

Avalanches : progrès dans les connaissances ... et simplification dans l'approche !

1. Introduction

- Des montagnards : « *Tu nous fait un peu ch. avec la technique et tes histoires de couches fragiles : on connaît !* ».
- Fred (guide) : « *Ce qui m'a le plus surpris ? L'ampleur du truc ! Je savais que ça pouvait me partir dans les pattes et j'avais anticipé, mais pas si gros, pas d'en haut ! La montagne qui t'arrive sur la gueule quoi !!!* ».
- Erik : « *... je me suis aperçu que deux types de causes sont associées aux surprises les plus marquantes : des croyances etc. ("je ne croyais pas cela possible"), et des lacunes etc. »*

Les accidents d'avalanche, qui surprennent incontestablement les montagnards les plus expérimentés, trouvent sans doute leur origine dans les causes évoquées par Erik. « *Mais à quoi pensait-il ?* » me souffle parfois une petite voix lorsque j'analyse un accident. Quand la question peut être posée, on me répond parfois « *oui, j'y pensais bien, mais je n'imaginai pas que ça parte là, pas maintenant...* ».

En livrant les dernières connaissances sur le déclenchement des plaques, on comprend que l'estimation péremptoire du risque d'avalanche pour une pente donnée est une croyance. Avec un recueil d'informations appropriées, il semble possible de se faire surprendre moins souvent et, surtout, d'en limiter les conséquences...

2. Quelques croyances dangereuses

Difficile de se défaire de croyances, surtout quand tout le monde veut y croire, surtout quand la réalité est si complexe à saisir. Pourtant, à partir d'un recueil non exhaustif d'incidents et d'accidents¹, des tendances sont pointées et certaines d'entre elles sont confortées par de nouvelles connaissances techniques. Dans certains cas, une évolution des comportements peut être préconisée sur la base d'arguments solides.



Photo 1. Avalanche déclenchée par un skieur le 5 mars 2011 en Haute Maurienne.

¹ Depuis décembre 2007, nous alimentons et nous exploitons une base de données en ligne sur les avalanches : www.data-avalanche.org. Basée sur le principe du partage de connaissances, elle a permis d'enregistrer à ce jour plus de 530 avalanches datées, localisées et illustrées.

2.1. « Le skieur provoque l'avalanche par la surcharge » : contredit par les connaissances récentes... et par le bon sens.



Photo 2. Départ de plaque : le poids du skieur est négligeable par rapport à celui de la neige mobilisée. Cliché A. Duclos

Comment imaginer que le seul poids d'un skieur puisse suffire à déclencher le départ d'une masse de neige plusieurs milliers de fois plus importante ? En répondant correctement à cette question, on peut simplifier le raisonnement, et aboutir à des comportements mieux adaptés sur le terrain.

L'hypothèse d'un déclenchement d'avalanche par propagation d'une fissure sous la plaque (et non par surcharge) a d'abord été explorée par les chercheurs David McClung (Canada) et François Louchet (France, LGGE²). Ensuite, le suisse Joachim Heierli (alors à l'Université d'Edimbourg) a explicité la notion de composante d'effondrement, qui intervient en particulier dans l'initiation du déclenchement sur terrain horizontal. Cette approche est maintenant admise par la plupart des nivologues de la planète.

2.1.1. Plaque « collée » ou « décollée »

Une « plaque » susceptible de glisser tient dans une pente grâce à la cohésion *de la couche qui la supporte*. Cette couche peut être fragile (gobelets par exemple), mais les « ponts de glace » entre les grains sont souvent suffisants pour la retenir. Alors, on dit que la plaque est « collée ». Elle tient ainsi même dans les pentes d'inclinaison supérieure à 30°.

Au passage d'un skieur, par exemple, la cohésion dans l'éventuelle couche fragile peut disparaître ponctuellement. Cette fissure, d'abord locale, peut se propager dans toutes directions (provoquant une rupture « en chaîne » des ponts de glace sous la « plaque »). On dit alors que la plaque est « décollée ». Suivant l'inclinaison de la pente (entre autres facteurs), la friction résiduelle suffit, ou non, à retenir la plaque. A ce stade, il est important de comprendre qu'une couche fragile peut perdre brutalement le peu de cohésion engendré par les ponts de glace entre les grains.

