



METHODOLOGIE D'INVESTIGATIONS DU PHENOMENE AVALANCHE :
DETERMINATION, LOCALISATION, FINALITES ET INCIDENCES SUR UNE
NOUVELLE CONCEPTION DU ZONAGE

Methodology of the investigations into avalanche
phenomena : definition, localization, object. and implications
on a new concept of zoning

R. LAMBERT

Résumé : Pour élaborer une cartographie novatrice des risques d'avalanches, une série d'investigations a dû être préliminairement réalisée : les méthodes, connues, mais parfois peu usitées, sont complémentaires : examen des cartes et photos aériennes, enquête permanente et expertise des traces sur le terrain, recherche de l'antériorité historique, modélisation en maquettes réelles. La prise en compte d'emprises exceptionnelles liées à des avalanches de fréquence très faible entraîne une sécurité accrue, mais a des incidences sur les zonages actuels, les responsabilités et la conception-même de la prévention des avalanches (leur localisation précise ne pouvant dépendre de la simple observation de catastrophes constatées). Des règles déontologiques élémentaires doivent amener l'expert à se servir de tous les moyens disponibles, techniquement et historiquement, pour retrouver ou prévoir le phénomène extrême ou exceptionnel.

Abstract : To elaborate a new cartography of avalanche risks, with a more refined localization, the author had to carry out a series of preliminary investigations. The methods employed here have been known for several decades, some are rarely used, others have been improved for specific research needs. 1/ The elementary approach, by the examination of maps and areal photos, remains indispensable but must be completed by field work, with an examination of damage to vegetation and geomorphological traces. Research into the previous history of avalanche sites constitutes a non-negligible support but necessitates careful checking and confirmation. Modeling with simulations of the two main flow types, permits the confirma-

tion of previously acquired evidence. 2/ Taking into account the exceptional flows and sizes linked to avalanches with a rare frequency leads to increase security for mountain users, but has implications for present-day zoning, legal questions and the equipment of the mountains. So a modification begins in the concept of prevention in natural risks : a definite localization cannot depend only on a simple observation of catastrophes recorded over 2, 3 or 5 decades. Elementary deontological rules must lead the expert to use all available means both technical and historical, to rediscover or forecast extreme or exceptional phenomena.

La localisation et le zonage des risques naturels d'avalanches sont essentiels pour gérer l'espace montagnard actuel. Pour déterminer ces risques avec plus de précision dans une cartographie novatrice, une série d'investigations préliminaires a été menée, puis succinctement expliquée lors de la présentation de ces travaux (ITAM 1990). La méthodologie de détermination, en particulier des emprises d'avalanches, naturelles et exceptionnelles, est ici mieux explicitée. En seconde partie, il est alors essentiel d'envisager les finalités de ces recherches et les incidences des résultats obtenus.

Les méthodes présentées sont pour la plupart connues depuis plusieurs décennies, mais leur usage n'en a pas toujours été optimisé. Certaines techniques ont été affinées pour les besoins de la recherche. La démarche, progressive, impose le recouplement des informations graduellement obtenues et permet d'éliminer les erreurs d'interprétation dans la localisation du risque.

1- METHODOLOGIE : DETERMINATION ET LOCALISATION

1-1 Cartes et photos aériennes : l'examen des cartes topographiques et des photos aériennes (IGN, SPOT) constitue une première approche, toujours indispensable, en mettant cependant l'accent sur : l'estimation du bassin-versant total, la dimension des bassins d'alimentations potentiels, nécessaires pour évaluer l'ampleur d'une avalanche donnée ; le profil longitudinal des différentes sections, en particulier de la zone d'écoulement ; la configuration fine du relief avec le repérage de zones de départ convergentes, de différentes trajectoires d'écoulement. Les secteurs à forte pente, significatifs

en terme de risques, sont représentés sur cartes par une surface projetée plus petite que la surface réelle développée sur le terrain : celle-ci est sous-estimée dans la seule analyse sur cartes, ce qui présente quelques inconvénients.

