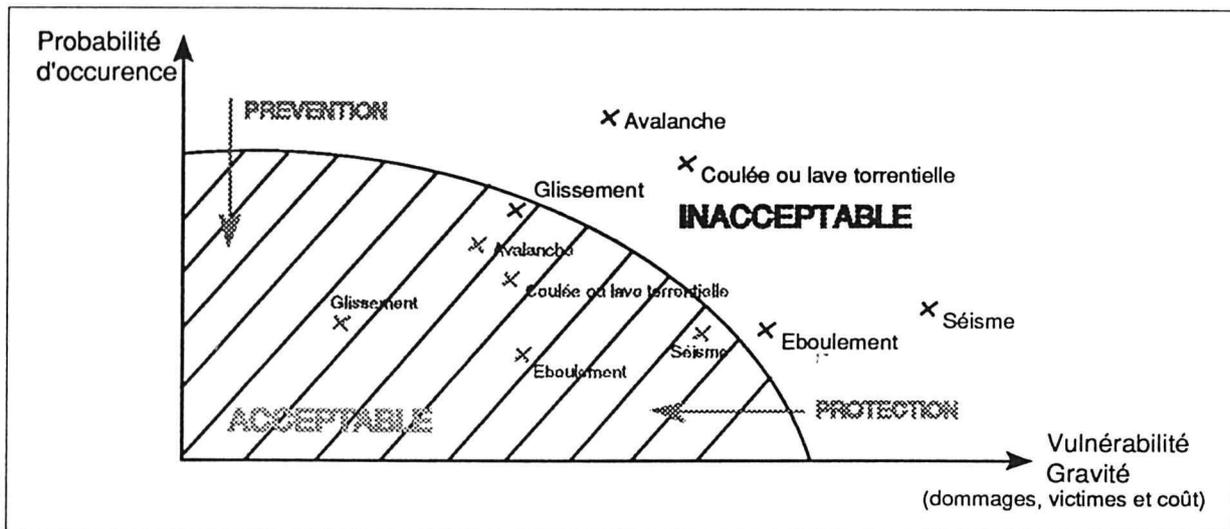


Fig. n°15: Seuil d'acceptabilité du risque et mesures de protection-prévention. (Figure adaptée et modifiée, source: G.-Y.Kervern, 1991)

Le seuil est bien entendu difficile à placer. Il varie en fonction des individus et des mesures mises en place. La perception sera étudiée dans ce chapitre. La protection visant à minimiser les dégâts et la prévention visant à diminuer la probabilité appartiennent à la gestion. Cela sera étudié dans le chapitre suivant. Cependant, notons que la perception et la gestion, combinés ensemble, permettent de fixer une limite et de définir le seuil d'acceptation. La courbe du graphe détermine le coût de la maîtrise du risque et les objectifs de sûreté et de sécurité.

La figure ci-dessus illustre un seuil unique d'acceptabilité. Or, il en existerait d'autres qui sont définis par Burton, Kates & White¹⁶. Depuis les années 1970 déjà, ces trois chercheurs ont remarqué différents comportements des individus vivant dans des zones à risque. Les constatations sont les suivantes.

Tout d'abord, les individus s'adaptent aux risques qui les entourent de manière biologique et culturelle; on parle alors d'absorption du risque. L'effort humain (d'adaptation) diffère selon les situations. Ensuite, les autres comportements sont considérés comme des ajustements successifs, conscients ou non, qui mènent à différentes attitudes.

Parmi les ajustements, un est involontaire; cela conduit à absorber le risque sans modifier son comportement. Les autres ajustements sont volontaires ou intentionnels (purposeful). Ces ajustements intentionnels varient en fonction de l'effort humain à vouloir faire face au risque (coûts d'ajustement, pertes matérielles).

Pour un effort élevé, l'homme va prendre conscience des risques auxquels il s'expose; (awareness threshold ou seuil de prise de conscience). Il en résulte deux réactions; soit il se dit qu'il peut supporter les coûts, soit la communauté se dit

¹⁶ I.Burton, R.Kates & G. White (1978), The environment as hazard

qu'elle peut partager les coûts en cas de catastrophe. Ces choix reviennent à accepter le risque.

Pour un effort "moyen", il va vouloir modifier les événements ou prévenir les effets; c'est le seuil d'action (action threshold).

Pour un effort faible, il va soit changer de lieu, soit changer d'usage, c'est le seuil d'intolérance (intolerance threshold).

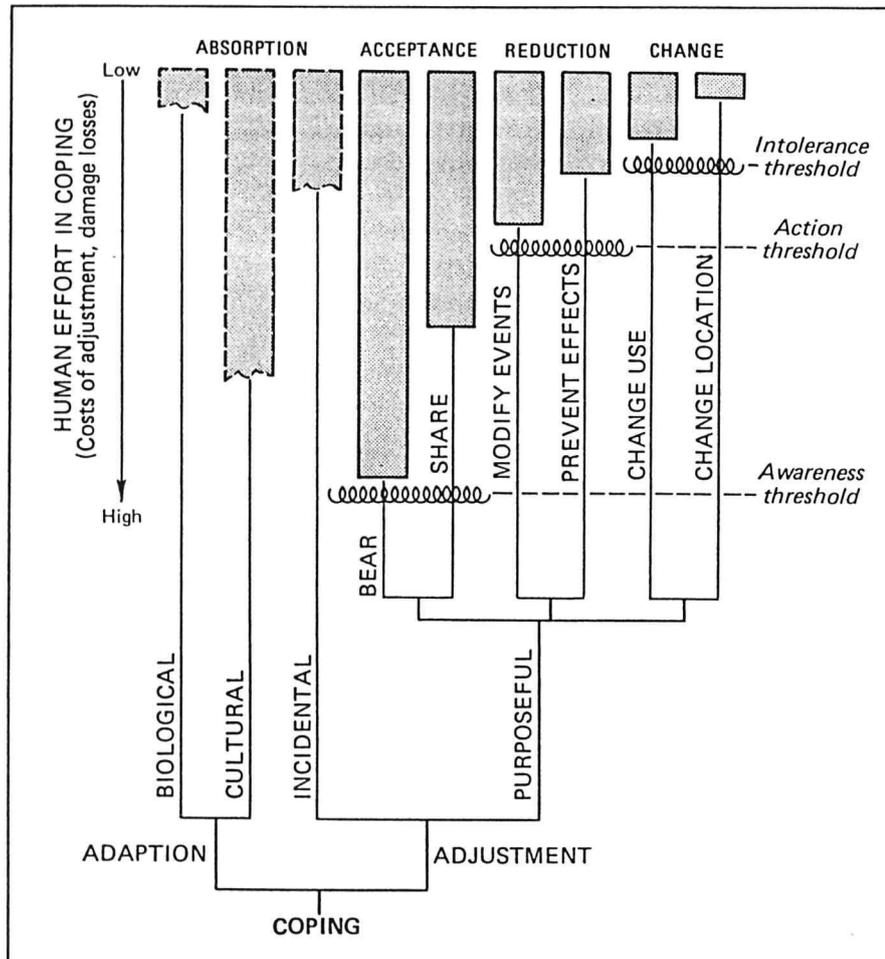


Fig. n°16: Les différentes stratégies pour faire face aux risques naturels. (Burton, Kates & White, 1978)

Ces seuils dépendent des caractéristiques de l'événement, de l'expérience humaine en matière de risque, de l'utilisation des ressources et des richesses matérielles. C'est en fonction des modes de vies, des moyens et du niveau technologique que ces seuils sont franchis.

Il est intéressant de remarquer que la zonation en trois couleurs (rouge, bleu et jaune) utilisée pour l'élaboration des cartes de risques d'avalanches correspond bien aux trois seuils qui viennent d'être définis.

- la zone rouge qualifiant un risque majeur et une destruction totale, correspond bien à un dépassement du seuil d'intolérance et implique un changement d'usage ou de lieu, soit des mesures de prévention passive.

- la zone bleue caractérisant un risque probable et impliquant des mesures constructives ou un comportement adapté permettant de réduire le risque se situe entre les seuils de passage à l'action et d'intolérance. Une action de prévention active contre le phénomène ou contre ses effets est nécessaire.

- la zone jaune où le risque est faible, sans menacer directement les constructions ou les vies humaines, se situe entre le seuil de prise de conscience et d'action. Le risque reste supportable pour l'individu ou la collectivité.

L'approche de Burton, Kates & White est très intéressante pour comprendre les différentes attitudes que les individus manifestent face aux risques. En revanche, elle ne donne pas vraiment d'explication quant aux comportements qui peuvent paraître paradoxaux dans des régions où les gens continuent à vivre alors qu'ils sont extrêmement exposés. Certaines attitudes face aux risques sont définies en tant qu'accoutumance au risque, elles sont parfois jugées comme une inconscience incompréhensible face à un danger connu et visible.

Pour cela, la théorie de la dissonance cognitive¹⁷ peut nous apporter des éléments de réponse. Ces attitudes peuvent s'expliquer par cette théorie.

"Selon Leon Festinger (1962), la dissonance cognitive existe lorsque le comportement ou la situation vécue par un individu est en conflit avec ses connaissances ou ses convictions"¹⁷.

Rappelons que "le cognitif" ou la cognition se rapporte aux connaissances qu'un individu peut avoir de son environnement. Par conséquent, la dissonance ne peut exister que par rapport à un comportement, à des attitudes ou à des situations où l'individu est conscient. Le décalage ou la séparation entre la connaissance de la réalité et le comportement individuel crée la dissonance.

Un exemple classique est celui du fumeur qui sait que fumer est mauvais pour sa santé. Cette théorie a une portée très générale et touche presque toutes les situations de la vie courante.

Dans le domaine des risques naturels, une personne habitant dans une région sujette à ces risques, se sachant exposée et continuant à y vivre se trouve manifestement en situation de dissonance cognitive. De plus, deux conditions doivent être réunies pour qu'il y ait dissonance cognitive.

- l'individu doit se sentir responsable de son comportement.

- le comportement doit avoir des conséquences négatives et prévisibles.

Dans le cas des expositions aux dangers naturels, ces deux conditions sont remplies.

La dissonance, une fois qu'elle est avérée, se traduit par un inconfort psychologique. L'individu va donc manifester sa volonté à réduire cet inconfort psychologique. Il va en résulter un comportement visant à minimiser la dissonance. A partir des efforts de réduction de la dissonance, nous allons pouvoir expliquer une série d'attitudes.

¹⁷ P.Schoeneich & M.-C.Busset-Henchoz (1998), La dissonance cognitive : facteur explicatif de l'accoutumance au risque, in *Revue de Géographie alpine*

- Modification du comportement de façon à le rendre compatible avec les autres éléments cognitifs: pour les risques naturels, cela consiste à ne pas s'exposer. Dans la typologie de Burton (1978), nous pouvons le comparer aux stratégies d'évitement et de prévention passive (changer d'usage ou de lieu).

- Modification de l'environnement de façon à le rendre compatible avec son comportement: pour les risques naturels, cela revient à aménager son environnement afin de diminuer les risques. Dans la typologie de Burton (1978), nous pouvons le comparer aux stratégies de prévention active, consistant à empêcher le phénomène dangereux de se produire, à le détourner des lieux menacés ou à se protéger de ses effets (modifier les causes et les effets).

- Ajout de nouvelles cognitions dans le but de relativiser la dissonance ou justifier son comportement. Ces nouvelles cognitions (consonantes) s'opposent aux précédentes (dissonantes); ainsi le rapport des éléments dissonants est réduit par l'apport des éléments consonants. La dissonance finale est fortement réduite.

Cette dernière méthode nous intéressera dans l'élaboration du questionnaire. Quels seront les arguments fournis par les populations pour justifier des comportements apparemment dissonants?

Le questionnaire posera des questions fermées avec cinq à six alternatives de réponses. Les questions ne sont volontairement pas ouvertes, car les stratégies de réduction de la dissonance ont déjà été définies par P.Schoeneich¹⁷ et sont donc en partie connues. Ce qui me paraît important, c'est de déterminer quelle stratégie est plus utilisée et pourquoi? et de se demander s'il y a différents choix de stratégies selon les communes? (3 catégories)

1) Minimiser le risque couru

en le relativisant par rapport à d'autres catastrophes
en lui conférant un caractère exceptionnel
en lui posant des limites vraies ou supposées

2) Chercher à justifier son comportement

en invoquant des contraintes de propriété ou d'exploitation
en invoquant la préférence de site
en invoquant la confiance dans les experts

3) Minimiser la dissonance

par la connaissance du danger et donc la possibilité de l'éviter
par le fatalisme
par l'humour et la dérision

7.4 Questionnaire: analyse des résultats

Le questionnaire (annexe n°8) comporte 12 questions qui ont été posées sans cohérence apparente pour la personne interrogée, afin de dicter le moins possible les réponses selon une logique préétablie. Or, chacune des questions tente de saisir un seuil de comportement ou un type de stratégie (1,2 ou 3).

Les réponses aux questions 1,4 et 5 révéleront les comportements liés à la première catégorie.

Les réponses aux questions 3,8 et 10 révéleront les comportements liés à la seconde catégorie.

Les réponses aux questions 7 et 9 révéleront les comportements liés à la troisième catégorie.

La réponse à la question 6 permettra de déterminer l'existence ou l'absence d'un seuil d'intolérance.

Les réponses aux questions 2 et 3 permettront de déterminer l'existence ou l'absence d'un seuil d'action.

Les réponses aux questions 4,5 et 12 permettront de déterminer l'existence ou l'absence d'un seuil de prise de conscience.

Finalement, la question 11 prend en compte la perception du risque technologique lié à un risque naturel; rupture du barrage en cas de tremblement de terre.

L'échantillon de la population interrogé dans le cadre de cette étude est composé de 41 individus; 19 femmes et 22 hommes. Cinq villages ont été sondés dans des proportions relativement égales, avec toutefois des effectifs plus importants pour les villages de Grimentz, St.-Luc et Zinal où historiquement les phénomènes catastrophiques s'y sont plus produits et s'y localisent encore aujourd'hui. Il m'a semblé plus pertinent de recueillir davantage d'informations dans les zones plus exposées.

Une distinction entre temporaires et permanents a été effectuée. Cependant, cette distinction n'est pas toujours évidente. Certains temporaires résident jusqu'à trois mois par année depuis plus d'une trentaine d'années et sont complètement intégrés au village, alors que d'autres, considérés comme permanents habitent dans le Val d'Anniviers depuis moins de cinq ans. Il faudra en tenir compte dans les commentaires.

En ce qui concerne l'âge, quatre catégories ont été établies, (15-20,20-30,30-60, 60 et +). La grosse classe des actifs de 30 à 60 ans représente la moitié de l'échantillon. Il est difficile d'affirmer que l'échantillon est représentatif du Val d'Anniviers, cependant les proportions des différentes catégories (âge, sexe et lieu) correspondent à une certaine réalité.

(Cf. annexe n°9, présentation de l'échantillon).

7.4.1 Les différents seuils de Burton, Kates et White

A la question n°6, une écrasante majorité (87,8%) a répondu NON. Nous pouvons en déduire que le seuil d'intolérance à l'égard des catastrophes naturelles n'est pas du tout atteint. En revanche, il est vrai que tant qu'un individu n'a pas été confronté à la réalité d'une destruction, il est difficile de présupposer un comportement de "non-fuite". D'une manière générale, il faut retenir que la population anniviarde est attachée à sa vallée et que les différents événements qui ont pu se produire au cours des derniers siècles n'ont pas marqué significativement les esprits. De plus, on ne constate pas de différence entre les villages dans les comportements.

Sur les cinq personnes à avoir répondu OUI, deux sont des résidents temporaires et les trois autres sont d'origine étrangère, implantés depuis peu de temps. Il semblerait que ces personnes qui ont une "faible pratique" de la montagne et qui sont plus disposées à se déplacer (de par leur activité dans l'hôtellerie) soient plus réceptives à une catastrophe éventuelle. Cela ne leur pose aucun problème de partir, car l'attachement est moindre.

Une réponse va être apportée par le seuil d'action pour justifier un tel pourcentage de NON. Car, si l'action de protection menée par les autorités est efficace, elle dissipe le risque et la peur.

Les réponses à la question n°2 sont plus nuancées. Toutefois, une nette majorité (70,7%) déclare ne pas adhérer à la proposition (pas vraiment et pas du tout d'accord). Les autres (29,3%) sont partiellement à passablement d'accord.

Sommairement deux opinions s'opposent. La première consiste à penser que des catastrophes ont dû se produire de manière répétée pour qu'une connaissance des zones dangereuses se développe. Ainsi, les événements antérieurs et actuels motivent l'action de protection et de prévention. La seconde suppose que les mesures sont prises à l'amont depuis suffisamment d'années et qu'ainsi les phénomènes ont été bien limités depuis.

Finalement, il en ressort que la majorité des Anniviards pense que l'action de protection et de prévention menée depuis plus d'un demi-siècle a atteint son objectif de sécurité. Le seuil d'action a été franchi il y a plusieurs décennies et actuellement il perdure.

Les réponses à la question n°3 confirment la confiance que les Anniviards témoignent à l'égard des mesures de protection; 85,4% les jugent efficaces et cela les rassure.

Des informations sur le seuil de prise de conscience nous sont apportées par les questions 4 et 5. Massivement, les individus interrogés ont répondu que les catastrophes ne survenaient pas trop fréquemment et qu'ils ne pensaient pas être plus touchés que les autres vallées latérales. La question 12 demandait de citer le(s) risque(s) principal(aux) pour le village ou la région où l'interrogé habite.

Il apparaît que chez les Anniviards, la connaissance et la conscience de ce qui les entoure sont bien développées. En effet, ils pensent que la montagne reste la plus forte et que c'est elle qui décide; cela signifie que les catastrophes ne se produisent pas plus dans le Val d'Anniviers que dans le Val d'Hérens ou le Mattertal. Il faut encore signaler que les habitants de la vallée ne portent aucun jugement négatif quant à une occurrence trop importante des catastrophes.

De même, individuellement, chacun a bien conscience des événements qui peuvent survenir dans son village. Ainsi, les Grimentzards et les habitants de Vissoie ont cité le plus fréquemment le barrage et les tremblements de terre comme les risques majeurs pour leur commune. Les Zinalois ont cité les avalanches, les coulées de boue ou "dévaloir" et les incendies comme risques majeurs. Tous aussi ont fréquemment cité les chutes de pierres sur la route Sierre-Vissoie comme un risque très important et préoccupant.

La prise de conscience existe bel et bien dans le Val d'Anniviers et les gens ont appris à vivre avec le risque depuis des siècles. Ils savent qu'il existe, ils savent aussi de quelle manière agir et où ne pas aller pour ne pas l'accroître. Ce comportement de "non-accroissement" du risque ou simplement cette précaution correspond à une stratégie de diminution du risque. Les Anniviards ont donc mis en place, de manière partiellement inconsciente parfois, des stratégies pour ne pas trop subir les aléas de la nature.

Nous verrons dans la partie suivante, quelles sont ces stratégies.

Avant de traiter de ces stratégies, il faut encore ajouter quelques remarques. Dans le chapitre traitant des risques objectifs, le grand glissement dans la région de St.-Luc et Vissoie a été longuement décrit. Nous avons vu que le risque de réactivation est actuellement faible, cependant il est difficilement quantifiable en raison des mouvements lents qui affectent ce genre de phénomènes. Rappelons que les dommages seraient surtout matériels, car le temps de réaction reste élevé. Les glissements se réactivent surtout lorsque les précipitations sont bien supérieures à la moyenne, lors d'un rapide réchauffement printanier avec fonte des neiges et infiltration importante. De plus, les cycles de réactivation dépendent généralement du climat global qui prévaut à un moment donné. Ainsi, les temps de retour peuvent être de 100ans, voire même de 6'000ans. Il reste donc difficile de prévoir la période où un glissement va se réactiver.

Ce contexte particulier des glissements de terrain ne crée pas chez l'individu une perception très forte et à juste titre. Il faut vraiment s'intéresser de près à ces phénomènes et avoir connaissance de la géologie ou de la géomorphologie régionale pour savoir qu'un glissement peut se produire à cet endroit. La prise de conscience a donc ses limites et dans les réponses qui m'ont été données concernant le risque dominant, aucune n'a fait référence à un glissement de terrain. Ce sont surtout les événements brutaux qui marquent les esprits, qui restent en mémoire et qui se perpétuent de génération en génération.

Dans la même zone, nous avons aussi discuté des risques d'éboulements en relation avec le substratum englobé dans l'énorme masse glissée. Actuellement, le Roc du Capucin (photo n°5, p. 40) est menaçant et il est étroitement surveillé, cela a déjà été dit. A ce sujet, il est intéressant de constater que les habitants de St.-Luc n'ont pas mentionné ce risque-là, dans leurs réponses.

Les mécanismes qui amènent à la rupture d'une falaise ou d'un pan rocheux sont extrêmement lents, mais le phénomène est rapide. La perception devient donc faible, voire quasi inexistante, car il ne peut rien se passer pendant un siècle et brusquement la falaise peut s'ébouler; de plus des connaissances géologiques sont requises pour percevoir ce genre de phénomènes.

Les résultats sont présentés en détail dans les annexes n°10 et n°11.