² LGGE : laboratoire de glaciologie et de géophysique de l'environnement, Grenoble

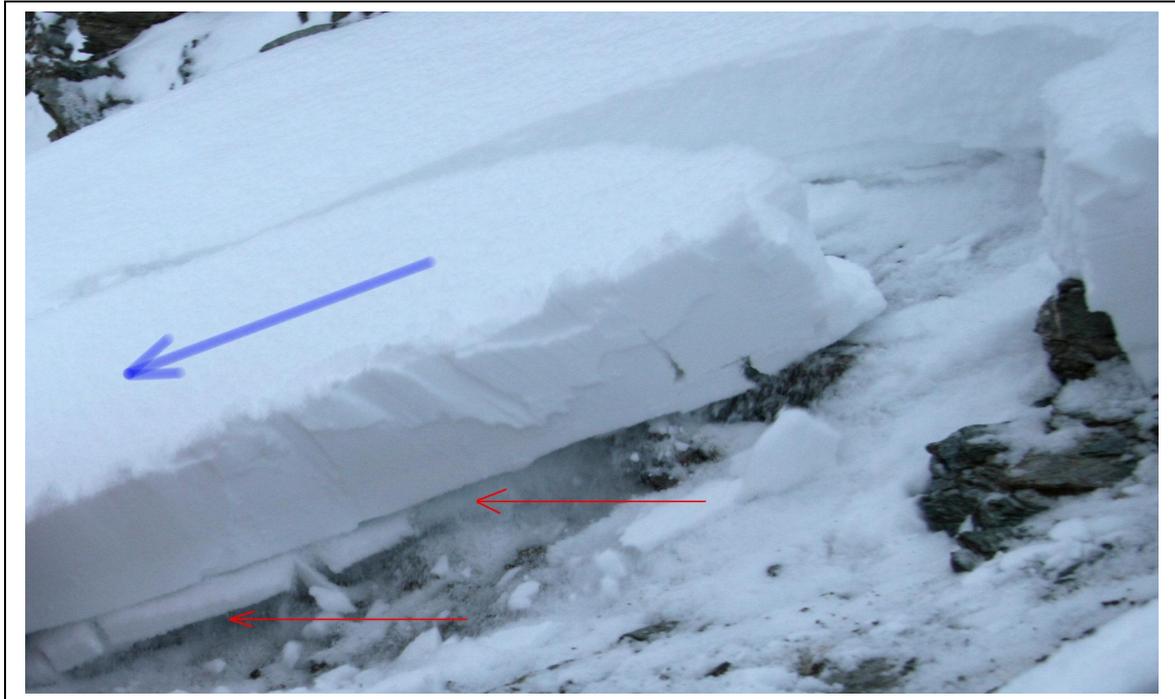


Photo 3. A l'origine du glissement des plaques : une diminution brutale de la cohésion dans la couche fragile en dessous, ainsi qu'une diminution du volume du débris (flèches rouges). Cliché pris par J. Heierli lors d'une expérience de terrain.