1-2 Analyse sur le terrain : L'observation directe des avalanches en période enneigée demeure une phase préliminaire désormais systématique. Le travail sur le terrain, en toutes saisons, est un complément essentiel : c'est une véritable lecture de paysage qui doit être conduite et qui permet le repérage des emprises latérales et longitudinales, des extensions maximales et des trajectoires. Les observations depuis le haut de la zone de départ et depuis le versant opposé complètent et corrigent les études faites en 1-1. L'observation sur l'ensemble du parcours de l'avalanche privilégie l'analyse des traces dans la végétation et des traces géomorphologiques.

1-2-1: Les traces laissées par déboisement, essartage, chablis, glissement de terrain, qui pourraient être confondues avec celles d'une ancienne avalanche, doivent être éliminées : des connaissances pluridisciplinaires dans les domaines concernés permettent à l'expert de mieux maîtriser les différentes nuances. Les cicatrices et dégâts aux arbres donnent des indications sur le type d'avalanche impliqué (port en drapeau, port en crosse, type et point de cassure du tronc..) Cet examen, complété par la présence ou l'absence de certaines espèces végétales précises, autorise une approche quant à la fréquence du phénomène. Les repeuplements forestiers homogènes, de même génération, demandent une attention particulière, car ils permettent souvent de suspecter le passage ancien d'une avalanche très puissante et de le dater approximativement. Une recherche complète * est conduite actuellement sur la recolonisation végétale de couloirs d'avalanches : espèces concernées étape par étape, pour différentes expositions de pente, à différentes tranches d'altitude. La figure 1 montre un exemple simple du type d'analyse réalisée dans ce domaine.

1-2-2: La géomorphologie est un apport important. En plus des arrachements dans les pelouses alpines ("coups de gouge") liés souvent aux avalanches de fond, les blocs rocheux en zone d'écoulement et surtout d'arrêt, peuvent signaler le passage d'une avalanche antérieure. La présence de blocs allochtones sous-entend la possibilité

de différents modes de transport : puissantes avalanches de poudreuse ou de neige dense, mais aussi glaciers (blocs erratiques), éboulisation, crues... L'expert se doit là encore d'être vigilant pour éliminer les risques de confusion. Après analyse, la convergence de différents éléments dûment appréciés (ampleur du bassin-versant générateur, traces dans la végétation, compléments historiques) autorise le diagnostic définitif. Sur de nombreux sites des Alpes, des blocs (dont certains dépassent 4 à 5 mètres de côté) ont été transportés puis déposés par avalanches : l'auteur en a particulièrement observé dans le massif des BAUGES (SAVOIE), des BORNES (SAINT-FERREOL - HAUTE-SAVOIE), du MONT-BLANC (TACONNAZ...)*

1-3 Antériorité historique : Trop souvent négligée dans l'analyse globale des risques, elle est scientifiquement éprouvée ; c'est une composante à prendre en compte, avec la même rigueur que précédemment. Dans certaines expertises importantes (VAL D'ISERE 02/1970, LE TOUR 02/1978), l'antériorité du phénomène a été recherchée et établie, constituant un apport déterminant dans l'appréciation de sa prévisibilité. Si certains chercheurs estiment que l'on ne peut se fier au passé, jugé trop subjectif en la matière, d'autres considèrent que la connaissance effective des grandes avalanches du passé aurait trop de conséquences économiques et foncières sur les sites urbanisés de montagne !

On peut affirmer que la toponymie, la présence de certains oratoires, bornes, chapelles, la tradition orale, les archives et les chroniques villageoises, les "cahiers de raison", n'appartiennent pas qu'au folklore quelque peu désuet de la montagne ; ils constituent une mine de renseignements qu'il faut chercher et savoir déchiffrer comme un historien. Cette approche permet souvent de suspecter un risque : les toponymes "La Lavanche", "Le Lavancher",... (et non pas "Les Avanchers" que l'on a assimilé à tort à la même racine) caractérisent des habitats anciens où une avalanche avait été observée à proximité. Si LE LAVANCHER de la Vallée de CHAMONIX est célèbre, près de l'avalanche de la VERTE, moins connue dans le massif des BORNES, est LA LAVANCHE du Col du MARAIS signalant une avalanche certes rare, mais effectivement déjà observée autrefois, et qualifiée "d'imprévisible" lorsqu'elle est redescendue en février 1978. Des auteurs retiennent l'idée que des catastrophes