Les trois catégories d'atténuation de la dissonance

7.4.2 Minimiser le risque couru

La question n°1 quantifie le sentiment d'exposition aux risques. A nouveau, la majorité (75,6%) ne se sent pas vraiment ou pas du tout exposée à des risques naturels importants. Dans les 25% restant, ce sont principalement les Zinalois qui se sentent exposés. Les nombreuses avalanches qui se sont abattues sur le Valais cet hiver justifient probablement ces réponses. Le Val de Zinal, vallée où les avalanches sont fréquentes depuis des années, n'a pas été épargné au mois de février. La vallée est restée fermée pendant une semaine environ pour des raisons de sécurité. D'ailleurs, quelques avalanches destructrices se sont produites au fond de la vallée. Nous y reviendrons plus tard.

Pour la plupart des habitants du Val d'Anniviers, les catastrophes naturelles ne sont pas suffisamment importantes pour susciter la peur. Il s'en dégage un comportement de relativisation de leur ampleur. Cette remarque est confirmée par la question n°5 qui révèle que la quasi-totalité des Anniviards ne se sent pas plus touchés qu'ailleurs, dans les autres vallées. Les réponses données sous-entendaient même que le Val d'Anniviers a été épargné cet hiver par rapport au Val d'Hérens ou à d'autres vallées latérales fortement touchées. La relativisation des catastrophes trouve probablement sa justification dans la différence de dommages subits cet hiver pour ces différentes vallées.

Parfois des entretiens se sont développés à partir du questionnaire. Le caractère exceptionnel des catastrophes qui se sont produites cet hiver a souvent été souligné. Mis à part ces événements, les Anniviards considèrent que les catastrophes ne surviennent pas trop souvent (question n°4). Les gens sondés ont souvent distingué les différents types de catastrophes propres au Val d'Anniviers. En effet, si l'on songe aux glissements de terrain, aux tremblements de terre, aux éboulements ou aux incendies, ces événements se sont produits que très rarement au cours de ces derniers siècles. Il est donc normal de constater qu'ils n'ont pas fortement marqué les esprits et que le caractère exceptionnel est bien pris en compte. En revanche, les chutes de blocs sur la route Sierre-Vissoie, les coulées de boue ou les laves torrentielles ("dévaloir") en été et les avalanches poudreuses en hiver dans le Val de Zinal sont des événements très fréquents et connus depuis longtemps. Ils sont d'ailleurs passablement redoutés par la population. Là, le caractère exceptionnel n'est plus évoqué, mais d'autres arguments sont avancés.

Pour faire face à ce risque, la population évoque la connaissance des limites de ces phénomènes qui parfois sert à définir les cartes de danger. En fait, il suffit de ne pas s'exposer dans les zones à risque élevé connues; il faut suivre les conseils de sécurité et adapter son comportement au milieu de montagne. Ainsi, en minimisant le risque couru, la dissonance est aussi réduite.

En ce qui concerne la route cantonale Sierre-Vissoie, il faut reconnaître que la nécessité de se déplacer l'emporte parfois sur les notions de prudence, sécurité, etc.. . Les voies de communication sont vitales pour les vallées latérales. Elles contribuent au développement économique (tourisme) et ont permis aux Anniviards de rester dans la vallée, tout en travaillant à Chippis ou Sierre.

C'est pourquoi, de gros travaux d'assainissement et de stabilisation de versants ont été entrepris depuis quelques années. Nous verrons cela en détail dans le chapitre suivant (gestion). Ainsi, les gens vont chercher, par divers arguments, à justifier leur comportement quant à une exposition aux risques.

7.4.3 Chercher à justifier son comportement

Afin de savoir si les Anniviards ont réellement le sentiment de s'exposer à des risques élevés lorsqu'ils empruntent la route Sierre-Vissoie, il faut se demander s'ils jugent les moyens de protection contre les dangers efficaces et si ceux-ci les rassurent.

A la question n°3, la majorité a répondu être bien ou entièrement d'accord avec l'efficacité des mesures de protection. Le bon fonctionnement de ces installations (filets récepteurs de blocs et filets fixateurs de versants) rassure les automobilistes et diminue l'exposition au risque. La confiance dans les experts, dans les autorités et dans la manière dont les risques sont gérés dans le Val d'Anniviers explique partiellement les comportements. La nécessité de se déplacer pour son travail et la confiance dans la sécurisation de la route dissipent les sentiments de danger.

Cependant, les fréquentes réponses à la question n°12 mentionnant les chutes de pierres en tant que risque principal dénotent une inquiétude notable à l'égard de la route cantonale. La confiance dans les experts atteint là ses limites. Lorsque de nombreux blocs (de 20 à 50cm) jonchent le sol à maints endroits de la route, nous comprenons que la probabilité d'occurrence est ici élevée et donc que le risque l'est aussi.

Dès lors, un autre élément peut être mis en avant pour légitimer la prise de risque; il s'agit de l'information sur les risques naturels. Celle-ci contribue à minimiser le risque, par l'influence qu'elle peut avoir sur les comportements. Cependant, il faut qu'elle soit prise au sérieux et suivie par la population pour observer un résultat concret; la question de confiance revient au premier plan. La confiance entre les Anniviards et les "experts" est influencée par le type de personnel (service de forêts, médias, scientifiques, etc..) fournissant des renseignements sur les dangers. Cette confiance est importante quand il s'agit de recevoir des recommandations de comportement lorsqu'un risque est élevé. Elle va conditionner une certaine discipline qui lors de crises permet de sauver des vies (danger d'avalanche, éboulement).

Pendant les entretiens, certains interlocuteurs m'ont fait part d'une très grande méfiance à l'égard de la presse ou des médias en général. Cette méfiance est certainement en relation avec les excès des journalistes qui ont décrit le Valais comme canton sinistré durant les catastrophes de février. Il en a résulté une baisse de fréquentation et par conséquent un manque à gagner énorme dans le tourisme. Il est donc indispensable que chaque acteur, y compris les médias, joue son rôle d'informateur sans pour autant amplifier la réalité.

Dans les réponses fréquemment données, les gens de la région (chasseur, pêcheur et guide), le personnel des forêts et les services cantonaux (police, pompiers et cantonniers) récoltent le plus de suffrages concernant la confiance qui leur est témoignée pour recevoir de l'information. Pour certains Zinalois, la radio a bien joué son rôle d'information pendant la semaine où le village a été coupé de la vallée. Des "flashes" spéciaux ont été transmis chaque heure, ainsi la population s'est sentie sécurisée et l'isolement a été atténué. Pour un faible pourcentage, la météorologie est

un bon moyen de s'informer sur les risques (avalanches ou coulées de boue). La confiance dans les scientifiques ne fait pas l'unanimité non-plus, ils sont perçus comme travaillant trop dans des bureaux et pas assez sur le terrain.

Globalement, les Anniviards se sentent bien informés, ils ont le sentiment que les autorités prennent les mesures qui s'imposent chaque fois que cela est nécessaire. L'information leur est bien transmise et en cas de nécessité la population suit les consignes de sécurité, comme par exemple cet hiver l'évacuation de quelques chalets par sécurité uniquement (prévention).

A la lumière de ces remarques, le comportement des Anniviards apparaît finalement normal. La prise de risque ou l'exposition sont très faibles.

7.4.4 Minimiser la dissonance

La connaissance du danger et donc la possibilité de l'éviter est un moyen de minimiser la dissonance. L'ajout de nouvelles consonances comme la capacité de savoir réagir ou la connaissance des zones de danger atténuent la dissonance définitive dans la perception des risques.

La question n°7 montre que la population est très partagée. Sommairement, 46,4% ne connaissent pas les consignes à suivre en cas de catastrophe contre 36,6% qui savent comment réagir. Notons que les 9,8% qui sont entièrement d'accord sont uniquement des Zinalois. Leur conviction a sans doute été renforcée par l'expérience de cet hiver.

La connaissance des consignes à suivre n'est donc pas vraiment un argument utilisé pour minimiser la dissonance. Par contre, nous l'avons vu plus haut, l'expérience des zones exposées et leur évitement expliquent des comportements qui paraissent risqués, mais minimisent aussi la dissonance.

La question n°9 nous informe sur le sentiment de fatalisme. Une courte majorité (56%) estime que les catastrophes sont imprévisibles et personne n'y peut rien. Le reste (44%) est partiellement ou pas vraiment d'accord; ils pensent que la science aujourd'hui permet de prévoir un minimum et de prendre les mesures qui s'imposent à temps. La majorité est consciente que d'énormes travaux ont été effectués ces dernières décennies, mais elle considère que si une grosse catastrophe doit se produire, elle est inévitable. L'homme devra toujours s'adapter à la nature qui est plus capricieuse et plus forte. Voilà le sentiment partagé par la plupart des communautés montagnardes.

Finalement, la connaissance des dangers engendre un comportement de prudence et permet de justifier des actions qui peuvent paraître "inconscientes" aux yeux des personnes étrangères à la montagne. L'information et sa transmission, ainsi que la confiance qui lui est inhérente donne une orientation à la gestion des risques et des crises.

En définitive, la minimisation du risque couru, la justification de son comportement et la minimisation de la dissonance sont étroitement liés les uns aux autres par les différents paramètres décrits précédemment. En effet, si une personne cherche à justifier quelques-uns de ses actes, elle va parfois minimiser les risques en réfléchissant à divers arguments (connaissance et information), puis en les ajoutant en tant que nouvelles cognitions, ils vont contribuer à minimiser la dissonance.

Il reste à aborder la question n°11, traitant du risque technologique. Les réponses sont réparties équitablement entre les trois possibilités; 29,3% de OUI, 29,3% de

peut-être et 41,5% de NON. Pour la plupart des personnes interrogées, ce type de question ne s'est pas vraiment posé dans leur esprit. Par conséquent, la réponse a immédiatement été négative, ne croyant pas à ce danger. Concernant les habitants de Grimontz, Vissoie et St.-Luc la menace du barrage est plus importante et donc elle a toujours été prise en considération par les autorités. D'ailleurs, des systèmes d'alarme existent en cas de danger. Les gens à avoir répondu OUI habitent tous ces villages. Cependant, la peur n'est pas omniprésente, seule une crainte subsiste. Les réponses "peut-être" indiquent qu'ils ne savent pas vraiment, ne se jugeant pas suffisamment compétents pour répondre. La crainte ou la peur ne les habitent pas.

8. La gestion des risques

Gérer l'espace suppose de l'aménager. Un des objectifs de l'aménagement du territoire est la gestion des dangers naturels. Le but est de parvenir à satisfaire des critères de sécurité demandés par la population et ainsi s'efforcer à ce que la prospérité économique, sociale et environnementale d'une région ou du pays puisse se poursuivre. Notons que la gestion des dangers est un terme principalement utilisé en Valais, il est synonyme de gestion des risques, terme utilisé dans la plupart des ouvrages traitant de cette problématique.

Une définition de l'aménagement du territoire proposée par René Schwéry¹⁸, chef du service de l'aménagement du territoire du canton du Valais, vient compléter mes propos:

"Une des missions importantes de l'aménagement du territoire est de coordonner les activités ayant des effets sur l'organisation du territoire dans le but de réaliser une occupation du sol propre à garantir un développement rationnel et prenant en compte équitablement les données naturelles, les besoins de la population et de l'économie. Une planification adéquate et une bonne coordination contribuent efficacement à la juste pesée de tous les intérêts en présence et à la recherche de solutions dans le sens du développement spatial souhaité".

La planification du mode d'utilisation du sol, à travers l'aménagement du territoire, est un moyen de gérer les risques naturels.

Or, quelle que soit la vallée de montagne, le risque zéro n'existe pas et nous l'avons vu dans ce travail, le Val d'Anniviers n'échappe pas à cette constatation. Alors, l'objectif de la gestion est de faire tendre le plus possible le risque vers ce minima. Afin d'y parvenir, il faut agir sur la probabilité d'occurrence de l'aléa et/ou sur la vulnérabilité, car leur produit est à l'origine du risque (Fig. n°15).

Pour certains types de risque, il est préférable d'agir plutôt sur la probabilité d'occurrence, pour d'autres il faut s'efforcer de diminuer la vulnérabilité.

Nous le voyons bien, la gestion dépend du type de risque et de ses mécanismes. La figure n°15 (p. 50) nous montre les deux principales stratégies à mettre en place pour atténuer le risque. Rappelons que la prévention permet de diminuer la probabilité d'occurrence; elle s'évertue à ce qu'un phénomène ne se produise pas. Tandis que la protection permet de diminuer la vulnérabilité; elle a pour tâche de protéger les

¹⁸ R.Schwéry (1994), Dangers naturels : relations et conséquences sur l'aménagement du territoire d'une région alpine (Valais), in Aménagement du territoire

infrastructures et les vies humaines ou animales dès qu'un phénomène catastrophique se déclenche. En agissant donc, par la prévention et/ou par la protection on contribue à la sécurité des populations.

Voyons brièvement pour les différents types de risques que nous avons recensés comment les spécialistes procèdent pour obtenir de bons résultats. La figure ci-dessous va nous y aider.

Type de danger	Mode de déclenchement	Temps de réaction	Exemples
Crues et Inondations	rapide	quelques heures à quelques jours	Münster (1987) Randa (1991) Brigue (1993)
Avalanches et Coulées de neige	instantané	aucun	Reckingen (1970) Täsch / Zermatt (1985)
Eboulements glaciaires	instantané	aucun	Mattmark (1965) Randa (1636, 1819)
Débâcles • glaciaires • torrentielles (laves)	instantané à rapide	au mieux quelques heures	Giétroz (1818) Sionne (1944, 1992) Illgraben (...)
Coulées de boues et de débris rocheux	instantané à rapide	au mieux quelques heures	Münster, Bouveret (1987) Nendaz (1990) Mt-Dolent (1990)
Eboulement et effondrements	instantané	aucun	Derborence (1714, 1749) Crêtaux (1985), Randa (1991)
Glissements de terrain	rapide à lent	jours/mois/années	Produit (1931) Paillettes/Grône (1966)
Tremblements de terre	instantané	aucun	Valais central (1946)

Fig. n°17: Les types de dangers naturels en Valais (R.Schwéry, 1991)

- L'avalanche ou la coulée de neige se produit instantanément et le temps de réaction est nul. La construction de "grilles" paravalanches dans les zones de déclenchement est un moyen de prévention. La construction de digue (avec du matériel morainique ou des blocs) est un moyen de protection des voies de communications ou des villages.

- L'éboulement ou l'écroulement est aussi un phénomène instantané et le temps de réaction est nul. La stabilisation des versants au moyen de filets et/ou de gabions est une façon de prévenir le risque de chutes de pierres; la surveillance en est une autre. La construction de tunnels sur les voies de communication et de murs de retenues permettent de protéger les infrastructures.

- Le glissement de terrain est un phénomène plus lent et le temps de réaction et donc d'adaptation peut être très élevé, d'un jour à une année. La stabilisation du versant glissé par l'installation de gabions et par drainage des eaux superficielles, pour éviter l'infiltration, sont des moyens de prévention. Mais, lorsque le glissement est trop profond et affecte des roches à plus de 50 ou 100 mètres ces mesures sont inefficaces. Il faut alors évacuer la zone si elle est habitée ou la sécuriser s'il s'agit d'une voie de communication. C'est le seul moyen de protection connu. Pour ce type de risques, le nombre de victimes est très faible voire nul, en revanche les dégâts matériels peuvent être importants.

- Les coulées de boue ou les laves torrentielles sont instantanées et le temps de réaction est de quelques heures. Actuellement, il est difficile de prévoir le moment où se déclenchent ces événements, car ils dépendent directement de facteurs météorologiques (fortes précipitations et brusque réchauffement). Une surveillance des zones de pergélisol et d'accumulation de matériels susceptibles d'être déplacés est la manière de prévenir le risque. De plus, un curage fréquent des torrents permet de limiter l'ampleur d'une lave torrentielle. L'installation de "grilles japonaises" sur les torrents contribue à diminuer la charge des matériaux solides, ainsi que la vitesse; le pouvoir destructeur est ainsi amoindri.

- Les tremblements de terre se produisent rapidement sans pouvoir les prévoir et le temps de réaction est donc inexistant. Les moyens de prévention et de protection sont peu efficaces dans le cas de ces phénomènes. Seules des constructions parasismiques permettent d'éviter le pire.

La prévention se fait donc de différentes manières.

- Par la surveillance et par l'étude des mécanismes de phénomènes, afin d'améliorer les prévisions.

- L'information des populations par les pouvoirs publics et les scientifiques est essentielle dans cette action. La communication entre ces différentes sphères est vitale pour une bonne gestion des risques.

- Par la mise en place de mesures passives et actives, (celles-ci seront détaillées dans les parties suivantes).

Cela vient d'être dit, la surveillance des processus par la détection des mouvements (éboulement, glissement), les mesures de stabilisation et d'assainissement sont pour le moment les meilleures façons de prévenir le risque.

La protection se fait par une diminution ou une canalisation de l'énergie du phénomène, car les mécanismes catastrophiques en montagne sont quasiment tous liés à la gravité. Une fois que celui-ci se déclenche, il faut mettre en place une stratégie d'évitement ou d'atténuation (tunnel incliné en béton, digue ou mur).

Le concept de "développement spatial souhaité", mentionné par R. Schwéry, fait référence à deux objectifs d'aménagement du territoire.

- "Inventorier et analyser les dangers naturels et de la civilisation qui menacent l'homme et ses activités; établir les cartes de danger, déterminer les secteurs de danger et les reporter sur les plans d'affectation communaux"

- "Assurer la protection des zones urbanisées et des voies de communication menacées par la mise en œuvre d'ouvrages adéquats et limiter les activités dans les secteurs de danger"

L'établissement de cartes de dangers en tant qu'outil de communication, de décision et d'application est un élément essentiel dans la gestion des risques. Il permet, en accord avec le plan directeur ou le plan d'affectation, de limiter les constructions et de décider des mesures de protection dans des zones exposées.

Dans les parties qui suivent, nous allons voir que la gestion des risques naturels n'est pas une priorité qui date d'aujourd'hui, mais qui remonte à quelques siècles déjà. Ensuite nous verrons brièvement l'aspect législatif qui motive et coordonne les décisions et les aménagements. Finalement, un bilan des mesures prises dans le Val d'Anniviers sera effectué.

8.1 Bref historique de la gestion des milieux montagnards

Tout au long de ce travail, nous avons évoqué à plusieurs reprises que les phénomènes catastrophiques ont toujours existé et qu'ils ont fait partie de l'évolution naturelle de la vallée. Or, depuis les années 1960, la modification des pratiques spatiales liées au développement du tourisme a engendré une exposition accrue aux risques naturels. Des zones résidentielles se sont construites dans des nouveaux espaces qu'il a fallu sécuriser. L'aménagement ou la gestion du territoire est devenu une mission primordiale.

Autrefois, les lieux où se produisaient les catastrophes étaient soigneusement évités. Cette sagesse acquise n'était pas vraiment due à une connaissance spécifique des mécanismes ou des phénomènes, mais au prix de lourdes pertes matérielles et humaines. La gestion autarcique de l'espace par des familles montagnardes les a depuis toujours poussé à protéger et à préserver leur environnement, car ce dernier leur donnait de quoi survivre. La gestion durable fait partie du mode de vie de ces populations depuis des siècles.

Or, un lien entre les catastrophes naturelles et l'exploitation abusive des forêts commençait à se faire sentir.

Ainsi, progressivement des décisions visant à limiter la déforestation et le surpâturage sont apparues dès le XV^e ou le XVI^e siècle selon les vallées. Par la suite, du XIX^e au XX^e siècle, la gestion des forêts pour limiter les risques naturels est devenue une nécessité. C'est d'ailleurs à ce moment que la RTM (Restauration des Terrains de Montagne) a vu jour en France et qu'en Suisse la Confédération et les cantons ont débloqué des subsides pour la réalisation de travaux de protections. La gestion a donc toujours existé à différents niveaux. Aujourd'hui, les décisions sont plus structurées et l'improvisation est éliminée, car les enjeux économiques sont trop importants.

8.2 Bref rappel du cadre législatif

L'aménagement du territoire dépend des structures fédérales, cantonales et communales. Ainsi, les lois votées à ces différents niveaux déterminent le cadre législatif.

Lois fédérales

Loi fédérale sur les forêts du 4 octobre 1991:

Par l'article 19, les cantons doivent assurer la sécurité des zones de rupture d'avalanches ainsi que des zones de glissements de terrain, d'érosion et de chutes de pierres et veiller à l'endiguement forestier des torrents, là où la protection de la population ou de valeurs matérielles importantes l'exige.

Par l'article 36, la Confédération alloue des indemnités jusqu'à concurrence de 70% des frais occasionnés par l'exécution de mesures ordonnées pour protéger la population et les valeurs matérielles importantes contre les catastrophes naturelles.

Par exemple:

- La construction et la remise en état d'ouvrages et d'installations de protection.
- La création et le traitement de jeunes peuplements végétaux ayant une fonction de protection particulière.
- L'établissement de cadastres et de cartes de dangers.
- L'aménagement et l'exploitation de stations de mesures ainsi que la mise sur pied de services d'alerte, pour assurer la sécurité des agglomérations et des voies de communication.

Lois cantonales

La constitution cantonale du 8 mars 1807, par l'article 69, déclare les communes autonomes et compétentes pour accomplir les tâches locales.

Loi forestière cantonale du 1er février 1985:

Par l'article 32, le canton encourage les améliorations forestières en octroyant(..)une subvention de 10 à 25% pour les ouvrages de défense, notamment dans la zone de déclenchement des avalanches, des torrents et des glissements de terrain.