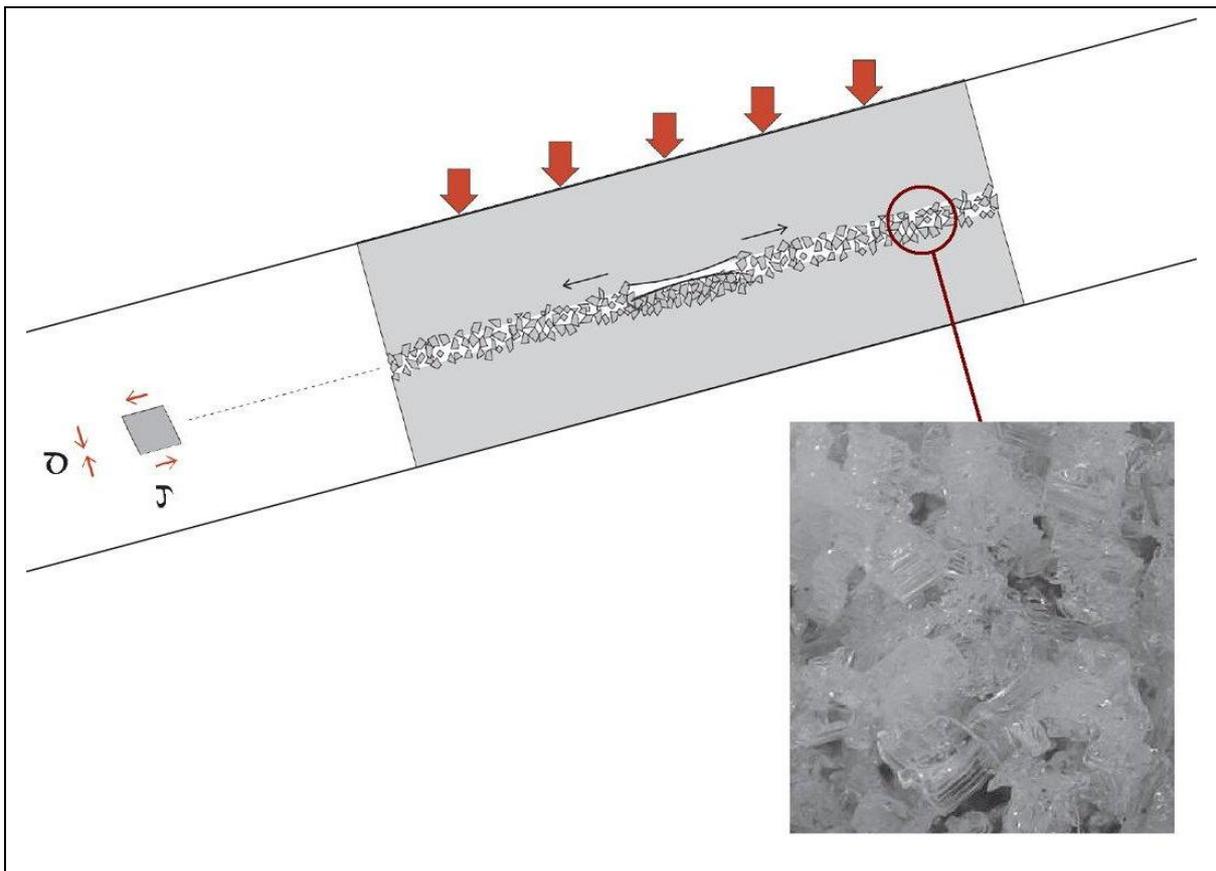


Figure 1. Structure granulaire de la couche fragile avant l'effondrement (encadré), et représentation de l'amorce d'une fissure (dessin). D'après J. Heierli et al., 2008.

2.1.2. Amorce puis propagation de la fissure sous la plaque

Une fois la fissure dans la couche fragile amorcée de par le skieur, c'est la neige (la plaque) qui va permettre (ou non) son extension, en appuyant dessus.

Selon toute vraisemblance, plus la plaque est mince, plus l'amorce de la fissure dans la couche fragile est facile (mais la propagation improbable). Plus la plaque est épaisse, plus la propagation de la fissure en dessous est facile (mais l'amorce improbable). C'est *pourquoi les manteaux neigeux d'épaisseur irrégulière (effet du vent) présentent un danger particulier.*

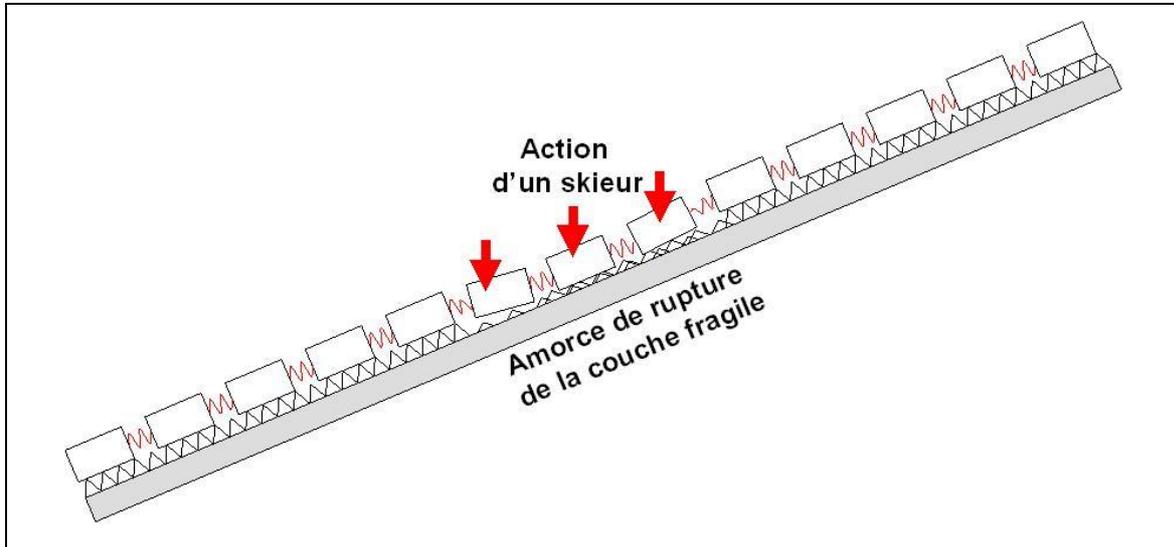


Figure 2. Un skieur amorce une fissure dans la couche fragile à cause de la surpression qu'il exerce (d'après, Louchet & Duclos 2005).