naturelles majeures subsistent dans la mémoire collective par des signes tels qu'oratoires, croix, bornes, inscriptions sur des chapelles... Ces modestes indices doivent au moins interpeler l'enquêteur sur le terrain et l'inviter à pousser l'analyse. Dans les archives, chroniques, et "cahiers de raison", il est fait mention de nombreuses catastrophes souvent meurtrières, en particulier dûes à des avalanches qui ne se sont pas forcément manifestées depuis, ou avec moins d'ampleur (EVIN 1990; COUVERT DU CREST 1971; REY 1986; ROCH 1980; MUGNIER 1634). Une des principales difficultés pour l'analyste, qui doit aussi se méfier des termes phonétiquement proches, est de bien localiser les avalanches ou les lieux affectés, dont l'appellation ancienne a pu changer. Les découvertes sont parfois surprenantes, révélant l'existence d'avalanches jamais revues depuis des siècles (COAZ 1888).

Il existe différentes échelles temporelles de perception des catastrophes naturelles : humaine, historique, géologique. Si la troisième échelle échappe en principe à l'homme, il est nécessaire que le scientifique ne s'enferme pas dans le seul premier palier d'analyse : la prise en compte d'évènements très anciens, pluricentennaires, représente indéniablement une sécurité accrue pour l'utilisateur, car elle repousse souvent plus loin les limites observées sur une période, trop courte en regard des risques naturels, d'une ou deux générations d'hommes. Il est aussi essentiel de comprendre comment des avalanches de telle ampleur ont pu se produire. Les découvertes faites par les méthodes historiques peuvent être vérifiées ponctuellement sur maquettes.

1-4 Modélisation : Différentes méthodes existent. Seule la modélisation sur maquettes réelles des sites est retenue ici. Elle a été utilisée avec succès par les laboratoires grenoblois dès les années 1970. Mais il est nécessaire :

- de bien reconstituer la réalité du site, non seulement topographiquement, mais aussi avec sa rugosité naturelle (sol et végétation)
- de simuler les deux principaux types d'écoulement : neige poudreuse (baryte en suspension dans de l'eau - maquette immergée) et neige dense (solution de boue plus ou moins liquide)
- de bien connaître le véritable bassin d'accumulation potentiel et d'avoir une idée précise des quantités de neige accumulées possibles.*

Selon ces principes, un écoulement de neige dense, simulé sur maquette par l'auteur, a atteint et ainsi confirmé les limites surprenantes suspectées grâce à la tradition orale, dans le cas d'une avalanche dans le massif des BAUGES - SAVOIE (LANCHE DE BELLEVAUX).

2 - FINALITES ET INCIDENCES SUR LA CONCEPTION DU ZONAGE

L'apport des connaissances acquises autorise une cartographie plus affinée du risque, où les limites atteintes par une avalanche lors de conditions nivo-météorologiques dites exceptionnelles pourront être portées.

2-1 Dans la mesure du possible, les erreurs d'appréciation du risque seront éliminées. Il existe trois domaines majeurs d'erreur : —sur le développement longitudinal, qualifié parfois d'exceptionnel, voire d'imprévisible. Plusieurs cas, parmi des dizaines connus, l'illustrent : l'avalanche du MONT LACHAT-Sud sur le village des VILLARDS/THONES (BORNES - HAUTE-SAVOIE); l'avalanche des Pélerins (CHAMONIX-Sud) descendue au début du siècle jusque dans la cour de l'école du hameau; l'avalanche du NANTET-POSETTES sur le hameau des COMBES (LE TOUR - Haute vallée de CHAMONIX).

—sur les trajectoires réputées imprévisibles : la figure 2 illustre parfaitement ce cas montrant une même avalanche pouvant, selon le type de neige en mouvement et avec une fréquence différente, utiliser deux trajectoires.

—sur l'antériorité : soit elle n'a pas été prise en compte, soit elle a été mal appréciée : sur ce point, les habitats ou bâtiments anciens considérés comme jamais atteints de mémoire d'homme par des avalanches sont trompeurs : en vallée de CHAMONIX, l'hôtel des 2 Glaciers (sous TACONNAZ) ou le refuge du LAC BLANC (AIGUILLES ROUGES) en offrent, de façons diverses, des exemples typiques.*

Ces sources d'erreur entraînent souvent un verdict sans appel de force majeure, de caractère irrésistible et/ou imprévisible du phénomène.