Par les articles 41 et 42, les communes dressent, en collaboration avec les services intéressés, un cadastre des avalanches et des chutes de pierres avec leur description. Les cartes de dangers déterminent les régions menacées, interdisent les constructions et sont établies sous contrôle des services compétents. Elles doivent être prises en considération lors de l'aménagement du territoire.

Le 23 janvier 1987, le canton du Valais s'est doté d'une loi sur l'aménagement du territoire. Par l'article 31, les zones qui d'expérience sont exposées aux catastrophes naturelles ou qui sont de manière prévisible menacées par de tels événements sont définies comme zones de danger. La construction de bâtiments ou d'installations

diverses ne peut être autorisée. De plus, ces portions de territoire exposées doivent être signalées dans le plan d'affectation des zones comme zones de dangers.

Il en ressort que les communes ont pour tâche de gérer les dangers naturels de par leurs compétences en matière de planification et de constructions.

Les communes sont également responsables de faire établir et de faire mettre à jour les cartes des dangers (avalanches, glissements, éboulements ou chute de pierres), sous le contrôle des services cantonaux (service des forêts et paysage, service géologique, etc.).

Les mesures d'aménagement du territoire et les procédures d'autorisation des constructions et autres installations doivent être décidées en fonction de ces cartes de dangers.

Aucune construction ne peut être autorisée dans les zones de danger, si son implantation met en péril des personnes, des animaux et des biens.

De plus, les communes peuvent toucher une subvention de 60 à 95% de la part de la Confédération et du Canton pour certains ouvrages de protection contre les dangers naturels.

Le plan directeur est du ressort des cantons. Ce document se présente sous forme de cartes (1:50'000) et de textes. Il a pour but de coordonner les actions d'aménagement du territoire avec la Confédération, le canton et les communes.

Dans sa partie consacrée aux dangers, il délimite grossièrement les risques naturels (danger présent ou absent), avec quelques données relatives aux types de risques (C=crues, A=avalanches, M=mouvements de terrain). Il est révisé tous les dix ans.

Le plan d'affectation est du ressort des communes. Ce document se présente sous forme de plan de zone et de règlement de construction. L'échelle est soit au 1:2'000 ou 1:5'000. Le but est de déterminer les types d'affectation, de délimiter les zones à bâtir et les zones non constructibles. Concernant les dangers, il prend en compte les zones de danger désignées sur la carte des dangers selon les différents types et les degrés de danger. Il tient compte des conséquences probables liées à ces niveaux de danger pour l'affectation.

Trois degrés de danger ont été définis: élevé, moyen et faible. La mise à jour se fait tous les dix à quinze ans.

Il est à relever que le plan directeur est contraignant pour les autorités, alors que le plan d'affectation l'est pour les propriétaires.

8.3 Surveillance et utilisation de méthodes de prévisions comme moyens de prévention des catastrophes ou mesures passives de prévention

Glissements de terrain

- La comparaison de photographies aériennes prises à dix ou vingt ans d'intervalle permet de déceler des mouvements de terrain et éventuellement leur vitesse.
- L'installation de systèmes optiques (laser) sur des affleurements rocheux considérés comme stables et d'une "cellule réceptrice" placée dans un glissement, le tout relié à l'informatique permettent de suivre le déplacement.
- L'utilisation de systèmes GPS disposés à différents endroits d'un glissement permet de déterminer les vecteurs de déplacement.
- La variation du niveau piézométrique (hauteur d'eau en sous-sol) indique une reprise de l'activité ou au contraire une stabilisation.
- L'exécution de forages carottés avec des mesures inclinométriques permet de connaître la profondeur du plan de glissement.
- L'analyse géomorphologique du terrain contribue à l'établissement de la carte de phénomènes. Elle est un complément important dans la documentation de l'événement et sert à la reconnaissance, ainsi qu'à l'estimation des types de dangers possibles (configuration, mécanisme de déclenchement, genre d'effet). L'observation et l'interprétation sont les bases de l'analyse.

Eboulements et écroulements

- La surveillance (cf. méthode "MATTEROCK" proposée par J.-D. Rouiller, pp. 69 et 70)

Avalanches

- Le déclenchement préventif des avalanches (de manière étalée dans le temps) permet d'éviter que la neige ne s'accumule trop et qu'une énorme avalanche se produise.
- L'installation de grilles métalliques dans les zones de déclenchement contribue à retenir la neige et évite les catastrophes liées aux avalanches.

Coulées de boues et laves torrentielles

- Le curage fréquent et l'aménagement des torrents contribuent à limiter les coulées de boues ou laves torrentielles.

8.4 Inventaire des mesures de prévention et de protection dans le Val d'Anniviers: mesures passives et actives

8.4.1 Commune de Saint-Luc

Le grand glissement de terrain, les chutes de pierres et la probabilité d'éboulements (*Châble des Echouverts* et *roc du Capucin*) représentent les risques majeurs pour cette commune. Le risque d'avalanche concerne plus spécifiquement le haut de la station de ski.

En ce qui concerne le glissement, la construction de drains en plastique collecteurs d'eau a été entreprise dans les zones humides. Certains de ces drains ont été placés dans les zones rouges/oranges, là où les mouvements sont rapides. La photo n°8 montre un drainage en bordure d'une niche d'arrachement (zone rouge). Ces drainages sont des mesures ponctuelles qui visent à stabiliser ou à diminuer la progression (assez lente pour le moment). Ils contribuent à augmenter la résistance aux cisaillements le long des surfaces de rupture. Cependant, il reste très difficile de s'opposer aux énormes forces exercées par la gravité dans le cas d'un glissement de terrain de ce type, dont le plan de glissement se trouve parfois à plus de 50 ou 100 mètres.

A ma connaissance, aucune mesure, par des moyens optiques, lasers ou GPS n'a été mise en place pour déterminer les vecteurs de déplacement ou suivre le déplacement général. Une surveillance ponctuelle de la part des géologues cantonaux est effectuée (Charly Berthoud et Jean-Daniel Rouiller). La crainte de l'éboulement en relation avec l'activation du glissement prend le dessus, car la menace (sur une voie de communication) est sérieuse. Il est à relever que les méthodes géophysiques (optique, GPS, observation, etc..) sont moins coûteuses que les forages qui permettraient une auscultation en profondeur et donc une meilleure gestion. Les possibilités de financement déterminent le type de gestion.

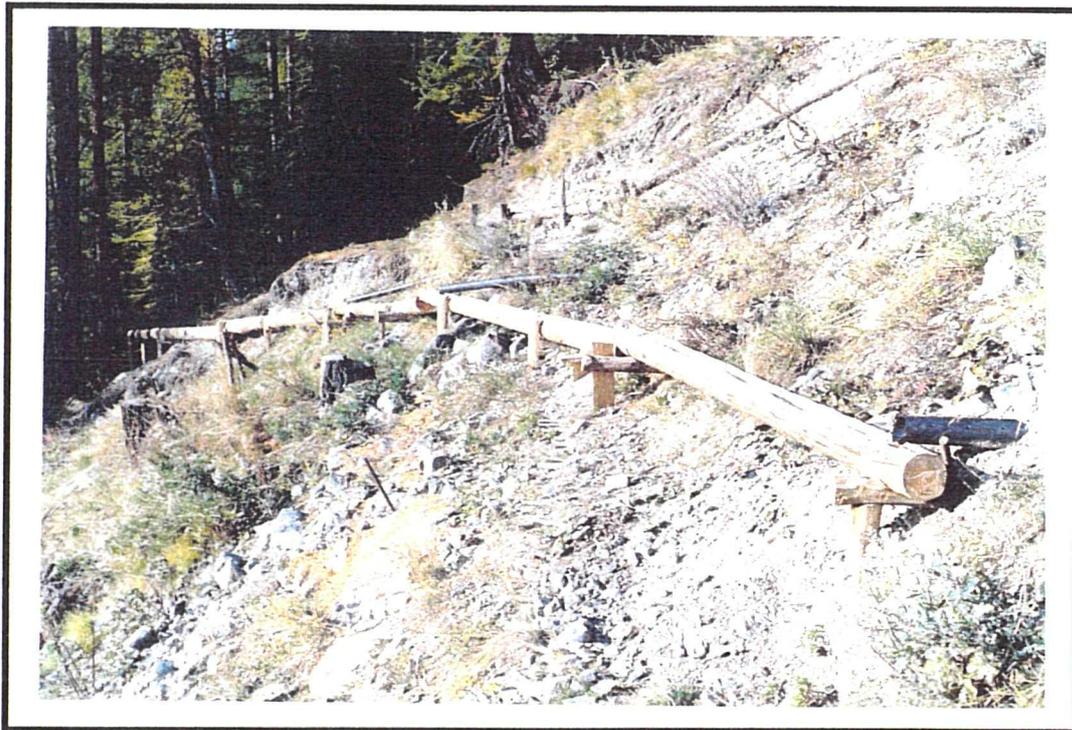
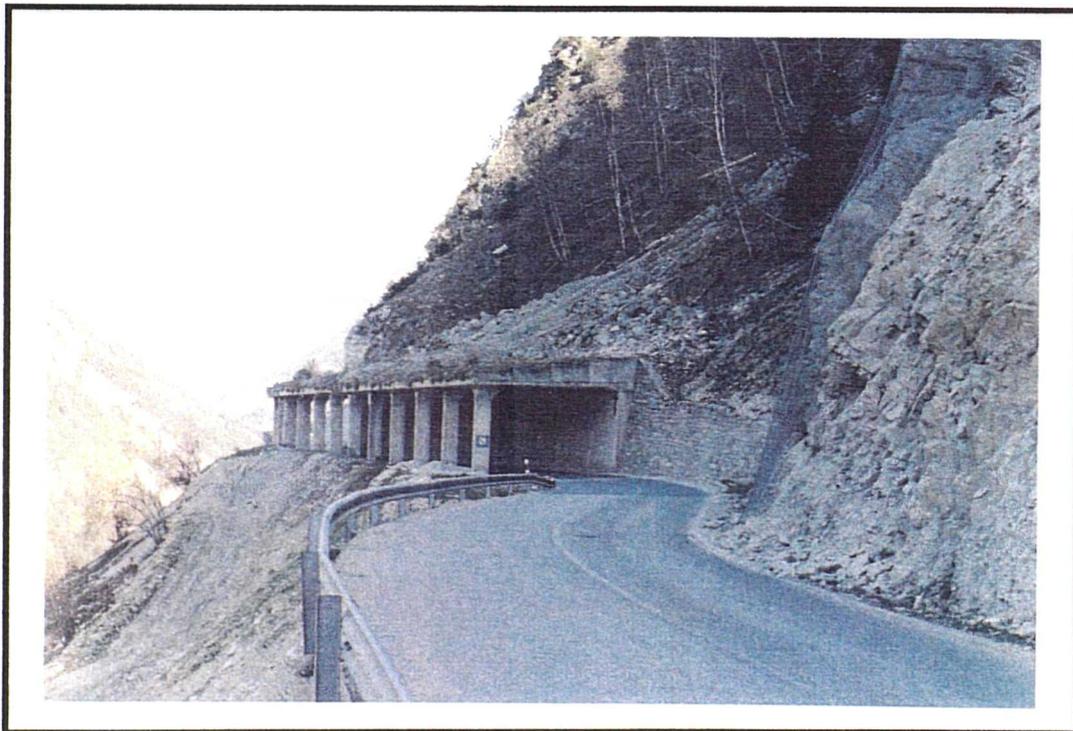
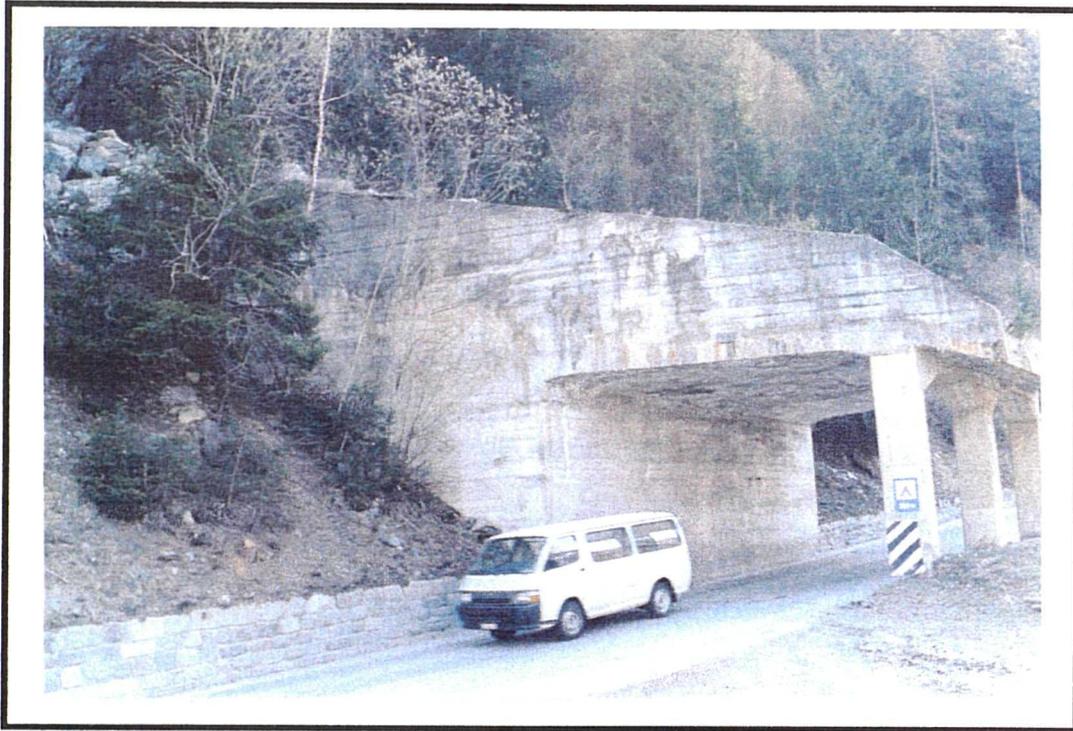


Photo n°8: Drainage dans le glissement de St.-Luc, au lieu-dit les *Tsatélèts*

La route Sierre-Vissoie est cantonale, mais son tracé traverse souvent la commune de St.-Luc et les zones menaçant de s'ébouler se situent aussi sur celle-ci. Il incombe donc aux autorités communales de surveiller et d'informer sur les risques liés au versant, par l'intermédiaire des conseils et du soutien des spécialistes cantonaux (du service des forêts et géologues).

Vers les années 1950, le réseau routier de la vallée s'est développé et deux galeries de protection ont été construites sur la route cantonale (env. 2 à 3km avant Vissoie). Actuellement, elles protègent la route de chutes de blocs, mais par endroits des signes de vétusté, comme des fissures ou des trous laissant entrevoir l'armature métallique, sont visibles. En cas d'éboulement d'une partie du versant du *Châble des Echouverts*, la première galerie (photo n°9) ne supporterait probablement pas le choc, la masse mobilisable étant de 100'000m³.

Pour augmenter sa résistance à un éventuel événement, il faudrait disposer une nouvelle dalle en béton qui supporterait un remblai incliné dans le sens de la pente du versant. Ainsi, les blocs détachés de la paroi rouleraient ou glisseraient sur le plan incliné sans occasionner des dégâts, au lieu d'être arrêtés brusquement et d'endommager la dalle.



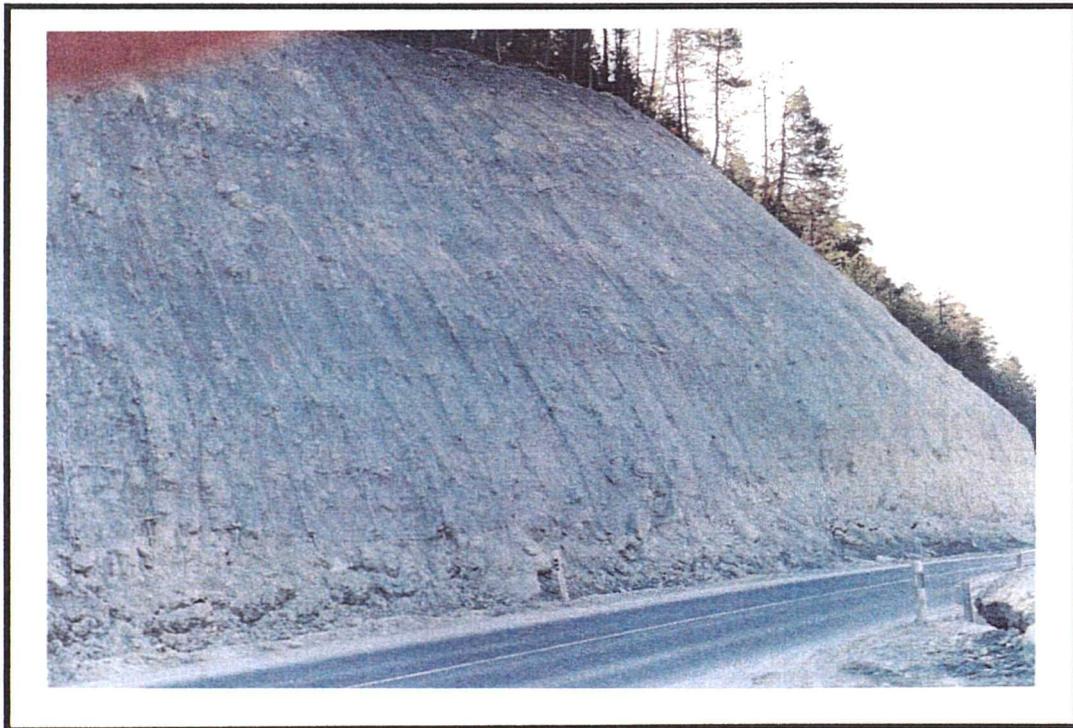
Photos n°9 et 9bis: Galeries de protection sur la route cantonale Sierre-Vissoie.

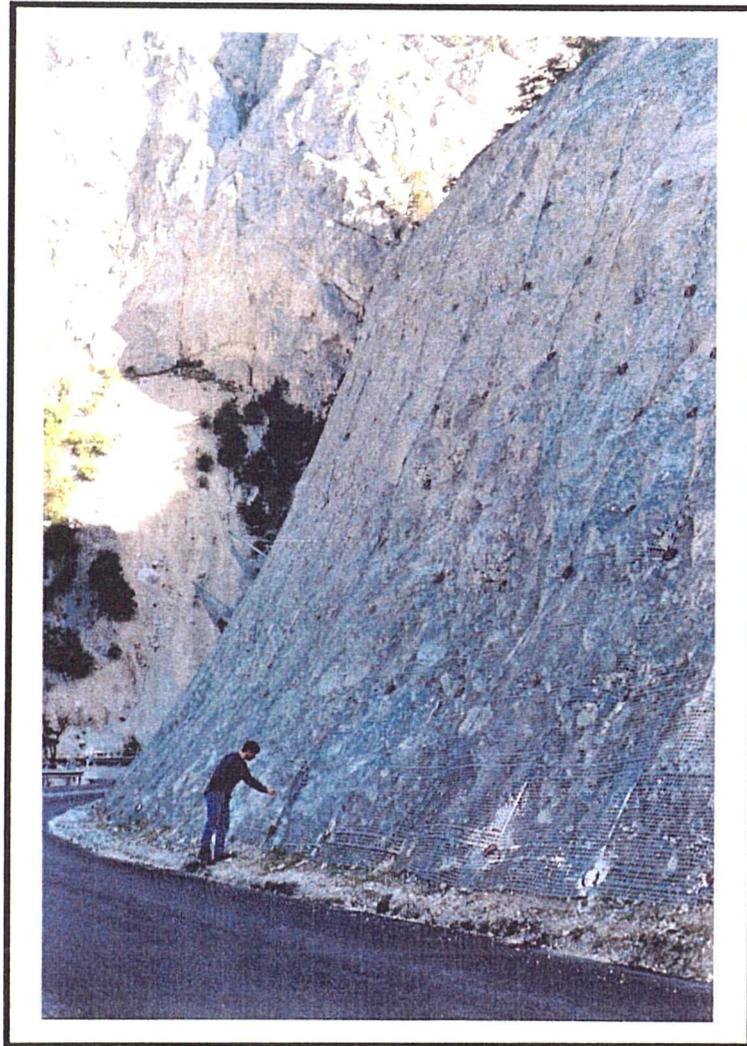
En tant que mesure passive, la surveillance des zones de fracturation, notamment par la méthode "MATTEROCK", constitue une approche nécessaire pour déterminer, avec le plus d'exactitude possible, le danger futur d'éboulement. Un moyen supplémentaire de surveillance peut être instauré par la pose de fils avec extensomètres pour mesurer d'éventuels mouvements.

Ces études préalables apportent un maximum d'éléments qui sont indispensables dans la prise de décision quant aux choix de gestion.

Lorsque les chutes de blocs sont fréquentes et menacent régulièrement des automobilistes, des mesures plus spécifiques s'imposent. Ainsi, les services cantonaux (des forêts et géologiques) ont installé ces dernières années toute une série d'infrastructures de protection.

Afin d'éviter que des blocs morainiques ou rocheux se désolidarisent de leur substrat, des filets plastiques ou métalliques ont été disposés sur de grandes surfaces du versant longeant la route (photos n°10 et 10bis). Ces filets sont maintenus par des "tiges" ou vis métalliques de 80cm de longueur, disposées tous les 2m environ.