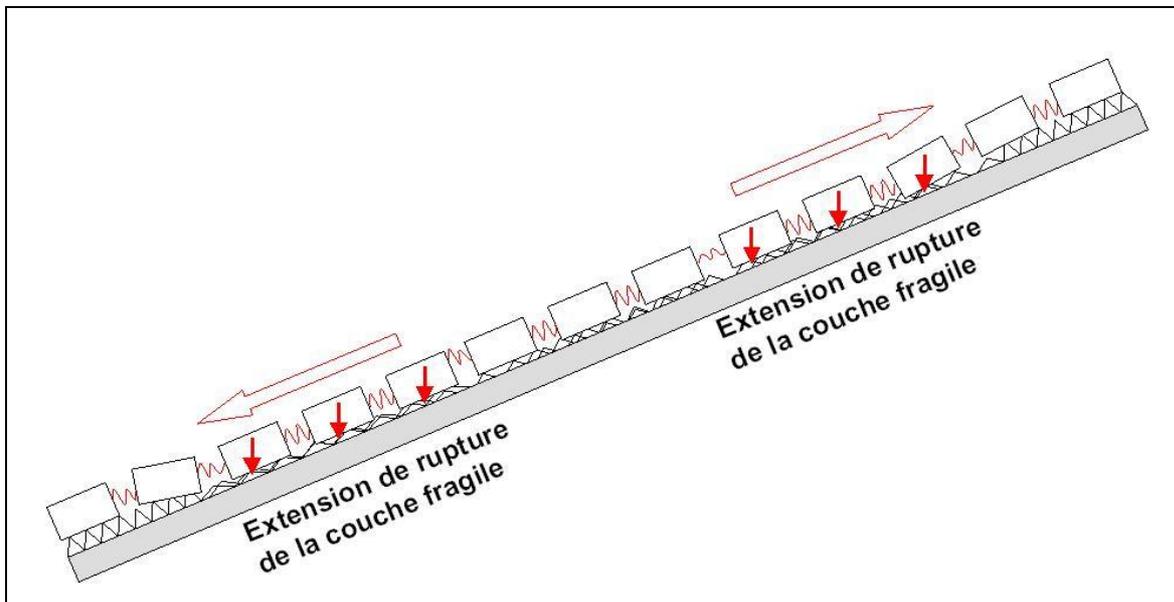


Figure 3. Une fois la fissure amorcée, c'est essentiellement la neige de la plaque qui va provoquer (ou non) sa propagation (d'après Louchet & Duclos 2005).

2.1.3. Rupture puis glissement de la plaque



Photo 4. Ici, la très vaste plaque a été déclenchée par l'arrivée d'un seul skieur. Le phénomène s'est propagé et a provoqué le départ d'une autre plaque, sans lien apparent avec la première, si ce n'est la couche fragile enfouie. Cliché P. Vincendet.

Une fois la fissure amorcée par un skieur, l'ampleur du phénomène lui échappe totalement. Seules les caractéristiques de la neige et du terrain vont jouer lors de cette phase. C'est pourquoi un seul skieur peut déclencher une plaque de plusieurs centaines de mètres de large. Ce mécanisme permet aussi de comprendre les déclenchements à distance et la mobilisation d'épaisseurs parfois très importantes.

2.2. « Les accidents ont plutôt lieu à la descente » : contredit par l'observation, les statistiques et la physique

Il a longtemps été conseillé de remonter une pente enneigée avant de la descendre. Pourtant, l'expérience montre l'impossibilité de fuite à la montée, alors que les skieurs à la descente réussissent parfois à s'échapper. Nous pouvons tous nous remémorer des drames d'avalanches alors que les randonneurs progressaient à la montée : 1981, Col de Trièves (7 morts) ; 1998, Crête du Lauzet (11 morts), 2009, Col des Marches (4 morts). Ces exemples ne sont malheureusement pas isolés. En France, en Suisse, au Canada, un scénario similaire est souvent décrit : l'ensemble du groupe progresse dans un terrain propice à la randonnée. Soudain, la pente se met en mouvement et tous les participants, ou presque, sont emportés (Figure 4).

Qu'indiquent les statistiques ? Presque autant d'incidents et d'accidents recensés chez les randonneurs à la montée (bien qu'il y ait davantage de latitude pour emprunter un itinéraire le moins exposé possible) qu'à la descente. Qu'en est-il du nombre de victimes ? Dans un article d'avril 2008, Fred Jarry³ avait déjà relevé une plus grande proportion de « multivictimes » dans les accidents mortels à la montée (26% des cas) qu'à la descente (17% des cas).

Pourtant, en croyant que le skieur déclenche une avalanche par surcharge (qui dépend de sa masse et de sa vitesse), on imaginait mal un randonneur isolé déclencher une vaste plaque. Le concept d'amorce puis de propagation de fissure apporte un éclairage nouveau. Il montre notamment que *le randonneur à la montée, qui appuie alternativement sur un ski, puis sur l'autre (voire d'un pied sur l'autre), a lui aussi un fort pouvoir d'endommagement dans la couche fragile.* Une fois la fissure amorcée, le déclenchement de vastes plaques est possible, même si de confortables distances de sécurité sont respectées, même si les randonneurs n'ont pas l'impression de solliciter fortement le manteau neigeux.