2-2 On doit au contraire en arriver à un concept de la "neige tranquille", permettant de redéfinir des secteurs de zone blanche (= considérée sans risque), et de réaliser un zonage sûr et définitif qu'un hiver hyper-avalancheux à conditions nivo-météorologiques exceptionnelles ne pourrait remettre en question par l'évènement

imprévu. Dans ce cadre, il sera nécessaire de bien envisager les conséquences induites par une modification notable du site dans ses caractéristiques (zone d'alimentation, d'écoulement), soit positive en principe (ouvrages paravalanches...), soit négative (déboisement intempestif, naturel ou humain..). Le cas de secteurs dominés par des glaciers, dont les fluctuations génèrent des problèmes particuliers, est à étudier ponctuellement. On ne parlera pas ici des conséquences inhérentes à un changement radical du climat.

Il s'agit d'une modification dans l'éthique-même du zonage, grâce à la connaissance scientifique; il faut :

— permettre une sécurité accrue des biens, des personnes, des activités ;

— sortir de la notion simpliste de risque accepté ;

— laisser à la fatalité et à l'impondérable leur place réelle, existante mais limitée ; ils ne doivent plus servir d'alibis rapidement jetés comme explications faciles aux catastrophes.

— mettre ainsi les décideurs en face de leurs responsabilités.

Pour une illustration concrète, l'exemple du village d'ARGENTIERE (Haute-Vallée de CHAMONIX), dans sa partie nord, est significatif (Fig. 3) : cette zone est actuellement bien urbanisée. Or des éléments sûrs provenant de l'analyse des bassins d'alimentation potentiels, de la connaissance des quantités de neige qui peuvent s'y accumuler, des traces tant géomorphologiques que dans la végétation, de l'antériorité historique (MUGNIER 1812), indiquent que deux avalanches peuvent converger sur ce site et même atteindre l'église d'ARGENTIERE. Le dépôt en zone d'arrêt, considérable d'après les documents anciens, est plausible en regard des cubages de neige mobilisables sur les bassins concernés. Aucune modification particulière des sites en altitude, qui pourrait minorer le risque, n'est à noter. On peut admettre que la convergence de conditions nivo-météorologiques extrêmes, rares, générerait des avalanches rares mais similaires à celle de 1812. Cette connaissance implique que :

- l'imprévisibilité ne peut plus être avancée comme argument, en cas de sinistre ;

- le risque est réel, mais d'une probabilité de retour faible, et impossible à situer dans le temps (type tremblement de terre des-

tructeur) : il peut simplement être envisagé si des conditions nivométéorologiques exceptionnelles sont constatées ;

- la décision d'évacuer ou non, le poids de la responsabilité morale lors de la décision, le coût en cas de catastrophe (indemnisations des dégâts immobiliers, corporels) sont considérables.

Conclusions :