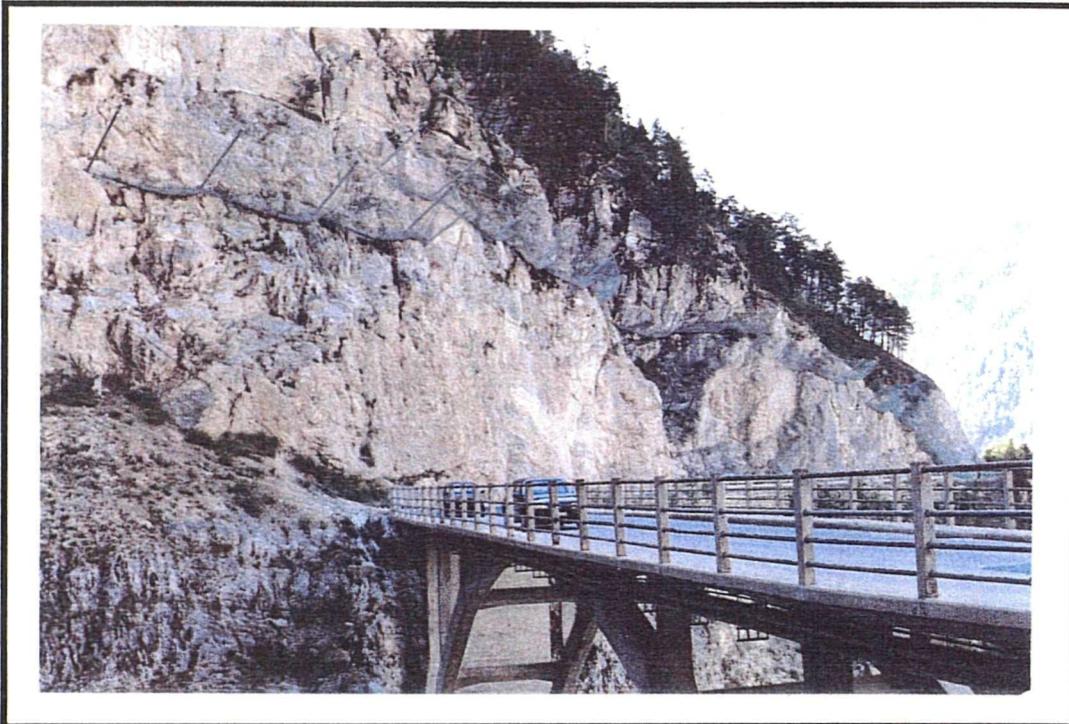


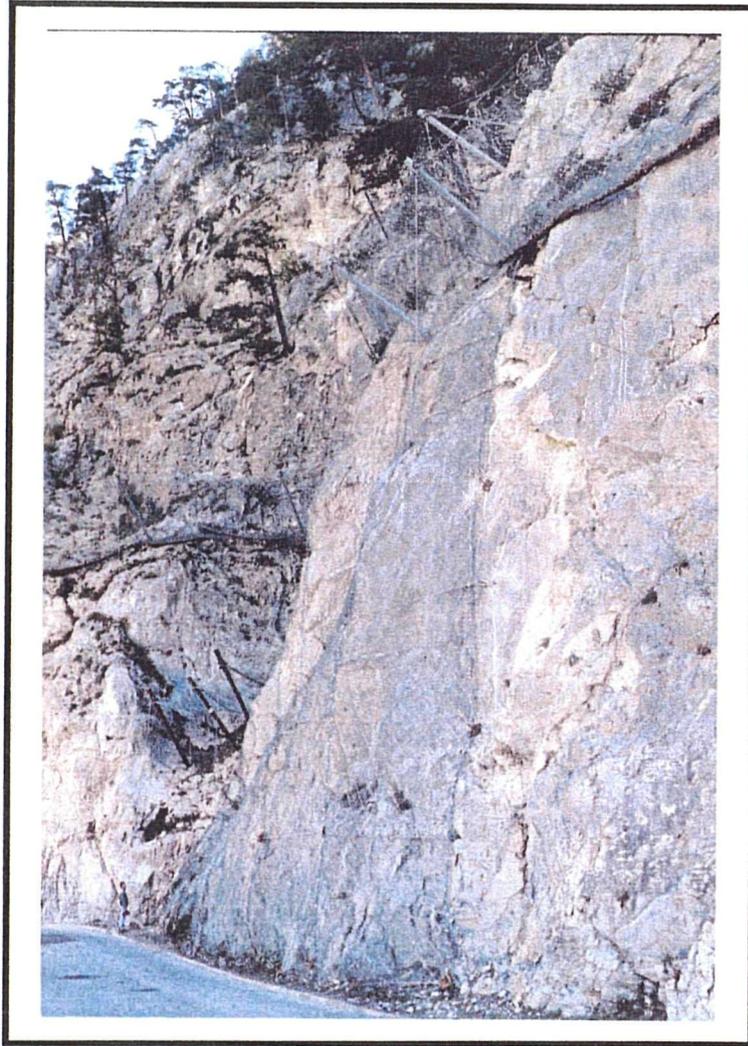


Photos n°10 et 10bis: Filets de protection, au bord de la route Sierre-Vissoie.

Une autre mesure consiste à disposer des filets métalliques perpendiculairement au versant. Ceux-ci fonctionnent en tant que "récepteurs" de blocs ou de galets. Les mailles sont suffisamment étroites pour ne laisser passer que des éléments de plus petite taille (photo n°11 et 11bis).

Ces dispositifs fonctionnent bien et limitent passablement les chutes de blocs, cependant il arrive que certains passent à côté et se retrouvent sur la route. Nous comprenons mieux pourquoi la crainte de recevoir des pierres demeure présente chez les Anniviards; cela a été commenté précédemment. Le risque zéro n'existe donc pas, mais ces mesures contribuent à le minimiser au maximum. La limite dans la construction de ces types de dispositif est d'ordre financier, car le coût pour les communes est difficile à supporter. La Confédération subventionne en grande partie ces investissements et c'est en fonction des budgets nationaux que cela se décide.





Photos n°11 et 11bis: Filets de retenue des blocs, implantés dans le versant.

8.4.2 Commune de Grimentz

Je me suis entretenu avec le président, M. Rouvinez, qui m'a exposé les différents risques qui menacent sa commune.

A sa connaissance, les avalanches, une éventuelle crue de la Gougra, le barrage et des petites zones de glissement constituent les menaces principales. La priorité a surtout été mise, ces dernières années, sur la gestion des risques d'avalanches.

Concernant l'éventuelle crue de la Gougra, elle dépend partiellement du barrage qui joue un rôle "d'effet tampon". Lorsque les précipitations sont importantes, le barrage retient l'essentiel et le risque est quasiment nul. C'est au mois de février que le niveau d'eau est au plus bas. La fonte des neiges et les précipitations le remplissent progressivement jusqu'au mois d'août, moment où le niveau d'eau est au plus haut. C'est à partir des mois d'août et septembre que le barrage ne peut plus jouer son rôle de rétention et donc que les risques de crues sont à redouter. D'ailleurs, ces mois se révèlent être souvent les plus pluvieux de l'année.

Les mesures consistent à vidanger graduellement le barrage en fonction des prévisions météorologiques et des précipitations réelles. De plus, un entretien de la Gougra par les autorités communales est effectué tout au long de l'année par des enrochements, une fixation du lit et un renforcement des berges. Le barrage est aussi purgé chaque année, au printemps, lorsque le niveau est au plus bas. Le débit est de 8 à 10m³/s, ce qui permet d'évaluer l'écoulement des eaux.

La rupture du barrage est une éventualité prise en considération par la commune. Des systèmes de surveillance continue ont été installés dès la construction de l'ouvrage. Ils sont reliés à un système d'alarme au cas où des mouvements anormaux seraient décelés. L'évacuation vers les hauteurs du village serait alors décidée. Ce sont apparemment les seules mesures, sinon "on vit avec" selon M. Rouvinez.

Les zones de glissement de terrains sont définies comme danger moyen ou danger limité sur la carte des aménagements de la commune de Grimentz (annexe n°12). Elles se situent dans la partie W du village, sur les hauteurs. Quelques habitations individuelles sont concernées par ce problème.

Les mouvements sont très lents et peu profonds, d'après M. Rouvinez. Les mesures sont ponctuelles, sous forme de drainages et de renforcement des assises. Les chalets anciens, dont les structures sont en bois, résistent beaucoup mieux aux légers mouvements du sol.

Au début des années 1970, la priorité du canton du Valais a été de se doter de moyens de protection efficaces contre les avalanches. Une prise de conscience à l'égard des dangers naturels et surtout des avalanches s'est produite à ce moment-là dans la plupart des communes valaisannes et notamment à Grimentz. La commune a donc décidé d'installer des paravalanches métalliques dans les zones de déclenchement. Plus tard, des digues ont été réalisées dans les mêmes zones; elles sont constituées de blocs et de moraines principalement.



Photo n°12: Paravalanches protégeant les villages de Grimentz et St.-Jean.



Photo n°13: Digue de protection contre les avalanches, dans une zone de déclenchement.

L'arête s'étirant du SW au NE depuis la Pte de Lona est à l'origine de nombreuses avalanches. Le torrent de *La Freinze* jusqu'au lieu-dit *Les Bouesses* est un couloir avalancheux. Le risque vient principalement de ce couloir; les autres sont sécurisés par les installations dont nous avons parlé ci-dessus.

La carte des aménagements de Grimentz, où les dangers d'avalanches sont représentés (rouge, bleu et blanc), indique trois endroits où le risque est présent.

Le premier est situé au NW du village, dans la zone des mayens. La zone rouge s'arrête au-dessus des mayens, à la limite de la zone forestière. La zone bleue englobe six mayens qui ne sont occupés qu'en été. Pour cet endroit, ce sont donc des dégâts matériels qui sont à redouter et uniquement en cas de grosse avalanche, car des paravalanches sont sensés protéger cette partie du village.

Le deuxième se trouve au centre du village et s'étend sur une zone d'habitations individuelles, sur la zone d'épaississement du village et sur la zone du village ancien. La zone rouge couvre trois habitations dans la zone d'habitations individuelles et la zone bleue couvre une trentaine d'habitations dans les zones citées ci-dessus. Des paravalanches sont aussi sensés protéger cette partie du village et le risque est donc limité.

Le troisième endroit est plus critique. Il se situe au S du village, au lieu-dit *Les Bouesses* ou *Les Flaces*. La zone rouge comprend trois grands bâtiments logeant des groupes de vacances. La zone bleue est proche de la rouge et ne couvre pas d'autres habitations. Actuellement, aucune mesure de protection n'a été prise dans le couloir de *La Freitze* ou dans la région de la Pte de Lona.

En cas de fortes précipitations et de fort risque d'avalanche, les locataires sont évacués à titre préventif. D'autre part, les avalanches sont déclenchées artificiellement avant que le manteau neigeux ne soit trop épais et donc que le risque ne soit trop élevé; cela se fait quand les conditions météorologiques le permettent.

Cet hiver ayant été exceptionnel du point de vue de l'enneigement et des catastrophes, ces mesures ont été prises par les autorités communales.

La gestion de ce type de situation s'effectue par le biais d'une "commission avalanche" composée de deux représentants, responsable de la sécurité du village et de la direction des remontées mécaniques composées de responsables de la sécurité des pistes.

En cas de danger élevé, la commission avalanche et les responsables de la sécurité des pistes se réunissent et décident ensemble des actions à mener.

Il faut savoir qu'en cas de catastrophe, la commune doit en assumer la responsabilité. C'est pourquoi, les autorités ont mis en place ces deux commissions (sécurité du village et des pistes). Les travaux d'aménagement de structures de protection s'inscrivent dans des objectifs de sécurité et de risque minimal à long terme.

Outre la commission de sécurité qui se réunit lorsque la situation l'exige, une cellule de crise est constituée en cas de force majeure, comme un incendie ou failles dans le barrage. A ce moment, les autorités font appel au pompiers, à la police et à des secours spécialisés. La marche à suivre est définie par l'ordonnance cantonale du 4.11.1992, sur l'organisation en cas de catastrophe.

La gestion des risques naturels impose des choix quant aux types d'aménagement qui sont préconisés et quant aux endroits où ils seront disposés. La relation coûts-bénéfices est un moyen de décider, mais elle n'est pas utilisée de manière aussi

rigoureuse qu'il y paraît. En fait, le coût d'une installation est pris en compte et les zones plus densément peuplées seront privilégiées, mais une juste pesée des intérêts en jeu détermine les choix définitifs. Les enjeux économiques sont plus importants dans les zones denses, il va donc de soit de les protéger. La discussion entre les divers responsables scientifiques, communaux et cantonaux aboutit à un compromis d'aménagement tout en se basant sur les législations en vigueur et les modes de financement possibles.

Il faut savoir que pour une digue, dont le coût moyen avoisine les 2 millions de francs, la commune paiera environ 400'000 francs, le reste est pris en charge par la Confédération et partiellement par le canton.

Les spécialistes (IFENA au Weissfluhjoch et le service des forêts) décident du type d'infrastructure qui doit être privilégié et si l'avalanche doit être stoppée ou déviée. Ces choix définitifs se font en fonction d'une série de paramètres propres à chaque région, comme la topographie, la rugosité du terrain, l'aspect des forêts, la vitesse des avalanches, etc..

8.4.3 Commune d'Ayer

Pour cette autre commune, je me suis entretenu avec le président, M. Luc Epiney, qui m'a exposé à son tour les différents dangers qui la menacent.

Les risques principaux se localisent au fond de la vallée de Zinal, autour du village de Zinal. Ils sont surtout de deux types: avalanches en hiver et coulées de boue en été. Cette observation a déjà été faite à maintes reprises, mais elle m'a été confirmée par le président.

L'histoire de Zinal est quelque peu différente de celle de Grimentz ou des autres villages d'Anniviers. En effet, jusqu'en 1960, Zinal était constitué de mayens habités seulement en été. A partir de cette date, le village a commencé à s'accroître, en raison du développement touristique qui est devenu peu à peu une priorité. Cette évolution a impliqué une habitation à l'année.

La priorité était donc donnée au développement touristique et les préoccupations de sécurité, de prévention du risque et de protection se trouvaient au second plan. La prise de conscience à l'égard des risques n'existait pas encore.

A l'opposé, le village de Grimentz est peuplé depuis le XV^e siècle environ et les habitants se sont accommodés des risques par l'expérience et la connaissance; la conscience des risques naturels y existe depuis toujours. Cela n'a pas été le cas pour Zinal.

Au début des années 1980, la gestion des risques est arrivée au premier plan. Il s'agissait de protéger les nouvelles infrastructures touristiques et de garantir la sécurité. Depuis, des digues de protection ont été construites au bord de la route Vissoie-Zinal, ainsi que des paravalanches métalliques dans les zones de déclenchement.

Globalement, cette nouvelle gestion des risques a été décidée au niveau cantonal et des zones prioritaires ont été définies pour tout le canton du Valais. Ainsi, en 1988, la liaison Vissoie-Zinal se situait parmi ces objectifs prioritaires de protection¹⁹.

¹⁹ Le Nouvelliste, jeudi 28 avril 1988, Avalanches : Option de sécurité - Le Valais en première ligne a droit à un traitement prioritaire

Le reboisement pour la défense contre les avalanches et la mise en place de protections des voies de communication correspondent aux travaux qui ont été décidés par le canton en 1988. Leur coût s'est monté à 200 Mio de francs, dont 68% ont été subventionnés par la Confédération et 20% par le canton.

Les aménagements effectués à Zinal, à partir des années 1980, s'insèrent dans "l'élan sécuritaire" ou dans les projets de protection-prévention décidés par le canton.

En même temps, en 1984, l'assemblée constituante, qui est l'assemblée de tous les citoyens d'une commune, a voté un certain nombre de crédits devant servir à la construction de protections. En 1988, une rallonge a été votée par cette même assemblée. La gestion des risques est devenue une priorité communale.

Le développement touristique de la station de Zinal a eu, en partie, pour but de maintenir la population anniviarde dans la vallée. C'est pourquoi les investissements se sont faits progressivement en deux temps; d'abord la construction de bâtiments et des remontées mécaniques, puis la construction de protections.

Le plan d'affectation définit les zones où l'aménagement est possible et sans risque. La carte des dangers est l'outil complémentaire du plan, qui sert de base aux décisions ou de guide d'aménagement. Pour Ayer, la première carte des dangers date de 1970 et une modification a été apportée en 1985. Comme pour Grimentz, l'IFENA et le service des forêts tranchent définitivement sur l'état des risques d'avalanche dans la commune.

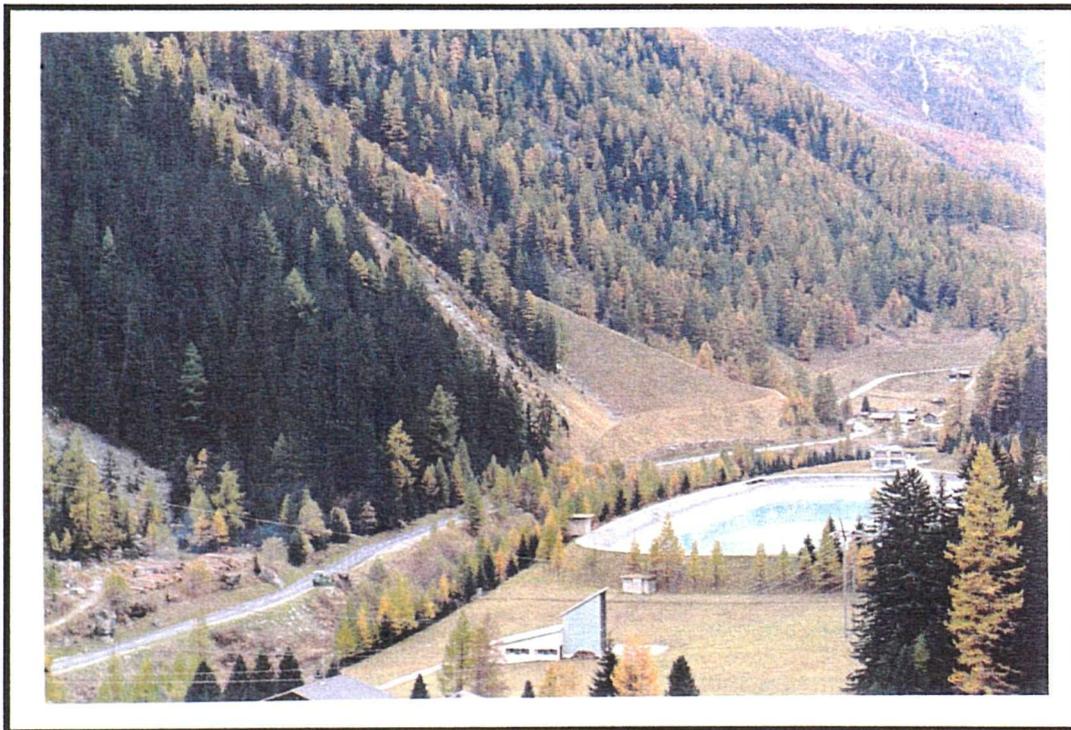


Photo n°14: Digue de protection, près du hameau de Pralong.

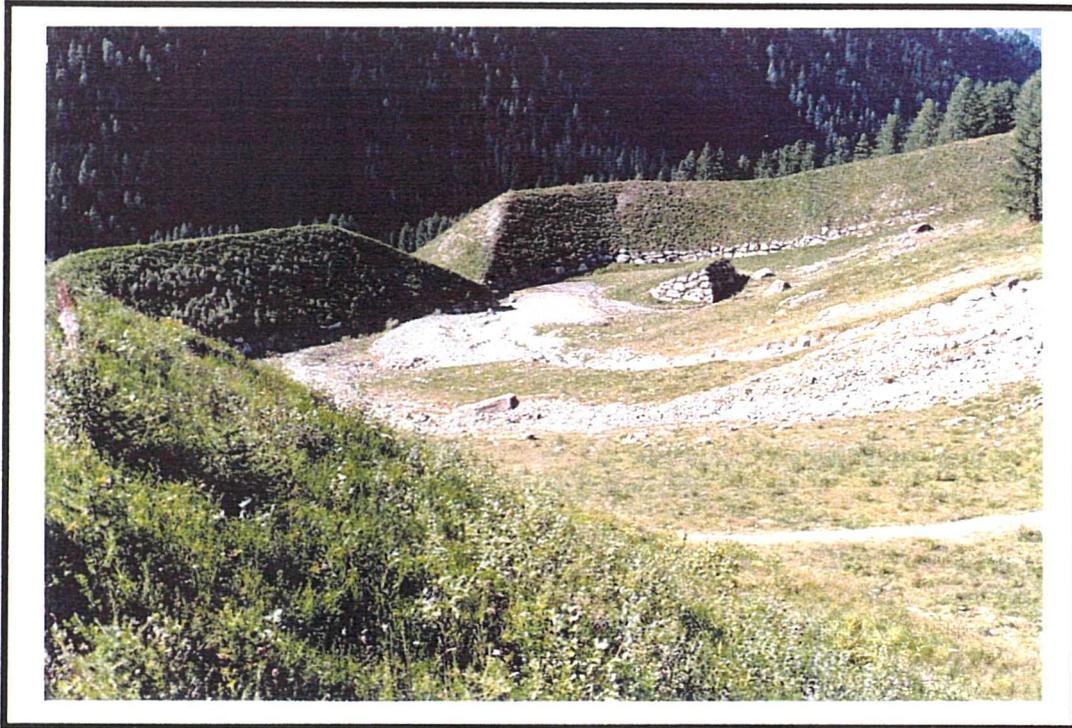


Photo n°15: Enorme digue de protection à l'entrée du village de Zinal, sur le torrent de Perrec.