La question des distances en montée (pour n'exposer qu'une personne à la fois), du choix de l'itinéraire (pour éviter au mieux la proximité des pentes inclinées à plus de 30°), etc. devient donc prioritaire. Il ne fait pas de doute les sorties en boucle doivent être privilégiées.

³ « Quand est-ce qu'on creuse ? », Neige et Avalanches n°121, avril 2008

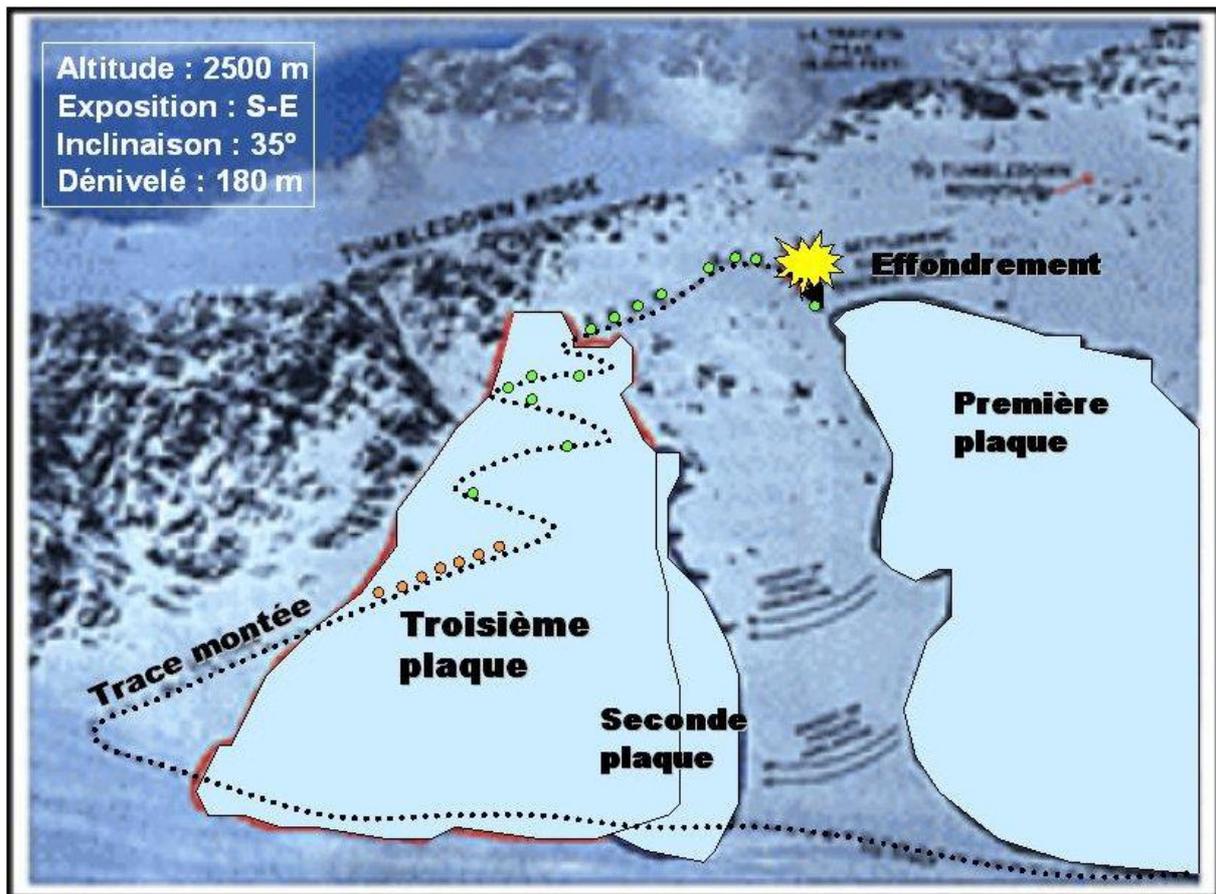


Figure 4. Circonstances d'une avalanche dramatique au Canada le 20 janvier 2003 (Durand Glacier, Colombie Britannique, Canada). 13 randonneurs (à la montée) furent emportés ; 7 sont décédés.

2.3. « On peut estimer un risque et c'est sur cette estimation que doivent s'appuyer nos décisions » : illusoire

Erik se rappelle avoir entendu il y a quelques années une interview radiophonique du spationaute Patrick BAUDRY à qui le journaliste, au sujet du drame de la navette Challenger, demandait (de mémoire) : « D'après vous, quelle est la probabilité qu'un départ de navette spatiale se passe bien ? ». La réponse de P. Baudry, fort directe, fut : « Le problème, c'est que pour moi qui suis à l'intérieur de la navette, votre question n'a pas de sens. Ce qui compte, c'est : est-ce que cela va bien se passer maintenant ? ». Aborder la question du risque en tant qu'acteur implique l'obligation de s'intéresser à ce qui peut se produire de plus improbable.