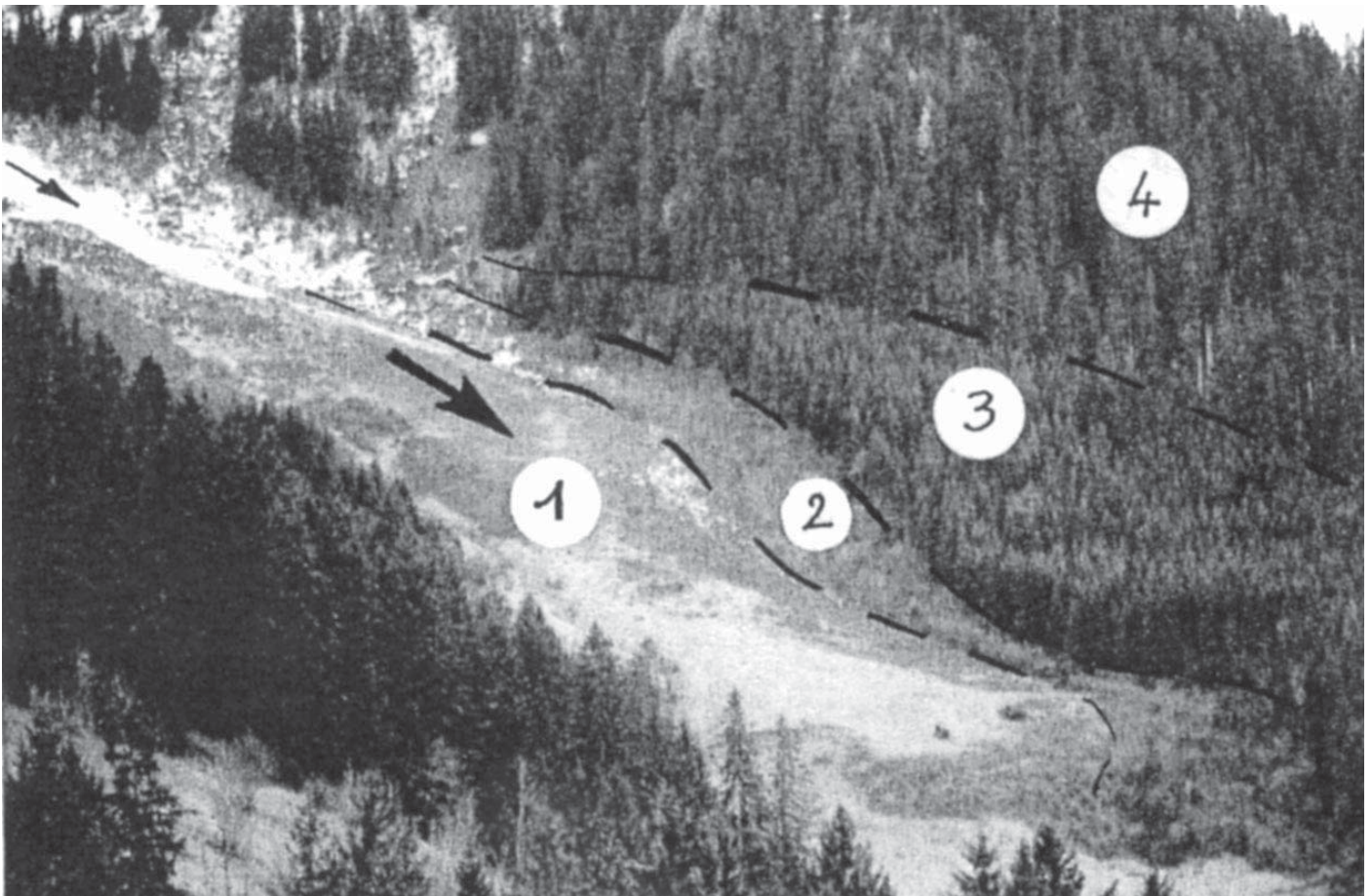
Aussi, on ne peut se limiter à l'observation directe des phénomènes sur 10, 20 ou 50 années pour établir un zonage considéré comme sûr. Le premier devoir d'un spécialiste est d'aller aux limites de sa technicité et d'explorer toutes les sources d'information à sa disposition pour proposer une prévention optimale. Le scientifique ne doit pas se priver de telles sources. A-t-il le droit de priver la collectivité de tels résultats ? Le juriste prend le relais et les problèmes posés sont essentiels :

- lorsque l'on sait que la pression foncière, immobilière, sur les sites d'altitude a entraîné la construction de centaines d'habitations en zones réelles de risque, même de faible fréquence ;
- lorsqu'un nouveau zonage, plus affiné, démontre que 2/3 des territoires constructibles ou construits de communes de montagne sont en zone dangereuse ;
- lorsque l'utilisateur prend conscience de toutes ces composantes.

Une concertation devrait alors s'engager entre usagers, techniciens, juristes et élus.