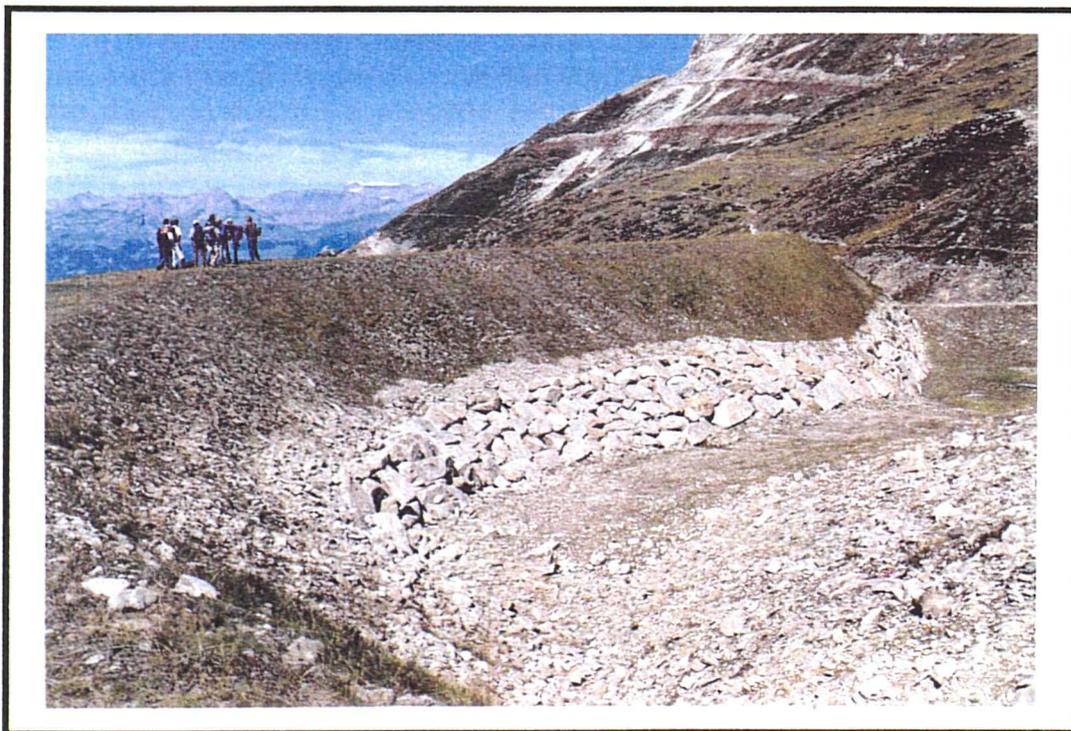


Photo n°16: Digue préventive, construite dans une zone de déclenchement, empêchant la production des avalanches. Cette installation se situe sous les Pointes de Nava, au-dessus d'Ayer.

Les autres protections contre les avalanches se situent principalement dans le versant E de la Corne de Sorebois (sous forme de grilles et de digues) et sur des torrents se jetant dans la Navisence autour de Zinal (annexe n°13).

Tous ces travaux se sont étalés sur une quinzaine d'années environ et actuellement encore un projet de digue est en cours. Cette digue se situera sur le torrent du Tracuit et jouera un double rôle. Elle servira de protection contre les avalanches en hiver et de protection contre les coulées de boues ou les laves torrentielles en été.

Il faut apporter quelques précisions en ce qui concerne les risques liés aux coulées de boue ou aux laves torrentielles. Etant donné que les mayens de Zinal ont depuis très longtemps été occupés en été, ces problèmes ont été pris en considération bien avant que l'on se protège des avalanches. Depuis des siècles, les torrents ont été entretenus par les paysans et donc des aménagements ont été construits.

Comme pour Grimentz le rapport coût-bénéfice n'est pas utilisé en tant qu'élément strict de l'aménagement. Par contre, la priorité est donnée aux zones où il y a le plus d'habitants à protéger. Ces investissements se font dans l'objectif du long terme.

Les critères et les choix incombent aussi aux spécialistes, comme précédemment, qui décident du type de mesure appropriée en fonction d'une série de paramètres.

Par contre, la gestion des crises, comme cet hiver, est du ressort des autorités communales. Monsieur Armand Genoud est le chef de la commission de sécurité pour le village de Zinal. Celle-ci avec le président ont décidé de fermer la route Zinal-Vissoie pendant une semaine, lors des intempéries de février. Ces mesures ont été prises afin de ne faire prendre aucun risque aux automobilistes et aux populations, alors que le risque d'avalanche était à son maximum.

Par ailleurs, la commission a procédé à un minage par explosif au moyen d'un hélicoptère dans le but de déclencher progressivement les avalanches qui menacent. Par ce moyen, les risques sont évacués. On évite ainsi que la neige ne s'accumule trop et qu'une énorme avalanche se produise (annexe n°14).

Ce type de gestion qui privilégie une prise de risque nulle, ainsi qu'un déclenchement des avalanches sera dorénavant un moyen fréquemment utilisé, à en croire un article paru dans le *Nouvelliste*²⁰. En effet, les finances publiques ne permettent plus de financer de gigantesques projets trop onéreux. Le déclenchement des avalanches est un moyen plus économique, surtout s'il est fait efficacement.

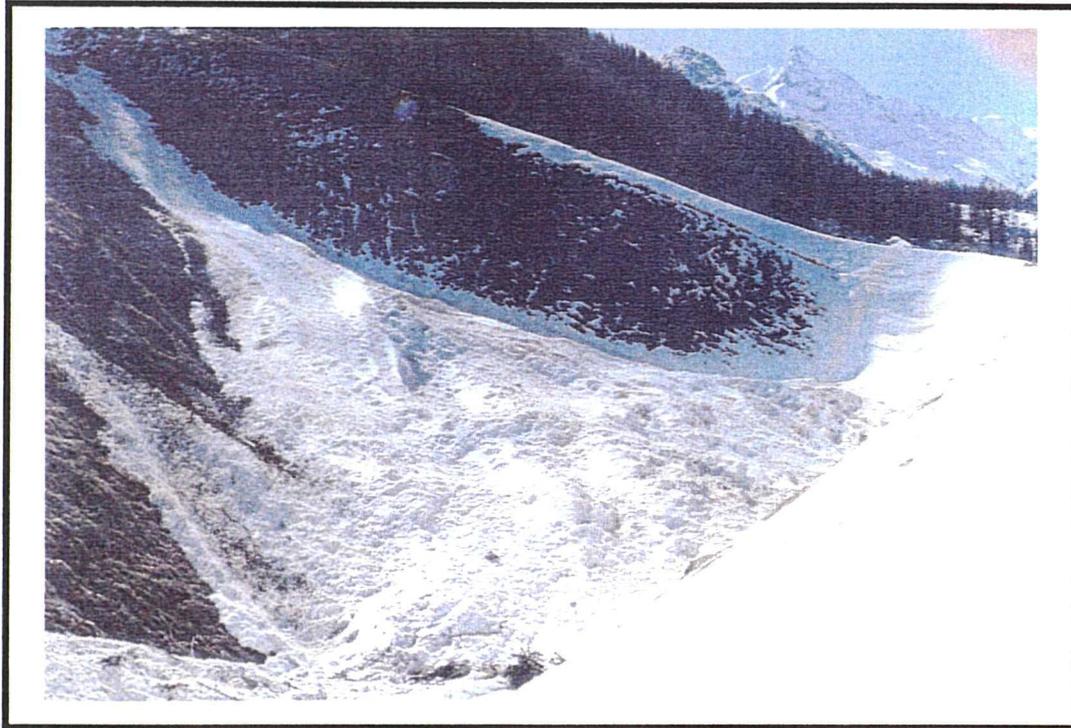
"Aujourd'hui, le Valais veut porter davantage l'effort sur la prévention et la détection des avalanches. Certes, il reste des constructions de protection à réaliser. Mais leur coût demeure élevé, et l'état des finances publiques ne permet guère d'envisager d'importants travaux à brève échéance.

Une meilleure connaissance du comportement de la neige permettra de déclencher les avalanches avec davantage de réussite, de déterminer les zones de danger avec plus de précision."²⁰

Finalement quel est le bilan de la gestion des risques pour la commune d'Ayer. Cet hiver a été le plus catastrophique du point de vue des avalanches, glissements, inondations, etc.. depuis 1950-51. Quelque part, ces événements ont donné l'occasion d'évaluer l'efficacité des protections construites ces vingt dernières années. Le bilan

²⁰ Le *Nouvelliste*, mercredi 20 novembre 1996, Lutte contre les avalanches – Projets pilotes en Valais pour une meilleure prévention

est généralement positif pour le Val d'Anniviers et surtout le Val de Zinal; les protections ont bien fonctionné.
Aucune victime n'a été déplorée, par contre quelques bâtiments du côté de Zinal ont été touchés.



Photos n°17 et 17bis: La digue située à la hauteur du hameau de Pralong a bien fonctionné.



Photos n°18 et 18bis: La digue du torrent de Perrec a rempli son rôle protecteur.



Photos n°19 et 19bis: Toiture emportée à la cabane de la Tzoucdana et nombreux arbres arrachés.

9. Synthèse et conclusion

Arrivés au terme de cette étude, nous pouvons nous demander si celle-ci a bien répondu aux questions que nous nous sommes posées dans la problématique. De nombreuses méthodes ont été utilisées et de nombreuses portes ont été ouvertes dans le but de saisir le mieux possible les risques naturels, dans toute leur dimension, pour le Val d'Anniviers.

Tout d'abord, concernant l'image que se font les Anniviards des glissements, des éboulements, des avalanches et des autres phénomènes, celle-ci n'est pas vraiment imprégnée par la crainte. L'espace est perçu de manière rassurante et les comportements (espace vécu) ne sont pas conditionnés par la présence du risque. L'implication politique, sociale et économique de la gestion des risques depuis une vingtaine d'années a donc fait naître un débat autour des risques qui a apporté des résultats significatifs.

Les aménagements et une meilleure gestion de l'espace ont finalement contribué à une diminution de la probabilité d'occurrence et de la vulnérabilité. Un grand nombre de catastrophes ont été évitées, notamment cet hiver (cf. photos n°17, 18 et 19).

La participation des citoyens au débat sur les risques naturels, notamment lors des assemblées constituantes (ex. Ayer en 1984) a contribué à une meilleure communication entre les différents acteurs et donc à une meilleure gestion.

La prise de conscience des risques naturels au sein des autorités fédérales et cantonales depuis une trentaine d'années a eu pour effet de faire voter une série de loi visant à mieux aménager, à mieux gérer et à protéger l'espace montagnard. La répercussion sur les communes s'est rapidement ressentie, grâce à l'octroi de subventions qui ont permis d'accélérer les aménagements.

Les mesures sont globalement jugées très positivement par les Anniviards. Ce jugement a probablement eu pour conséquences d'atténuer la perception des risques. Cela est peut-être dû à la bonne gestion ces dernières années et à une fréquence faible des événements catastrophiques.

La gestion a permis d'éviter un grand nombre de catastrophes, mais il demeure des processus qu'on ne peut quasiment pas prévoir, comme les tremblements de terre et d'autres qu'on ne peut pas limiter, comme les grands glissements de terrain dont le plan de glissement est profond. L'atténuation des risques a donc ses limites et la population ne le perçoit pas forcément; à part lorsque la nature le rappelle parfois.

La dimension climatique n'a que très peu été abordée dans cette étude. Les récents projets de recherche (PNR31) ont apporté de nombreux éléments indiquant que les changements climatiques prévus pour l'avenir occasionneront probablement une augmentation des catastrophes naturelles. Dans l'état des connaissances actuelles, il est imprudent d'être catégorique en ce qui concerne les changements à attendre. Il ne m'a donc pas semblé opportun d'introduire cette réflexion supplémentaire dans ma problématique, car le sujet est encore très polémique. De plus, mon objectif n'était pas de confirmer ou d'infirmer ces conclusions, toutefois lors des futurs débats sur l'aménagement de l'espace, il est certain que les changements climatiques (s'il se réalisent comme prévu) joueront un rôle essentiel dans les prises de décisions.

En relation avec les changements climatiques, le problème de la prise en charge des dommages par les assurances se posera dans un proche avenir. Jusqu'où ces entreprises sont-elles disposées à prendre en charge les dégâts ou jusqu'à quand peuvent-elles s'engager à indemniser. Dans un premier temps, les sphères

environnementales et sociales seront touchées par une augmentation des catastrophes et dans un deuxième temps, la sphère économique sera concernée. Nous voyons que les catastrophes naturelles auront des conséquences sur le développement des sociétés à long terme, qu'elles que soient leur situation sur le globe. Il est donc nécessaire de considérer cette problématique dans toute sa dimension et le plus tôt possible.

J'espère que ce travail aura, à sa manière, contribué à ouvrir des pistes de réflexion sur les risques naturels en montagne et plus globalement sur les possibilités de développement futur ou de maintien des sociétés montagnardes.

Il reste encore à s'interroger sur l'aspect naturel de la catastrophe et sur l'influence de l'homme. En effet, nous avons vu que le Val d'Anniviers est peuplé depuis tellement de siècles, qu'il est parfois difficile de distinguer les phénomènes naturels des phénomènes où l'homme a une responsabilité. Par exemple, les chutes de blocs ou les éboulements sur la route cantonale, les avalanches, les glissements et les incendies qui représentent les risques les plus conséquents pour la vallée ont souvent un lien étroit avec l'homme.

La moitié du village de St.-Luc est construite sur un grand glissement substabilisé. En cas de réactivation, l'homme est partiellement responsable des dommages causés aux aménagements qu'il a effectué dans cette zone.

La construction de la route cantonale a modifié l'équilibre de certains versants. Dans notre cas, les chutes de blocs se produisent naturellement, mais l'action humaine a probablement eu un impact. De plus, nous l'avons dit cette voie de communication est vitale en tant que lien à la vallée du Rhône. L'exposition aux risques augmente la probabilité de catastrophe.

Les avalanches ont commencé à préoccuper les Anniviards à partir des années 1980, peu de temps après la construction des stations de skis. L'exposition aux risques s'est accrue, nous l'avons vu à maintes reprises, mais de surcroît, le déclenchement des avalanches lié à la pratique du ski a aussi augmenté. Dans ce cas, la responsabilité humaine dans la catastrophe est entière.

Les aménagements de protection fonctionnent et sont utiles, cependant les comportements individuels à risque mettront toujours en danger autrui. Parfois, la catastrophe est donc à la fois naturelle et humaine.

Les incendies illustrent parfaitement l'imbrication des risques naturels et des risques dont l'origine est anthropique. Le déclenchement d'un incendie peut se faire naturellement, par la foudre par exemple, mais sa propagation est liée à la gestion des forêts par l'homme et aux types d'habitations.

Le risque zéro n'existe donc pas nous l'avons vu, mais à l'avenir il faudra se demander quels types de gestion des risques sommes nous prêts à mettre en place. Faudra-t-il limiter les libertés individuelles pour le bien de la communauté? Faudra-t-il légiférer davantage? Faudra-t-il réprimer davantage?

Les réponses à ces questions apparaîtront peut-être dans des travaux de mémoire ultérieurs.

Au terme de ce travail qui représente l'aboutissement de ma formation de géographe, il m'a semblé important de traiter d'un sujet englobant à la fois des concepts liés à la géographie humaine et à la géographie physique. De plus, pour répondre à ce désir d'étude globale, je me suis efforcé d'utiliser au maximum les outils acquis durant toute ma formation.

Ainsi, la géomorphologie et la géologie de terrain, la palynologie, l'étude de sources diverses et les enquêtes m'ont aidé à leur manière à mieux comprendre les risques naturels dans une vallée latérale du Valais.

10. Bibliographie

Ouvrages

- BADER Stephan & KUNZ Pierre (1998), Climat et risques naturels - La Suisse en mouvement: Rapport scientifique final PNR 31, Georg, Genève, 312p. *UMB 4988*
- BAILLY Antoine S. (dir.) (1996), Risques naturels Risques de sociétés, Economica, Paris, 103p. *UMB 2262*
- BEAUCHAMP André (1996), Gérer le risque vaincre la peur, Bellarmin, Québec, 187p. *UMA 18159*
- BESSON Lilianne (1996), Les risques naturels en montagne: traitement-prévention-surveillance, Artès publialp, Grenoble, 438p. *UMB 2110*
- BRUNSDEN Denys & PRIOR David B. (1984), Slope Instability, John Wiley & sons, New York, 620p. *SDA 41294*
- BURRI Marcel (1987), Connaître la nature en Valais: Les roches, Editions Pillet, Martigny, 159p. *SDA 56634*
- BURTON Ian, KATES Robert W. & WHITE Gilbert F. (1978), The environment as hazard, Oxford university press, New York, 240p. *SDA 7420*
- CAMPY Michel & MACAIRE Jean-Jacques (1989), Géologie des formations superficielles : géodynamique-faciès-utilisation, Masson, Paris, 433p. *TVA 17918*
- DOURLENS C., GALLAND J.-P., THEYS J., VIDAL-NAQUET P.-A. (1991), Conquête de la sécurité : gestion des risques, Editions de l'Harmattan, Paris, 300p. *TVA 48217*
- FLAGEOLLET Jean-Claude (1989), Les mouvements de terrain et leur prévention, Masson, Paris, 224p. *TVA 17911*
- FLAGEOLLET Jean-Claude (Dir.) (1984), Mouvements de terrains: Communications du Colloque de Caen, Université de Caen & Secrétariat d'Etat aux Risques Naturels et Technologiques majeurs, Caen, 670p. *SDB 6187*
- FLOREY Symphorien (1974), Légendes et réalités du Val d'Anniviers, édité par l'auteur en collaboration avec l'atelier Monographic, Roger Salamin, Sierre, 249p. *BCV TA 27964*
- GRAHAM A.TOBIN & BURELL E.MONTZ (1997), Natural hazards: Explanation and Integration, The guilford press, New York & London, 388p. *UMA 26824*

- GROUPE CHAM'S (1994), Enseigner les risques naturels : pour une géographie physique revisitée, Anthropos/GIP Reclus, Paris, 227p. TVA 87320
- HEWITT Kenneth (1997), Regions of risk: a geographical introduction to disasters, Longman, Singapore, 389p. UMA 16315
- KERVERN Georges-Yves & RUBISE Patrick (1991), L'archipel du danger: introduction aux cindyniques, Editions Economica, Paris, 444p. TVA 58506
- LANG Gerhard (1985), Swiss lake and mire environments during the last 15'000 years, A.R. Gantner Verlag, Vaduz, 428p. BMA 2213
- LEDOUX Bruno (1995), Les catastrophes naturelles en France, Documents Payot, Paris, 455p. TVA 92216
- METAILIE Jean-Paul (1993), Risques et aménagement dans les Pyrénées, les cahiers de l'Isard (CNRS), Toulouse, 164p. TVA 77470
- PALM Risa I. (1990), Natural Hazards : An integrative Framework for Research and Planning, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 184p. TVA 34126
- PENEL Michel & MARCO Olivier (1992), Aspects socio-économiques de la gestion des risques naturels, ETUDE Montagne n°2, ENGREF & CEMAGREF, Paris, 151p. TVA 72024
- PNR 31 (1998), Le regard de Janus : Changements climatiques et catastrophes naturelles, GEORG éditeur, Genève, 82p. NEDB 4093
- WELTEN Max (1982), Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in de westlichen Schweizer Alpen: Bern-Wallis (Diagrammheft + Textheft), Birkhäuser Verlag, Basel, 37p. + 104p.
- WUILLOUD Charly (1993), Tout savoir sur la lutte contre les avalanches en Valais, Département de l'environnement et de l'aménagement du territoire: Service des forêts et du paysage, Sion, 30p.

N.B. Les cotes se réfèrent au système des bibliothèques cantonales suisses

Articles

- ANTOINE Jean-Marc & DESAILLY Bertrand (1998), Le risque naturel, l'écu et l'ingénieur dans les Pyrénées ariégeoises, Revue de géographie alpine, Grenoble, tome 86, N°2, pp. 63-76.
- BRIDEL Laurent, DULEX PUTALLAZ Sylvie & HEROLD-REVAZ Anne (1998), Gestion du risque d'avalanche et action collective dans les Alpes suisses, Revue de géographie alpine, Grenoble, tome 86, N°2, pp. 77-90.