L'accumulation d'expérience, de connaissances et d'observations peut elle conduire à une vision à la fois juste et précise du danger d'avalanche ? Sans aucun doute, la réponse est NON. Dans le cas contraire, les meilleurs professionnels ne se feraient pas surprendre (guides, pisteurs, moniteurs, etc.). Après la relation dramatique d'un accident d'avalanche par les médias, je me suis parfois demandé « mais qu'est ce qu'il allait faire là ? ». Puis, je me rends sur place, rencontre le professionnel impliqué... et réalise souvent que la plupart d'entre nous auraient agi de la même façon.

Alors, puisque l'expertise technique s'avère inefficace, certains ont mis des barrières sur la base d'arguments statistiques. Werner Munter a ainsi tenté de recenser le plus possible de situations ayant généré des accidents, pour les caractériser, puis les éviter. Cette approche permet inmanquablement de limiter la pratique et, par conséquent, le nombre d'accidents. Toutefois, comme le soulignait Ian MacCammon⁴ en 2009, cette méthode de « décision encadrée » risque de conduire à une confiance excessive dans des situations qui ne le méritent pas. Werner rétorquerait qu'alors « le ventre peut dire non »... mais on sait que l'intuition ne fonctionne pas toujours non plus.

⁴ Ian Mc Cammon a analysé plusieurs centaines d'accidents d'avalanches aux Etats Unis puis au Canada. Il est à l'origine, entre autres, du développement de la méthode « Avaluator ».

Donc, que faire si les connaissances ne sont pas suffisantes et si l'approche statistique n'est pas totalement satisfaisante non plus ? Peut être doit on suivre encore Ian, qui prône le concept de «vigilance encadrée ». Plus souple qu'une « décision encadrée », l'idée est ici de conduire le montagnard à un système d'alerte simple. Libre à lui, ensuite, d'avoir recours à son expérience et à ses connaissances pour mettre en œuvre les précautions appropriées, pouvant aller jusqu'au renoncement. *L'objectif n'est plus de prévoir les avalanches ou d'estimer précisément le risque, mais de ne plus se faire surprendre dans des conditions qu'un novice aurait identifiées comme dangereuses.*



Photo 5. Estimation du danger d'avalanche ? Ce tir d'explosif par risque 4 dans une pente ombragée, chargée et inclinée à plus de 35°... ne déclenchera pas la moindre coulée. Cliché A. Duclos

3. Pratique : abandonner les croyances ; mieux observer, mesurer...

3.1. Concept de vigilance encadrée

« On ne sort pas l'artillerie lourde tout le temps, mais d'autre fois on ne peut se permettre aucune impasse » indique Erik, avec bon sens et pragmatisme.

Jusqu'à présent, 2 types d'attitudes étaient souvent préconisées : la vigilance normale ou le renoncement. Nous proposons maintenant 2 attitudes supplémentaires : le mode « méfiance » et le mode « alerte ». Dans ces deux cas, le montagnard assume la menace d'une avalanche, et porte son attention sur la gestion du risque.

- **Vigilance normale** : vérification diligente d'indicateurs ; sauf observations inattendues, le projet est mené comme prévu.
- **Mode méfiance** : réflexion sur les indicateurs à surveiller en priorité (accumulations due au vent, ou humidification, par exemple) ; vérification de leur niveau (de combien l'épaisseur de neige nouvelle augmente-t-elle sous mes skis ?) ; anticipation d'une modification d'itinéraire, plutôt que de passer en mode « alerte ».

- **Mode alerte** : là, une avalanche peut emporter ou atteindre quelqu'un du groupe. Il faut donc s'organiser pour limiter les dégâts (distance entre participants, îlots de sécurité), et envisager la fuite (sans augmenter la mise en danger).
- **Renoncement** : on réalise que les meilleures précautions ne permettent pas de limiter raisonnablement les conséquences d'une avalanche. La probabilité de multivictimes et/ou de mort est trop grande.