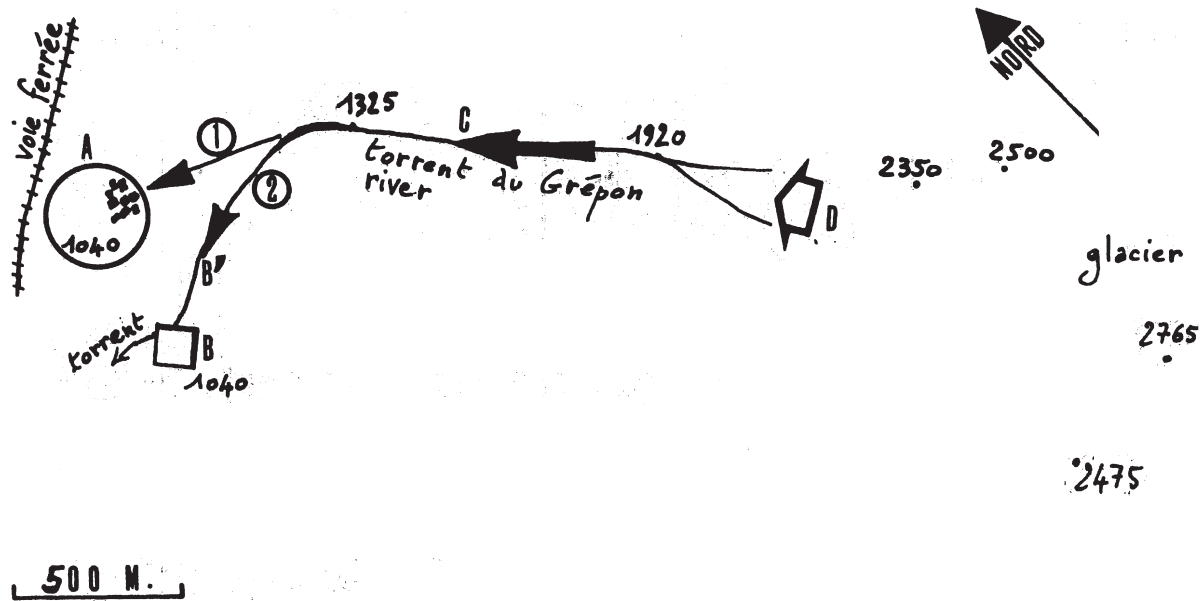
C'est une idée séduisante de vouloir prévenir les catastrophes naturelles majeures. Mais au-delà des compétences, de l'indépendance, et de la volonté nécessaires, l'expert doit conserver aussi une réelle humilité face aux risques naturels qui dépassent parfois la connaissance.

* notes ou dossiers réalisés par l'auteur sur ces différents sujets : consultables au Département de Géographie - ISM - Université de Savoie - Chambéry.



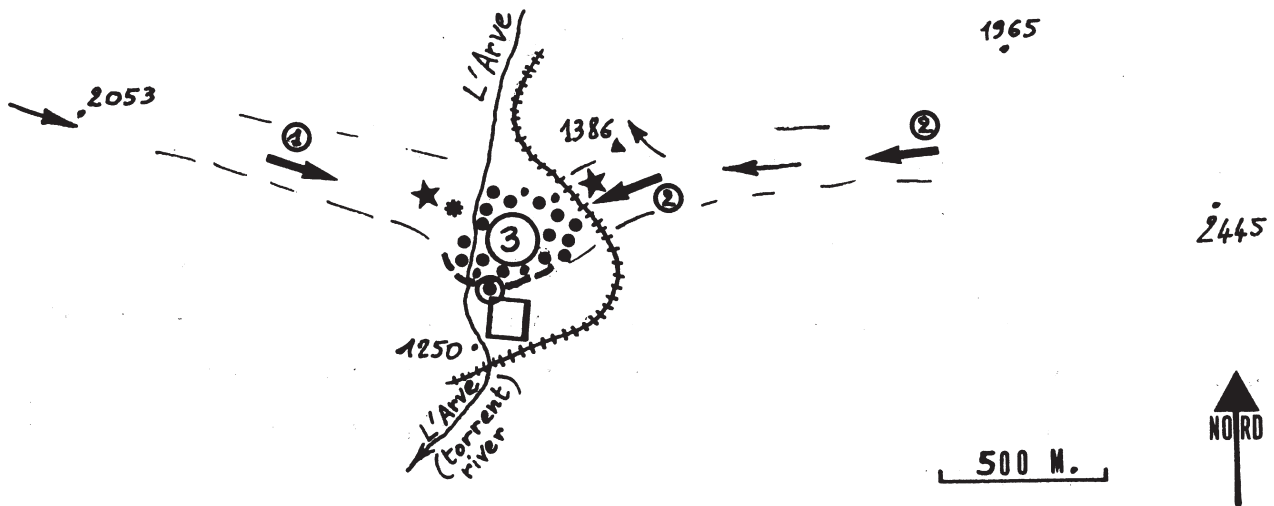
- ① herbe + végétation rare : fréquence élevée (une avalanche par hiver) - grass + sparse vegetation : high frequency (once avalanche every winter)
- ② végétation buissonnante et arbustive : fréquence moyenne - vegetation of bushes and small trees : average frequency
- ③ résineux à maturité (faible fréquence de passage) - mature conifere trees (low frequency)
- ④ zone non touchée - untouched area