-
- CHARDON Michel (1990), Quelques réflexions sur les catastrophes naturelles en montagne, *Revue de géographie alpine*, Grenoble, tome 78, N°1-2-3, pp.193-213. LGP 1
 - CHARDON Michel (1989), Essai d'approche de la spécificité des milieux de la montagne alpine, *Revue de géographie alpine*, Grenoble, tome 78, N°1-2-3, pp.193-213. LGP 1
 - EVIN Michèle (1990), Les risques naturels dans un espace montagnard: la Haute Ubaye, *Revue de géographie alpine*, Grenoble, tome 78, N°1-2-3, pp.175-192. LGP 1
 - MARIETAN Ignace (1932-1933), Zinal et la vallée d'Anniviers, *Bulletin de la Murithienne (société valaisanne des sciences naturelles)*, Sion, fascicule n°50, pp. 12-19.
 - MARIETAN Ignace (1947-1948), Un éboulement à Zinal, *Bulletin de la Murithienne (société valaisanne des sciences naturelles)*, Sion, fascicule n°65, pp. 79-81.
 - MARIETAN Ignace (1954), Phénomènes d'érosion dans le vallon de Zinal, *Bulletin de la Murithienne (société valaisanne des sciences naturelles)*, Sion, fascicule n°71, pp. 37-45.
 - MARIETAN Ignace (1966), A Zinal: épierrements-coulées de torrents-avalanches, *Bulletin de la Murithienne (société valaisanne des sciences naturelles)*, Sion, fascicule n°83, pp. 118-122.
 - PEGUY Charles-Pierre (1995), Les risques naturels majeurs, *Encyclopédie de géographie*, Economica, Paris, IIème édition, pp. 919-930.
 - ROUILLER Jean-Daniel (1997), Application de la méthodologie "MATTEROCK" à l'évaluation du danger lié aux falaises, *Eclogae geologicae Helvetiae*, Basel, 90 N°3, pp. 393-399.
 - SCHOENEICH Philippe & BUSSET-HENCHOZ Mary-Claude (1998), La dissonance cognitive: facteur explicatif de l'accoutumance au risque, *Revue de géographie alpine*, Grenoble, tome 86, N°2, pp. 53-62.
 - SCHWERY René (1994), Dangers naturels: relations et conséquences sur l'aménagement du territoire d'une région alpine (Valais), in *Aménagement du territoire: Protection contre les dangers naturels et instruments de l'aménagement du territoire*, Berne, n°1, pp.52-53.
 - STRAZZERI Dominique & MANCHE Yannick (1998), L'enquête permanente sur les avalanches, *Revue de géographie alpine*, Grenoble, tome 86, N°2, pp. 45-52.

- WUILLOUD Charly (1994), Réalisation des ouvrages de défense en Valais dès 1950, Journal forestier suisse: organe de la société forestière suisse, Buehler Druck, Zuerich, N°7, pp. 525-529.

Articles de presse

- Le Nouvelliste, jeudi 28 avril 1988, Avalanches: Option sécurité-Le Valais en première ligne a droit à un traitement prioritaire, p.2

- Le Nouvelliste, mardi 12 janvier 1993, Sur nos monts quand la menace..., p.3

- Le Nouvelliste, mercredi 20 novembre 1996, Lutte contre les avalanches-Projets pilotes en Valais pour une meilleure prévention, p.14

Documents non-publiés

- MARTHALER Michel (1995), Instabilités de terrain dans le Val d'Anniviers: Risques naturels pour la région de Vissoie et Saint-Luc, Travail pratique pour le Certificat d'études des risques géologiques (CERG) et en annexe au mandat de levé géologique de la feuille n°1307 Vissoie du Service hydrologique et géologique national, Université de Genève, Instituts de géographie et de géologie de l'Université de Lausanne.

- DORTHE-MONACHON Claire (1995), Géomorphologie générale: Mouvements de masse, photocopié, Institut de Géographie Université de Lausanne.

Cartes

- Carte topographique n°1327 Evolène, 1:25'000, OFT, Wabern, 1991.

- Carte topographique n°1307 Vissoie, 1:25'000, OFT, Wabern, 1991.

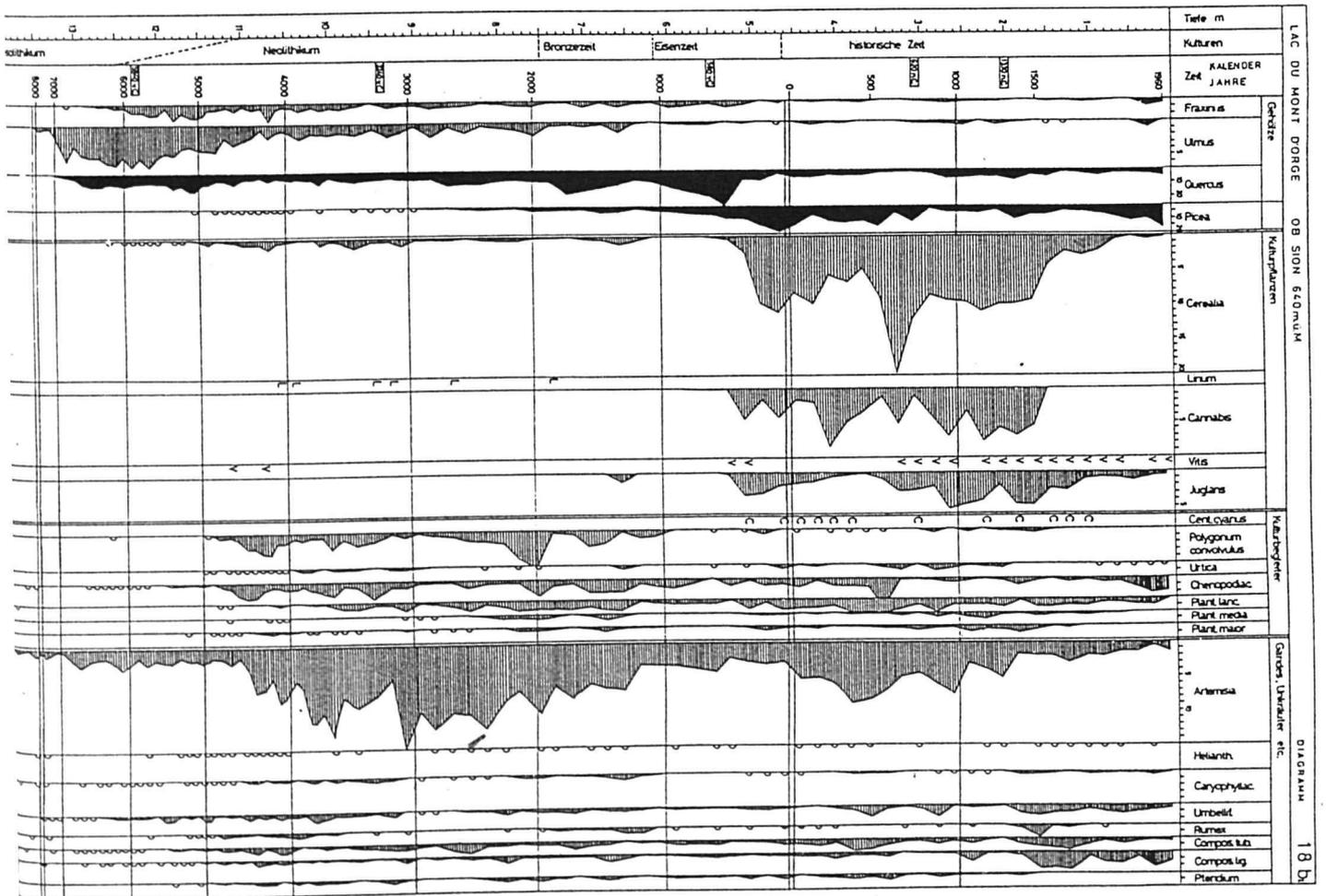
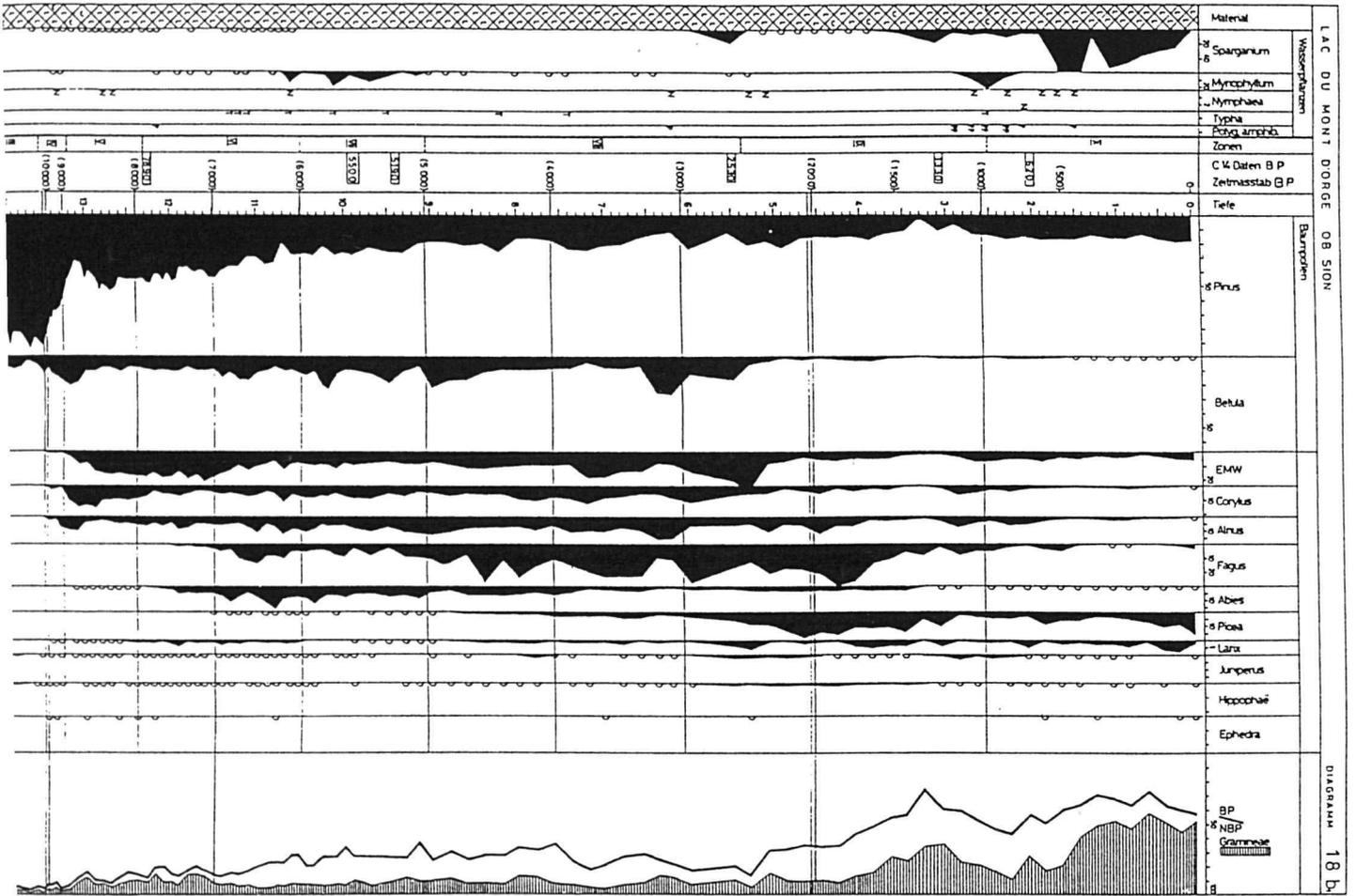
- Carte topographique n°1287 Sierre, 1:25'000, OFT, Wabern, 1991.

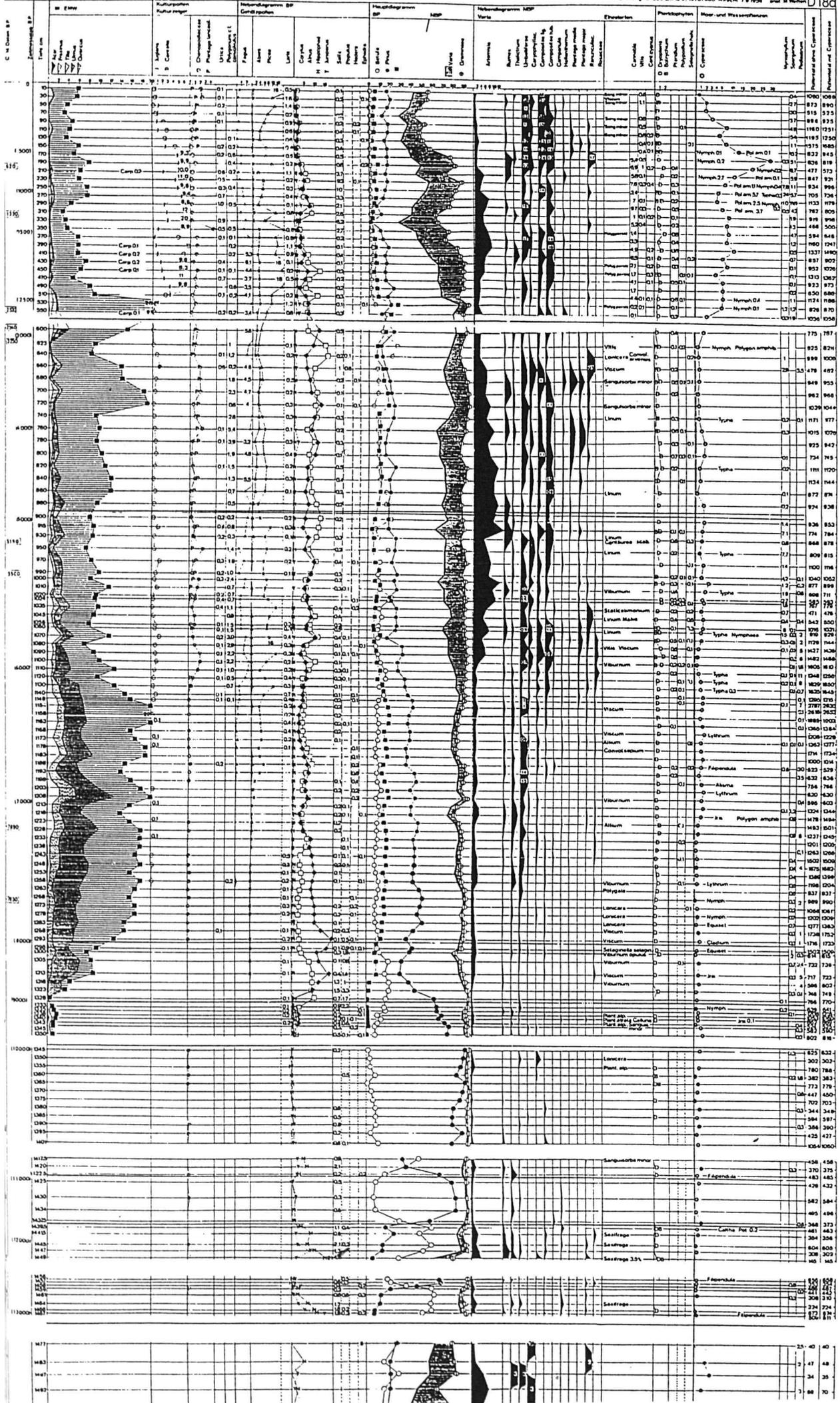
- Carte topographique n°273 Montana, 1:50'000, OFT, Wabern, 1986

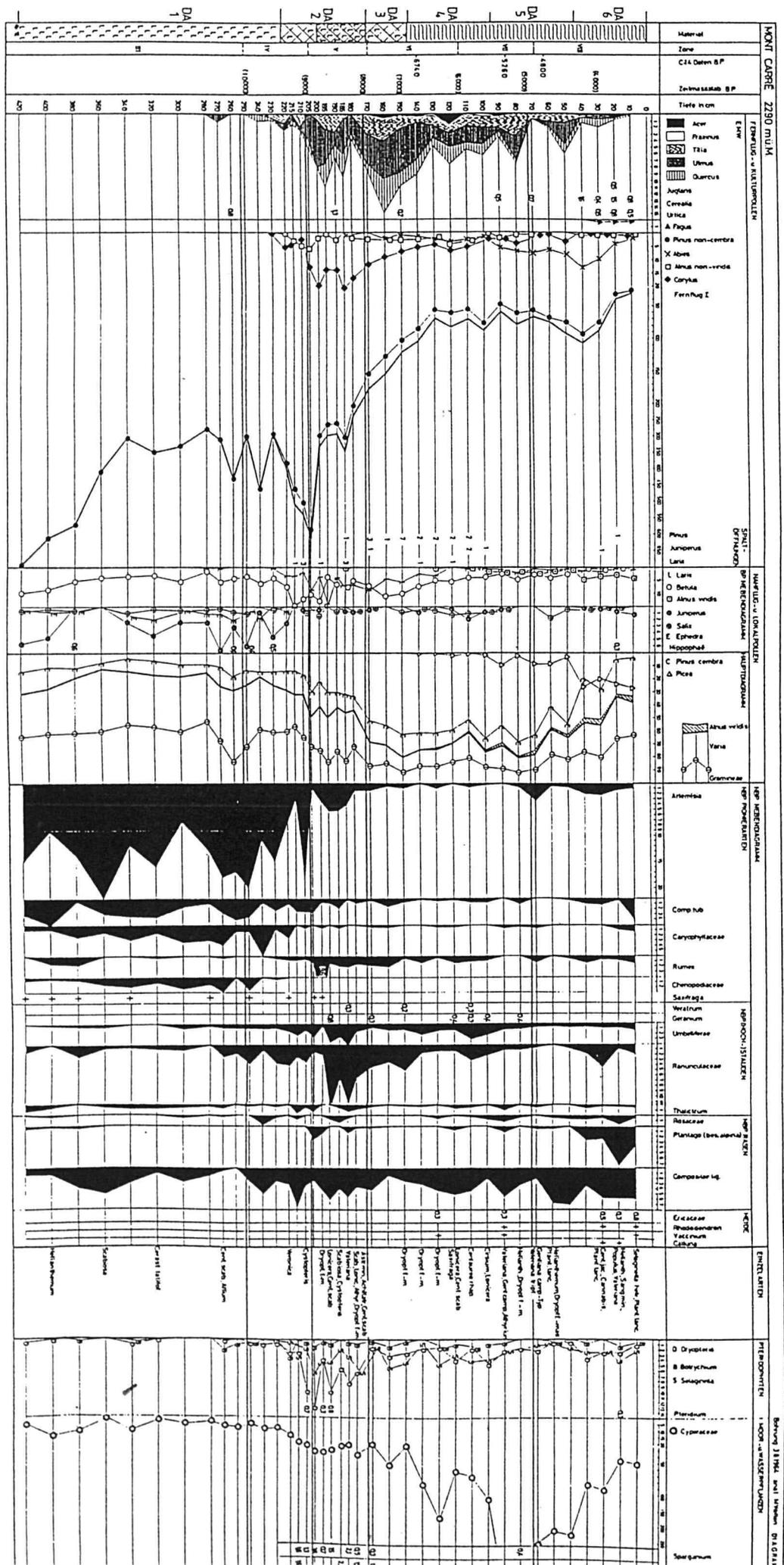
- Carte topographique n°283 Arolla, 1:50'000, OFT, Wabern, 1986

- MARTHALER Michel, carte géologique avec commentaire, n°1307 Vissoie, 1:25'000, (à paraître).