3.2. Base de gestion du risque : taille des avalanches redoutées

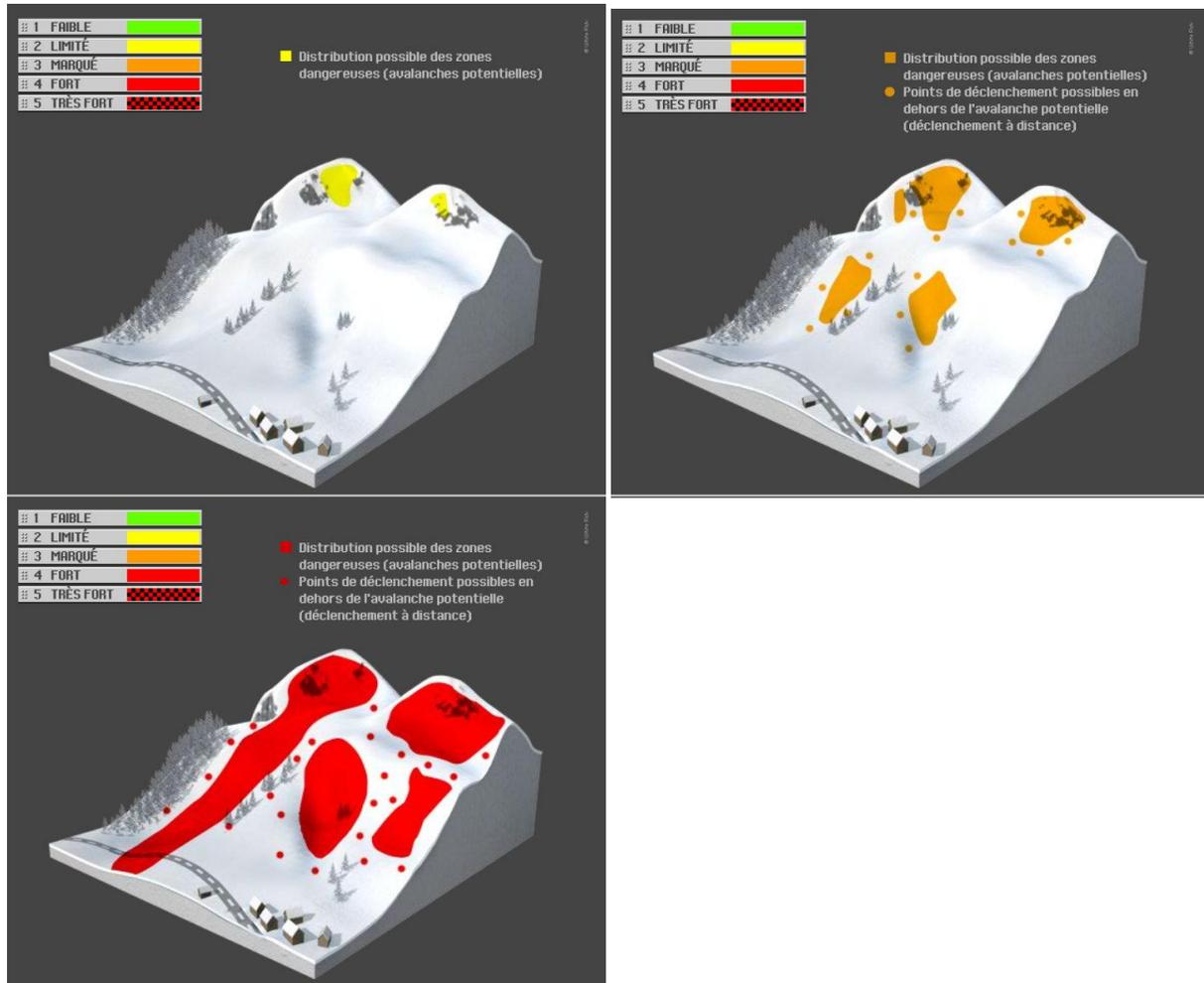


Figure 5. Représentation de la distribution possible des zones dangereuses (avalanches potentielles) en fonction du niveau de danger (White Risk, CD interactif pour la prévention des accidents d'avalanches en Suisse).

Quelle distance choisir entre les participants ? Comment déterminer les « îlots » de sécurité qui ne seront pas atteints par une éventuelle avalanche ?

On aura compris que ce n'est plus la notion de « surcharge » qui conduit à augmenter les distances entre les skieurs, mais bien le souci de réduire le plus possible le nombre de personnes prises dans une même avalanche. Alors, **la taille des avalanches redoutées devient le paramètre principal de réglage**. Ce concept est illustré très clairement par les Suisses à travers le CD « White Risk » (Figure 5). On y trouve aussi la prise en compte des déclenchements à distance. Bien entendu, plus les avalanches redoutées sont vastes, plus les distances entre les participants doivent être importantes, et plus les îlots de sécurité doivent être loin en aval. Ceci implique une réflexion sur le niveau des skieurs, qui doivent être capables d'avaler rapidement de grands dénivelés si le risque est important.

On admet ainsi qu'un même site peut donner lieu à des avalanches de taille très variées en fonction des conditions nivologiques. Pourtant, nul n'est capable de l'anticiper, sauf à connaître la taille des avalanches qui se produisent réellement en ce moment. Le recueil des phénomènes observés, réalisés et diffusés dans le cadre de réseaux plus ou moins formels, est donc un élément important pour alimenter les prises de décision.