Fig. 1 : 3 emprises latérales différentes,
3 fréquences différentes, pour une
même avalanche.
three different side-wise extensions,
three different frequencies for a
same avalanche.



- A** hameau de la Frasse (1 040 mètres), atteint par l'avalanche en 1914 - hamlet of "La Frasse", touched by avalanche (year 1914)
- B** parking des Planards, atteint par l'avalanche en mai 1983 - parking of Planards, touched by avalanche (year 1983)
- B'** piste de ski des Planards - ski-track of Planards
- C** couloir du Grépon : passage de l'avalanche - Grepon corridor : avalanche passage
- D** zones de départ - departure zones
- ①** trajectoire empruntée par l'avalanche en 1914, très occasionnelle (fréquence faible) - trajectory of avalanche (year 1914), very rarely (low frequency)
- ②** trajectoire empruntée par l'avalanche le 15 mai 1983, en neige dense - trajectory of the avalanche (may 15th 1983) with dense snow
- . 2 765 : altitude (mètres - meters)

Fig. 2 : différentes trajectoires pour une même avalanche - different trajectories for a same avalanche



□ Centre du village d'Argentière - Center of Argentière

⊙ église atteinte par ① en 1812- church touched by ① on year 1812

+++ voie ferrée - railway

← torrent atteint par ② en 1850 - river touched by ② on year 1850

① avalanche de la Raraz (Rare) ou de la FIS (observée en : 1812, 1914, 1922, 1923, 1945, 1966..)- avalanche of Raraz or FIS (observed on years : 1812, 1914, 1922, 1923, 1945, 1966..)

② avalanche du Grand Chantet (observée en 1850, 1923, 1945...)
avalanche of Grand Chantet (observed on : 1850, 1923, 1945...)

③ convergence des 2 avalanches sur Argentière-Nord (plusieurs chalets) - convergence of the 2 avalanches on Argentière-North (several houses)

•• zone de dépôt - terminal zone

★ traces dans la végétation - (previous) traces in vegetation

• bloc rocheux - block

--- limite extrême connue (année 1812) -
furthest known limit (year 1812)

← écoulement principal de l'avalanche - main flow of the avalanche

. 1 250 : altitude (mètres - meters)

Fig. 3 : avalanches sur Argentière-Nord
avalanches on Argentière-North
(Haute-Vallée de Chamonix -
Valley of Chamonix)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- COAZ, J. (1888) : Die Lawinen der Schweizeralpen . Archives - Berne
(Source André ROCH).
- COUVERT DU CREST, R. (1971) : Une vallée insolite : Chamonix,
Le Mont Blanc, La Savoie. Archives - Annecy (Haute-Savoie).
- EVIN, M. (1990) : Les risques naturels dans un espace montagnard :
la Haute Ubaye. Revue de Géographie Alpine (RGA 1-2-3) -
pp. 182-185.
- ITAM (1990) : Comptes-Rendus du 21ème Congrès International de
Météorologie Alpine. Publications de l'Institut Suisse de
Météorologie, pp. 430-433.
- MUGNIER, I. (1634 - observateurs de 1634 à 1969) : "Cahiers de
raison" du Tour - Haute Vallée de Chamonix. Archives
Amis du Vieux Chamonix (Musée Alpin).
- REY, L. (1986) : La neige, ses métamorphoses, les avalanches.
ANENA-CEN, pp. 134-136, pp. 140-142.
- ROCH, A. (1980) : Neve e Valanghe. Club Alpin Italien (CAI) - SVI,
pp. 66.

Richard LAMBERT
Expert près les Tribunaux
Département de Géographie
Institut Savoisien de la Montagne
Université de Savoie
F - 73011 CHAMBERY (France)