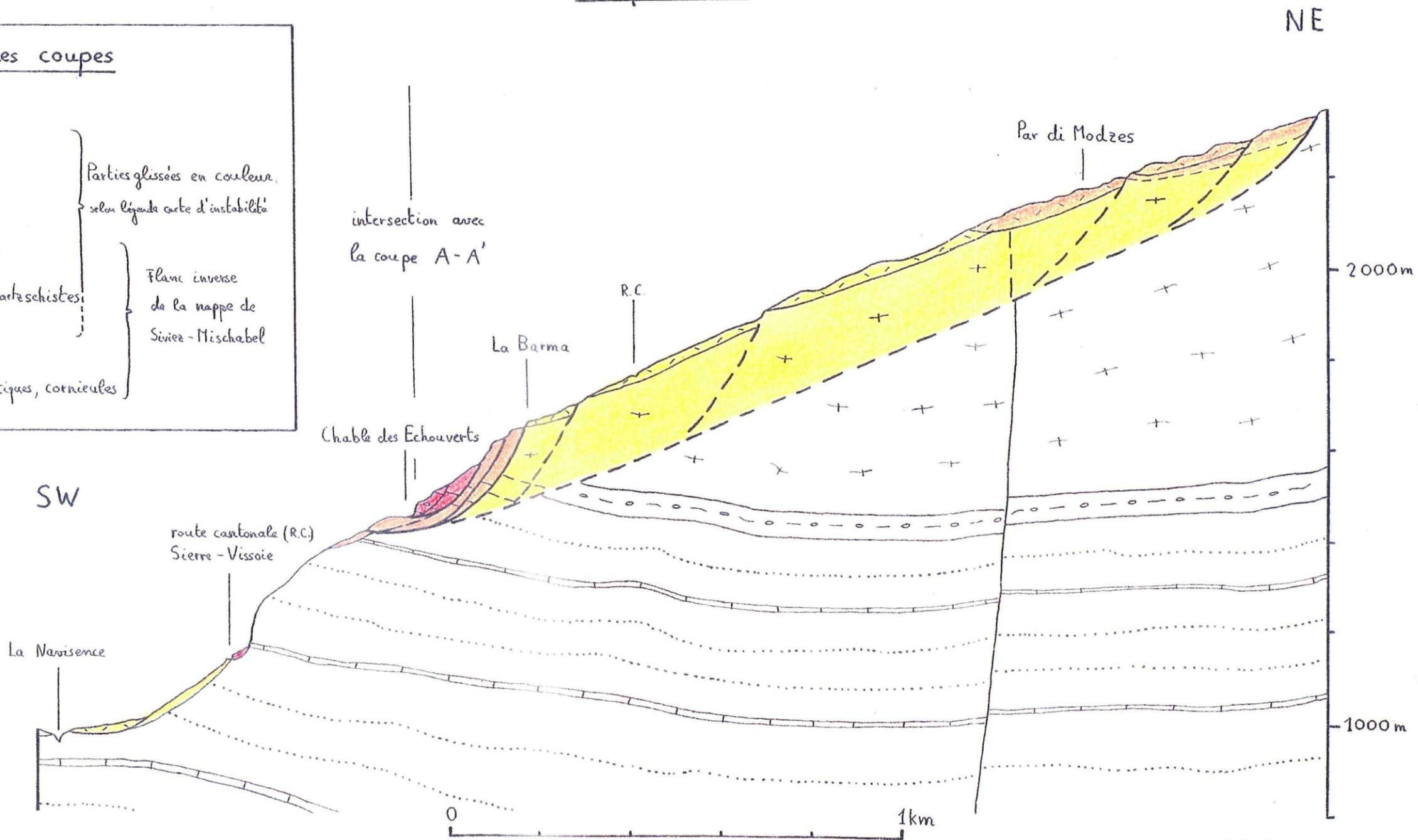
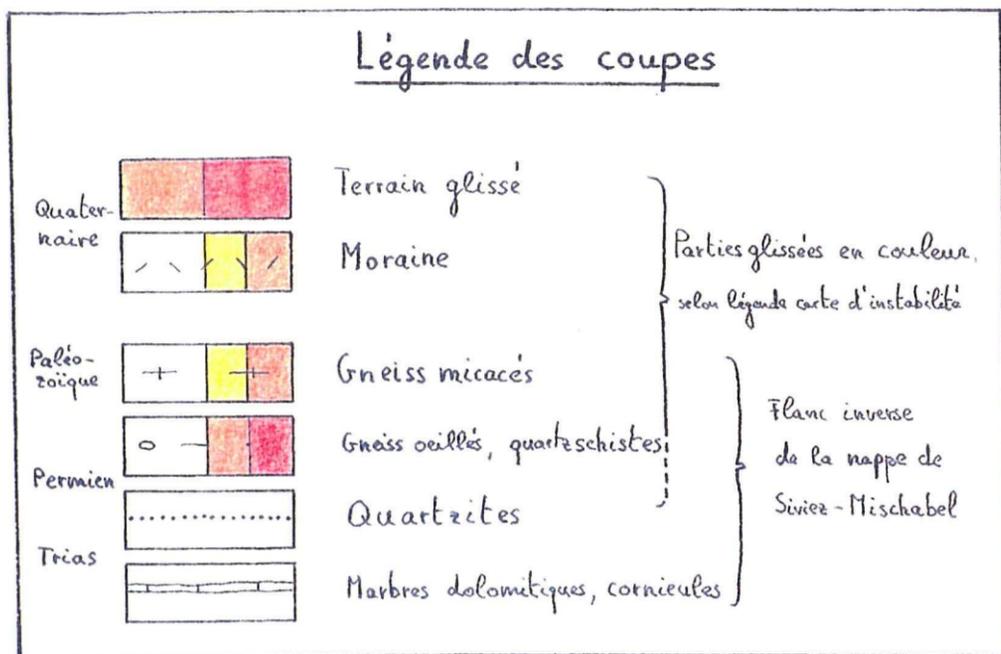
11. Annexes

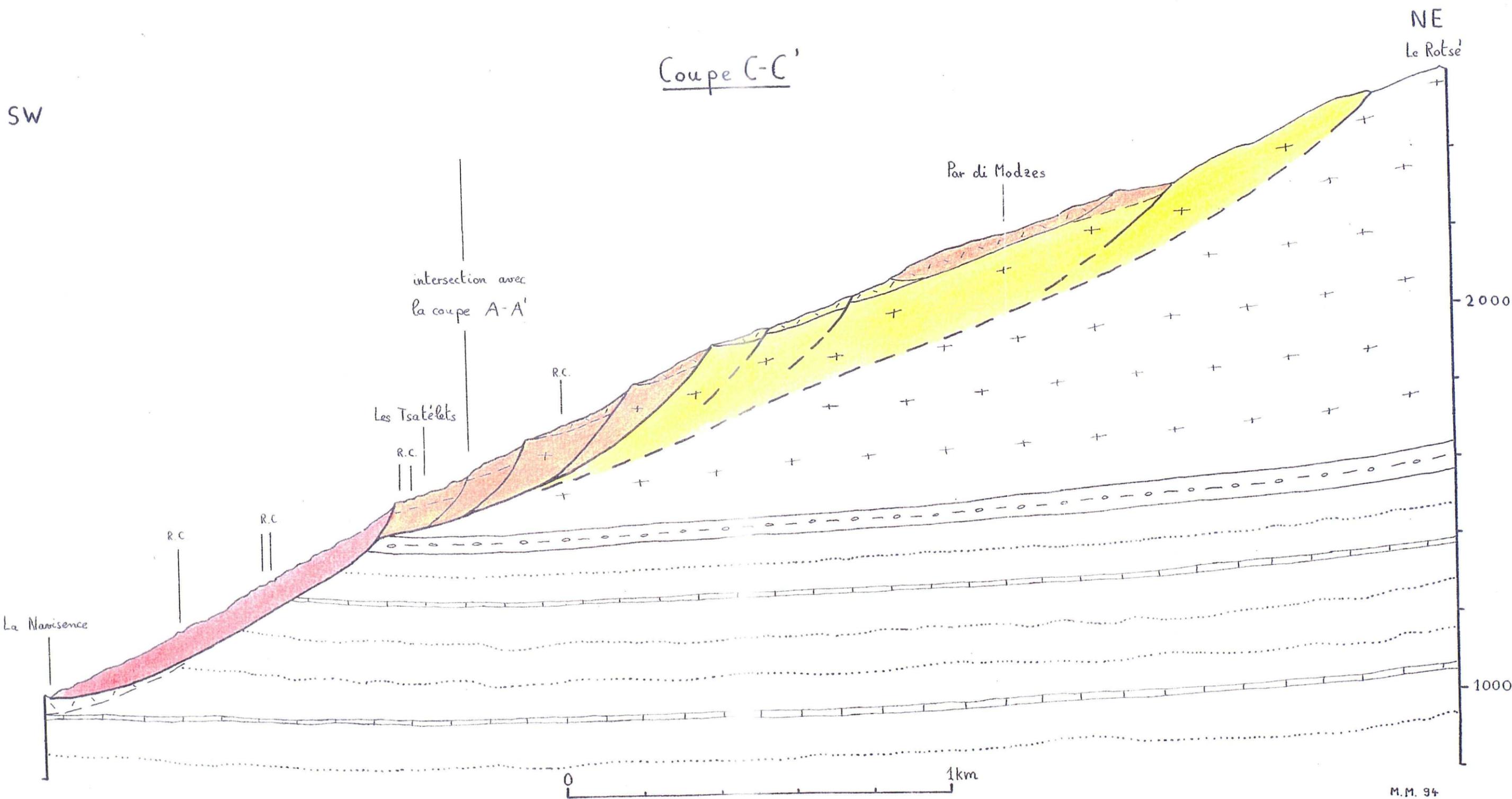




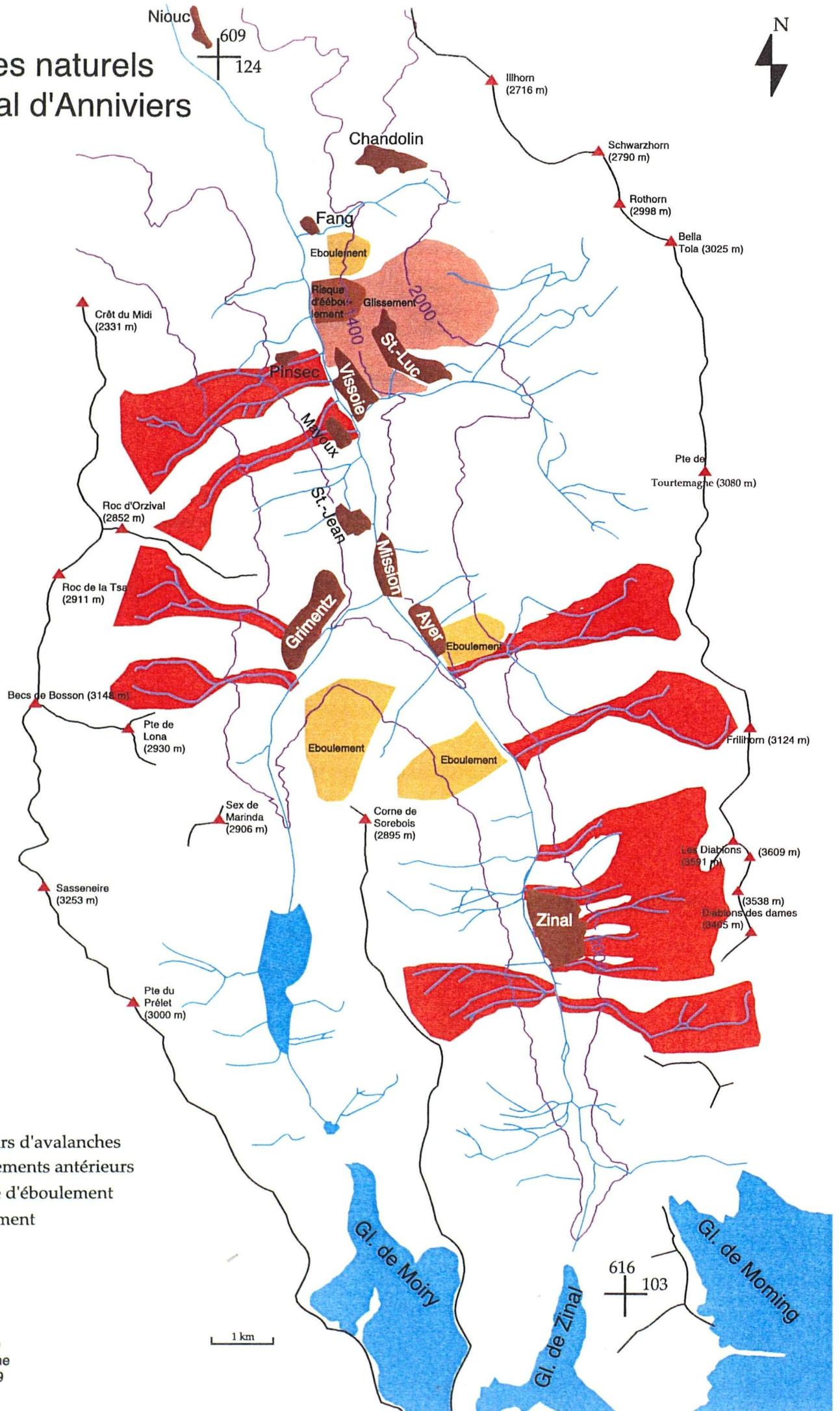


Coupe B-B'





risques naturels dans le Val d'Anniviers



- Couloirs d'avalanches
- Eboulements antérieurs
- Risque d'éboulement
- Glissement

Commune de: Risque dominant Age: 15-20 20-30 30-60 60 et plus Sexe: M F Résident permanent
temporaire Profession: *Étudiant.*

En fait de la géographie du Val d'Anniviers, vous sentez-vous exposé à des risques naturels importants.

Oui, beaucoup non, pas vraiment
Oui, un peu non, pas du tout
Plus ou moins

Dans le Val d'Anniviers, on attend toujours que les catastrophes se produisent pour agir.

entièrement d'accord pas vraiment d'accord
bien d'accord pas du tout d'accord
peut-être d'accord

Les mesures de protection contre les avalanches, contre les éboulements et contre les risques naturels en général sont efficaces et rassurantes.

entièrement d'accord pas vraiment d'accord
bien d'accord pas du tout d'accord
peut-être d'accord

Les catastrophes naturelles surviennent à une fréquence élevée ou se produisent trop souvent.

entièrement d'accord pas vraiment d'accord
bien d'accord pas du tout d'accord
peut-être d'accord

Dans le Val d'Anniviers, vous êtes plus touché qu'ailleurs dans les autres vallées.

entièrement d'accord pas vraiment d'accord
bien d'accord pas du tout d'accord
peut-être d'accord En cas de catastrophe(s) très grave(s) (destruction d'habitations et nombreuses victimes), quitteriez-vous votre village? oui non

En cas de catastrophe naturelle, la population connaît les consignes à suivre.

entièrement d'accord pas vraiment d'accord
bien d'accord pas du tout d'accord
peut-être d'accord

Vous êtes bien informé sur les risques naturels dans votre région.

entièrement d'accord pas vraiment d'accord
bien d'accord pas du tout d'accord
peut-être d'accord

Les catastrophes naturelles sont imprévisibles et personne n'y peut rien.

entièrement d'accord pas vraiment d'accord
bien d'accord pas du tout d'accord
peut-être d'accord

Annexe n°8

Pour vous donner des informations sur les risques naturels, faites-vous confiance aux personnes suivantes?

- | | | | | | |
|--|-------------------------------------|---|--------------------------|----------|--------------------------|
| Police-pompiers | <input type="checkbox"/> | A la météo | <input type="checkbox"/> | Aux élus | <input type="checkbox"/> |
| Scientifiques | <input type="checkbox"/> | Aux journalistes | <input type="checkbox"/> | | |
| Personnel des forêts | <input checked="" type="checkbox"/> | Aux enseignants | <input type="checkbox"/> | | |
| Aux paysans, chasseurs et guides de montagne | <input checked="" type="checkbox"/> | Aux organismes privés spécialisés (SEREC) | <input type="checkbox"/> | | |

La rupture du barrage de Moiry est une catastrophe envisageable.

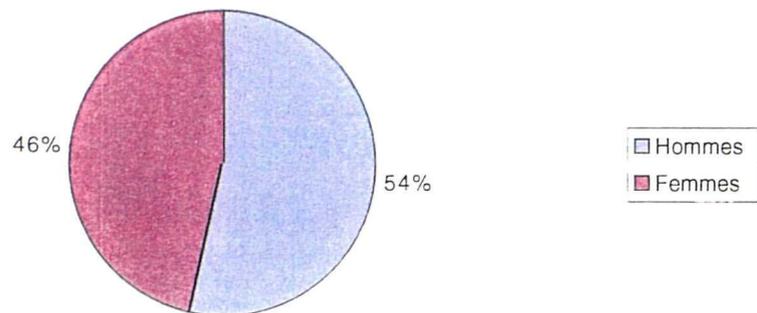
- oui, c'est probable
- peut-être
- non, pas du tout

Dernière question, quel est selon vous le risque principal ou dominant dans votre commune ou votre région?

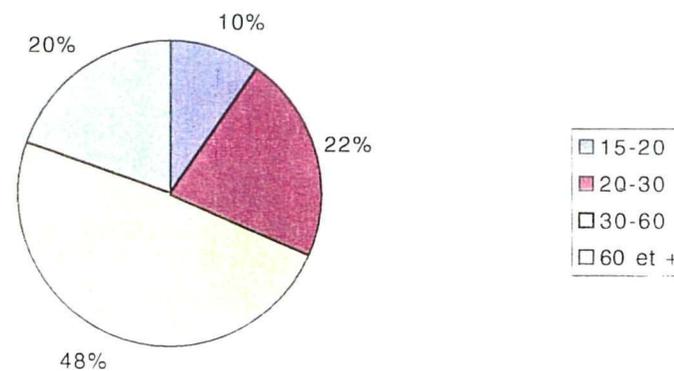
éboulement (Ht Siene-Vissoie)

Annexe n°9: Présentation de l'échantillon

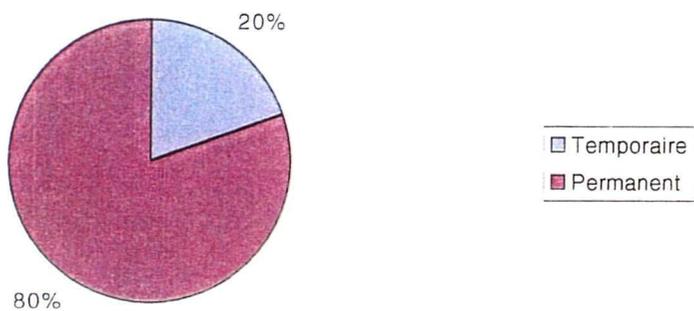
Proportions hommes-femmes



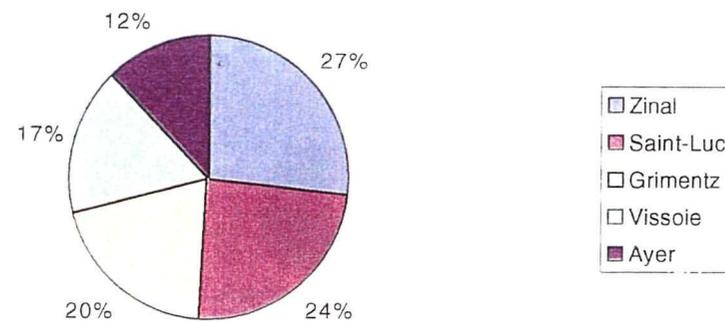
Répartition des classes d'âges



Proportions temporaires-permanents

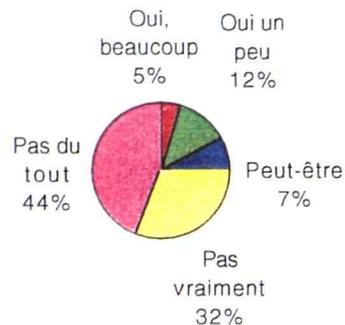


Proportion de chaque village dans l'échantillon

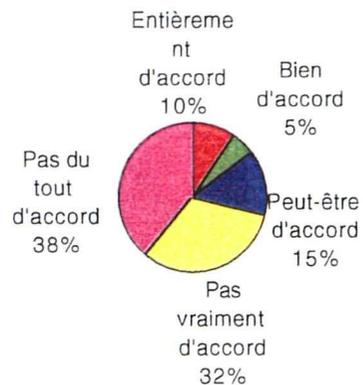


Annexe n°10

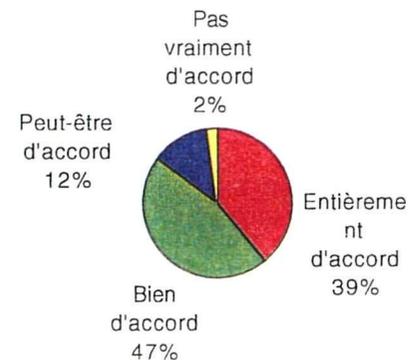
Question n°1: Du fait de la géographie du Val d'Anniviers, vous sentez-vous exposé à des risques naturels importants?



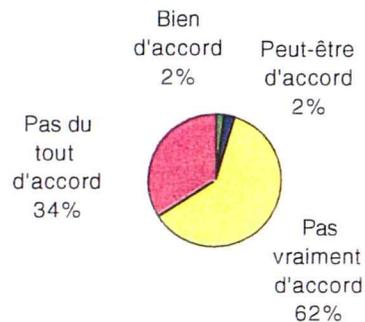
Question n°2: Dans le Val d'Anniviers, on attend toujours que les catastrophes se produisent pour agir?



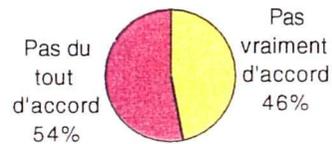
Question n°3: Les mesures de protection contre les avalanches, contre les éboulements et contre les risques naturels sont efficaces et rassurantes?



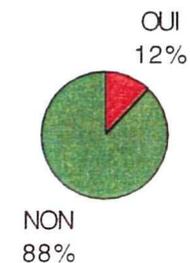
Question n°4: Les catastrophes naturelles surviennent à une fréquence élevée?



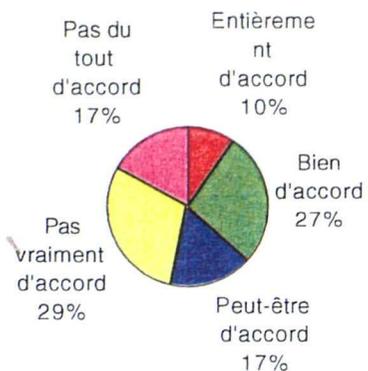
Question n°5: Dans le Val d'Anniviers, vous êtes plus touchés qu'ailleurs dans les autres vallées?



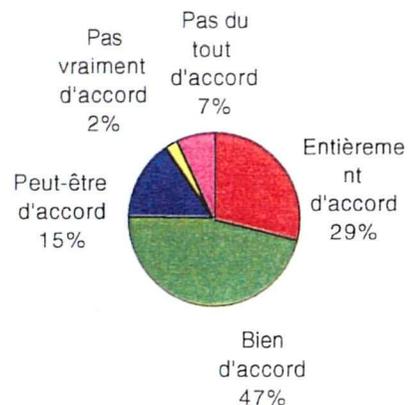
Question n°6: En cas de catastrophe(s) très grave(s), quitteriez-vous votre village?



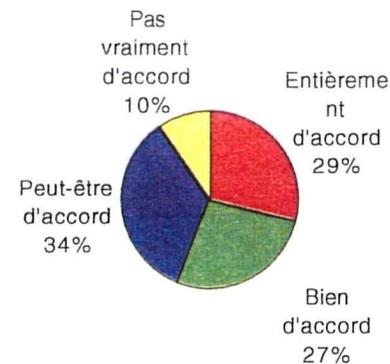
Question n°7: En cas de catastrophe naturelle, la population connaît les consignes à suivre?



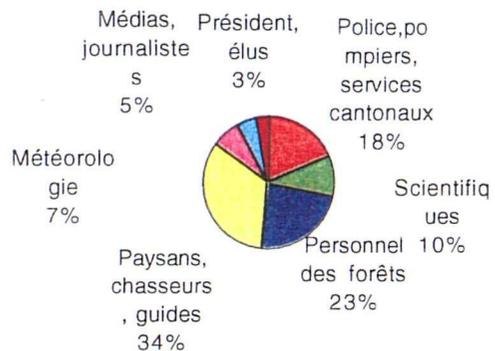
Question n°8: Vous êtes bien informé sur les risques naturels dans votre région?



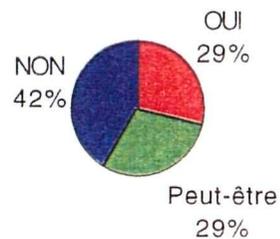
Question n°9: Les catastrophes naturelles sont imprévisibles et personne n'y peut rien?



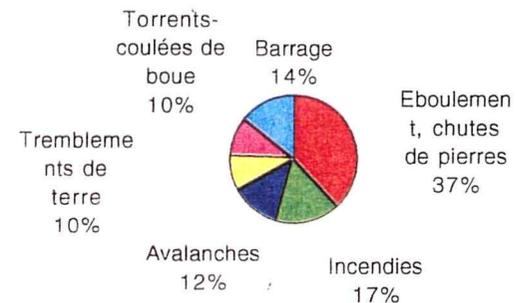
Question n°10: Pour vous donner des informations sur les risques naturels, faites-vous confiance aux personnes suivantes?



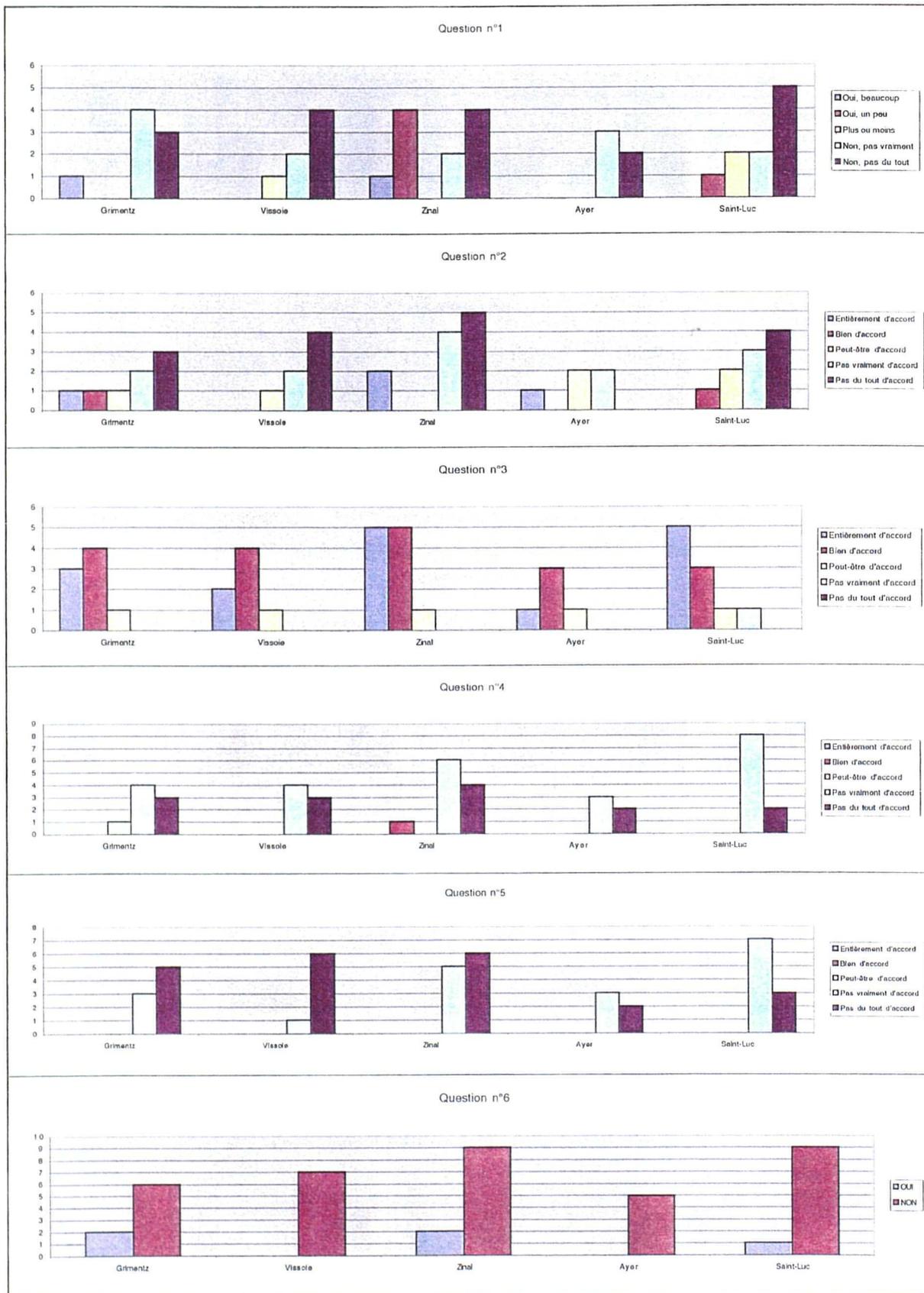
Question n°11: La rupture du barrage de Moiry est-elle une catastrophe envisageable?



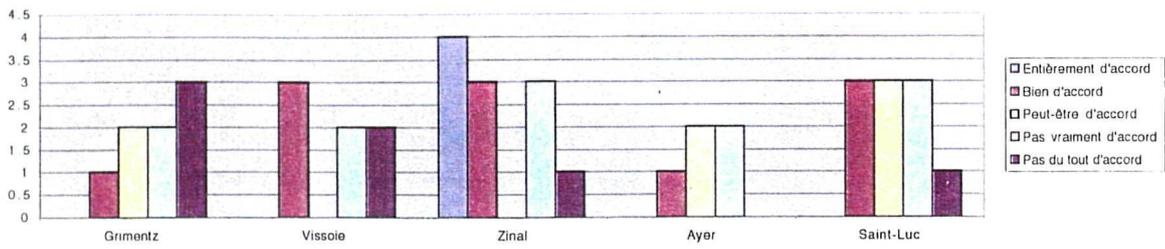
Question n°12: Quel est le risque principal dans votre commune ou votre région?



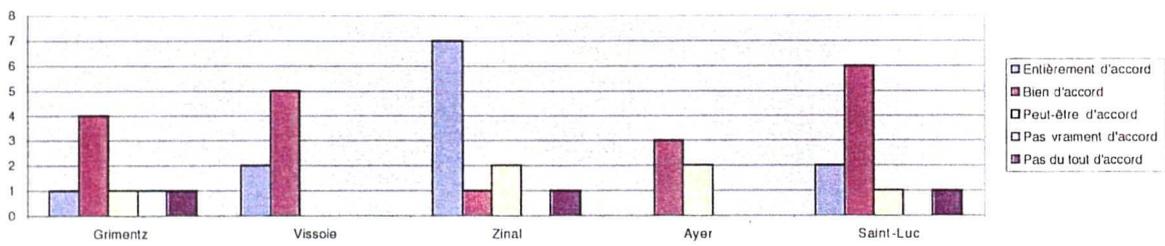
Annexe n°1 1



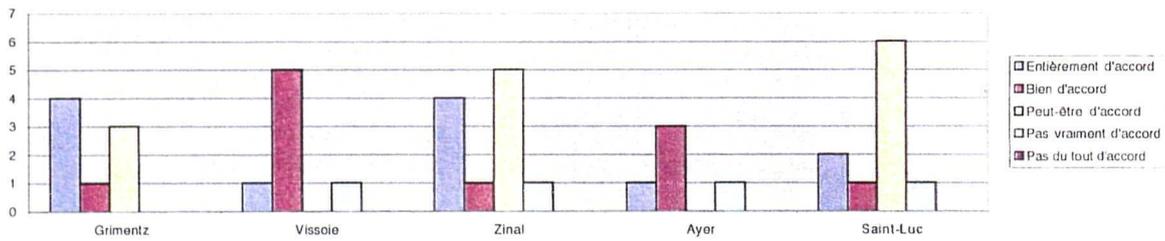
Question n°7



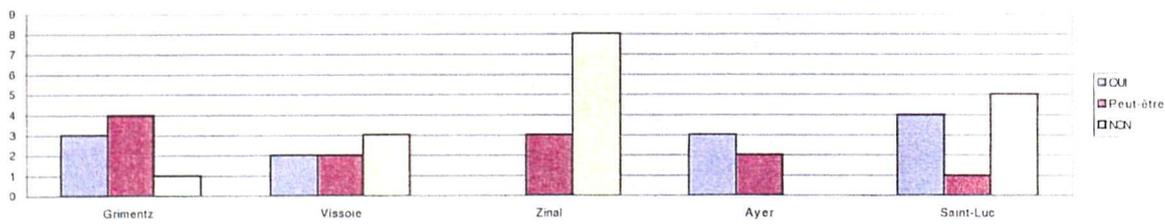
Question n°8



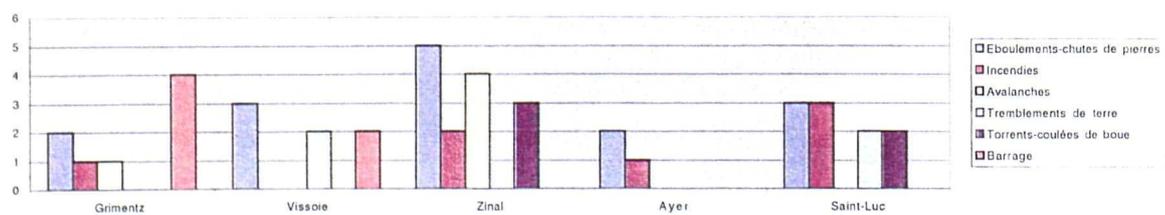
Question n°9



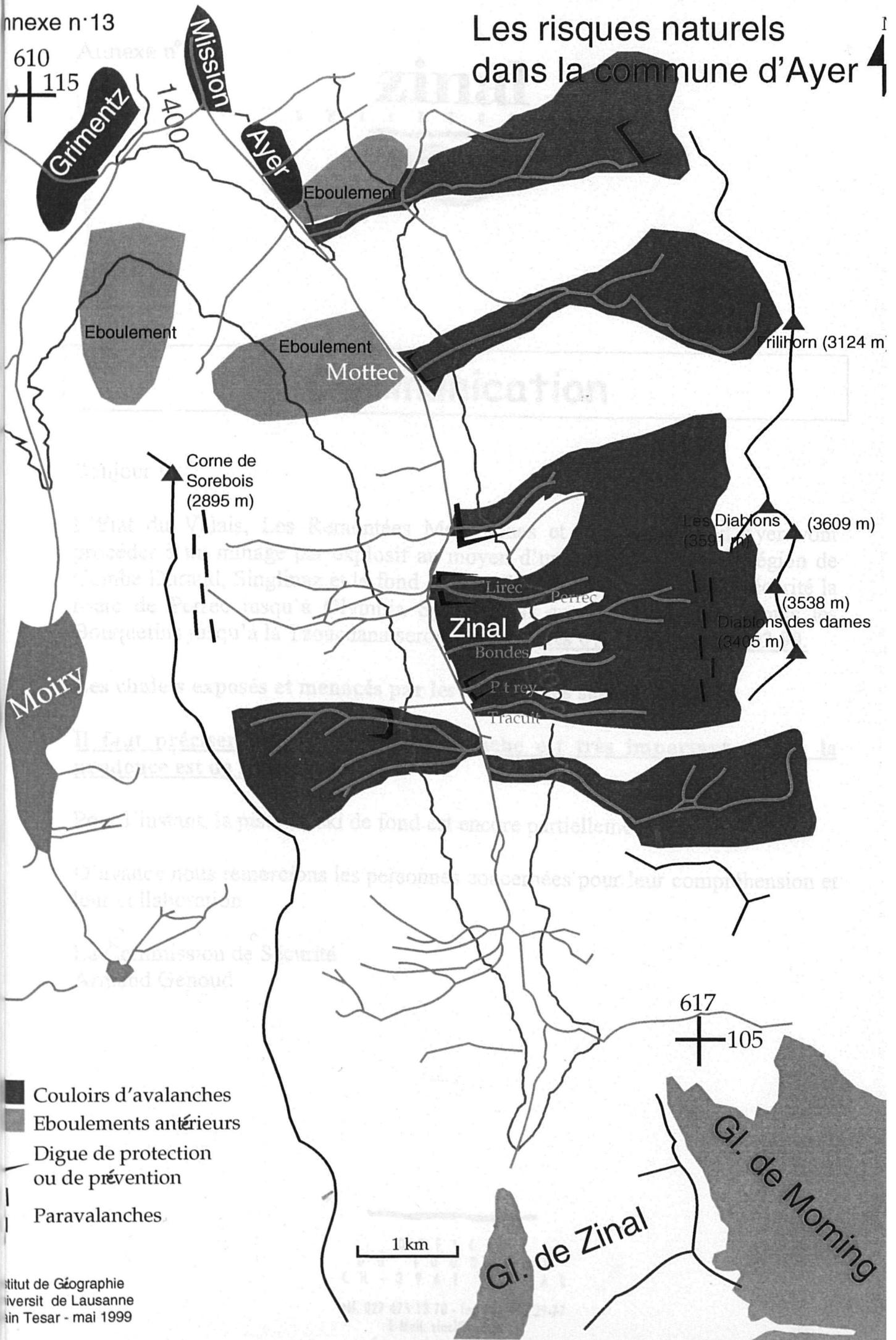
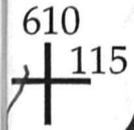
Question n°11



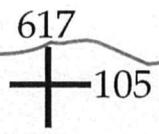
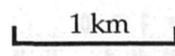
Question n°12



	2 Zone d'épaississement du village
	2 Zone d'habitations collectives 0.70
	2 Zone d'habitations collectives 0.50 hauteur 13.50 m
	2 Zone d'habitations collectives 0.50 hauteur 10.00 m
	3 Zone mixte d'équipements publics et touristiques
	3 Zone mixte de constructions 0.50 et d'équipements publics et tourist
	2 Zone d'habitations individuelles 0.30
	3 Zone artisanale
	2 Zone de constructions et d'installations publiques
	3 Zone destinée à la pratique des activités sportives
	3 Zone des mayens
	3 Zone agricole
	3 Zone agricole protégée
	3 Zone de protection du paysage
	Zone de protection archéologique
	Aire forestière
	Danger moyen
	Danger limité
	Avalanches rouges, avalanches bleues
	Plans d'affectation spéciaux
	Plages d'implantation



-  Coulours d'avalanches
-  Eboulements antérieurs
-  Digue de protection ou de prévention
-  Paravalanches





Communication

Bonjour !

L'Etat du Valais, Les Remontées Mécaniques et la Commune d'Ayer vont procéder à un minage par explosif au moyen d'un hélicoptère sur la région de Combe Durand, Singlinaz et le fond de la vallée. Pour des raisons de sécurité la route de Perrec jusqu'à Olympia Sports ainsi que celle qui part depuis les Bouquetins jusqu'à la Tzoucdana seront fermées dès 07h30 samedi 20.02.99.

Les chalets exposés et menacés par les avalanches seront évacués.

Il faut préciser que le risque d'avalanche est très important et que la prudence est de rigueur.

Pour l'instant, la piste de ski de fond est encore partiellement fermée.

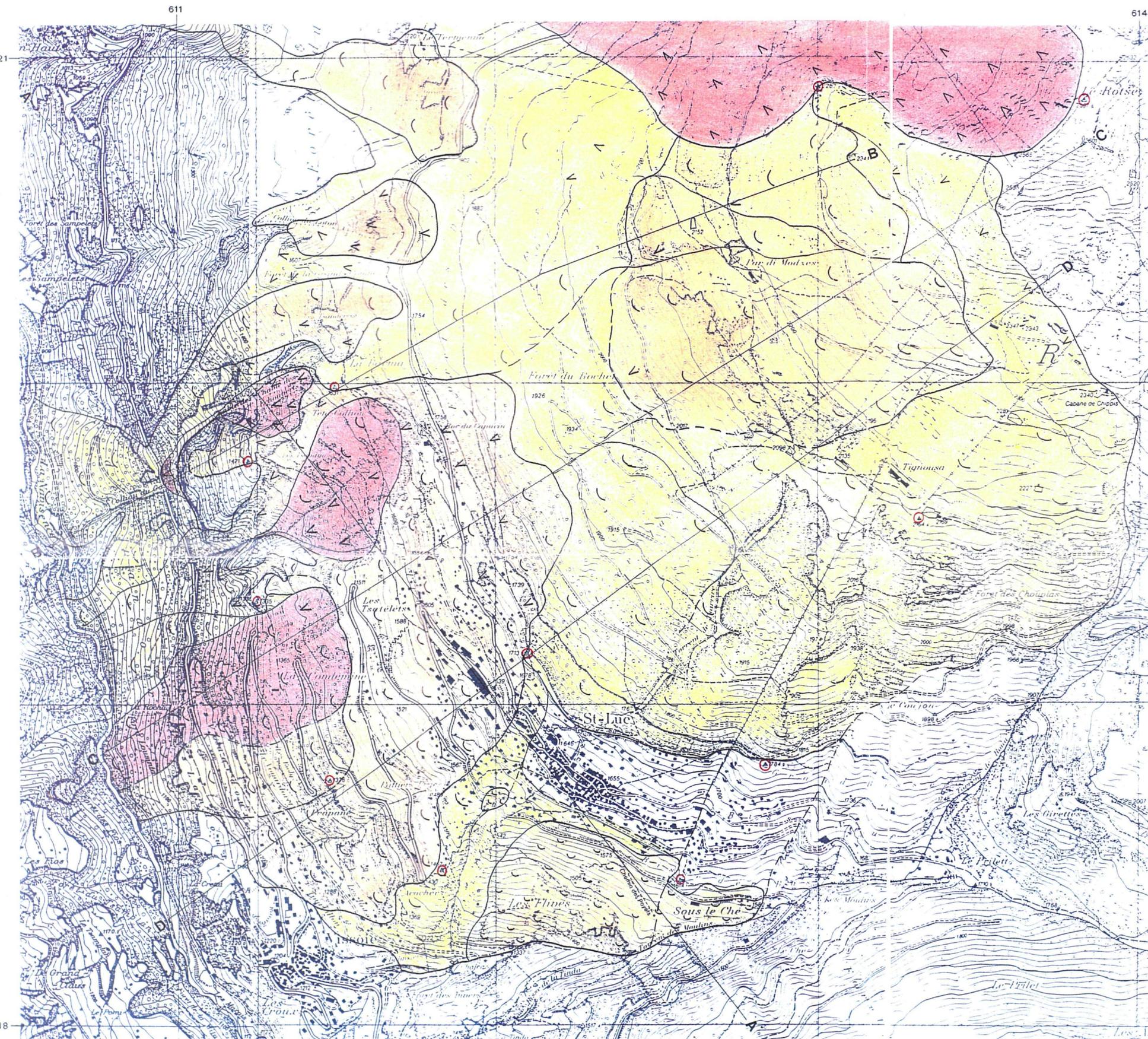
D'avance nous remercions les personnes concernées pour leur compréhension et leur collaboration.

La Commission de Sécurité
Armand Genoud

OFFICE
DU TOURISME
CH - 3961 ZINAL

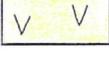
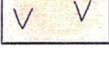
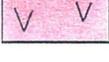
tél. 027 475 13 70 - fax 027 475 29 77
E-Mail: zinal@vsinfo.ch

Carte thématique des instabilités de la région de St Luc-Vissoie (Val d'Anniviers, VS)



Légende B

Glissements de terrain profonds (>10m)

-  Substabilisé, très lent (0-1cm/an)
-  avec masses rocheuses incluses dans le glissement
-  Actif, lent (1-5 cm/an), faibles risques d'accélération
-  avec masses rocheuses incluses dans le glissement
-  Actif (5-10 cm/an), risques d'accélération
-  avec masses rocheuses incluses dans le glissement

Glissements de profondeur modérée (1-10m)

-  Actif, lent (1-5 cm/an), à matériel morainique

 Point à surveiller, dont la triangulation serait à recalculer afin de préciser la grandeur des vitesses. Les chiffres avancés n'ont qu'une valeur relative.

Echelle: 1:10 000

Levé par M. Marthaler (Univ. Lausanne) , dans le cadre du C.E.R.G. (Univ. Genève et E.F.I.L.)
et d'un mandat du Service hydrologique et géologique national

décembre 94