3.3. Quelques repères

indicateurs			
avalanches récentes	aucunes	accidentelles petites et moyennes	vastes et/ou spontanées
Surcharges nouvelles : pluie ou neige	<20 cm environ	>20 cm environ	>50 cm environ
couches fragiles	RAS	existantes sous neige nouvelle (directement en dessous, ou plus en profondeur)	épaisses et continues sous neige nouvelle
fonte	qq cm en surface	sur plus de 15 cm environ	sur plus de 30 cm environ
« niveau de danger »	1 ou 2	3	4 ou 5

niveau de vigilance minimale engendré			
dans 30° et davantage	mode méfiance	mode alerte	mode alerte
sous 30° et davantage	vigilance normale	mode méfiance	mode alerte
loin en dessous de 30° et davantage	vigilance normale	vigilance normale	mode méfiance
Remarque : en cas de mauvaise visibilité, le niveau de vigilance engendré doit toujours être similaire à celui retenu pour les pentes de 30° et davantage (parce que l'on peut s'y retrouver sans l'avoir anticipé). Le repérage de pièges en aval (falaise, crevasses, obstacles, etc.) doit aussi engendrer une adaptation du niveau de vigilance.			

Tableau 1. Base de réflexion pour le réglage des niveaux de vigilance en fonction des conditions nivologiques et de l'inclinaison de la pente.

Après une avalanche, les montagnards parlent toujours : « *Ca avait quand même mis cinquante en deux jours...* », « *Je connais ce coin : c'est raide !* ».

Pourquoi donc ne pas se mettre d'accord avant ? Déterminer ce qui est raide et ce qui ne l'est pas, discuter de ce que signifie « chargé » ou « pas tant ! » ?

Rappelons le : il ne s'agit pas de fixer des règles immuables ni des interdictions de pratiques, mais de dresser un inventaire simple des conditions qui, quelle que soit notre motivation, doivent éveiller plus ou moins la vigilance.

Avalanches récentes observées, épaisseur de neige nouvelle, présence de couches fragiles, sont sans doute les principaux paramètres à surveiller. Ils sont la conséquence d'autres facteurs, déterminants mais difficiles à mesurer, comme le vent ou les variations de températures. On oublie volontairement des notions telles que le tassement, peut être intéressantes pour le nivologue devant un écran, mais impossibles à mesurer pour le montagnard sur le terrain. A cela nous préférons le concept de « neige nouvelles », qui évoque la durée qui nous sépare du dernier épisode perturbé (précipitations et/ou transport de neige par le vent).

Plus rarement, l'humidification par la pluie, le redoux ou l'ensoleillement doivent être surveillés. Enfin, le niveau de danger d'un bulletin ne peut pas être ignoré, quitte à le rectifier sur la base des observations.

Cette réflexion est en cours (ENSA, SNGM, etc.). Les valeurs des paramètres ne sont qu'indicatives ; elles devront être précisées sur la base de nouvelles études rigoureuses de données sur les avalanches et les conditions nivo-météorologiques associées.

4. Conclusion

« *S'organiser pour limiter les dégâts* » ?

La réflexion peut sembler indigne d'un professionnel ou d'un quelconque montagnard responsable.

Pourtant, lorsque Claude Rey m'avait avoué il y a une quinzaine d'années son objectif de « *n'avoir qu'un mort si une avalanche survient, dans le pire des cas* » il espérait bien pouvoir rapidement relever un défi plus ambitieux. Cependant, 2011 est à peine entamé que nous déplorons déjà en France deux accidents mortels avec trois victimes et un autre avec quatre !

Que peut on attendre de la science ? La justification de nos doutes, des arguments pour tordre le cou à des croyances dangereuses, des réflexions plus justes et des idées pour améliorer nos pratiques. On retiendra surtout, l'inclinaison limite de 30° qui se confirme, le rôle du skieur en tant qu'amorce de fissure plutôt que de « surcharge » et l'impossibilité de faire une prévision d'avalanche à la fois précise et correcte.

Un consensus devrait naître quant aux paramètres à la fois mesurables et utiles : épaisseur de neige nouvelle, couche fragile enfouie, inclinaison de pente, avalanches observées. L'objectif devient d'amener le montagnard à

un niveau de vigilance approprié, sur la base d'indices simples, à chaque étape de la réflexion « 3*3 ». Ensuite, libre à chacun de gérer sa prise de risque, mais en connaissance de cause. En plus du renoncement ou du choix du terrain, c'est avant tout sur les distances entre les participants et sur le choix des îlots de sécurité que doit porter la réflexion. Notre marge de progression est dans la diminution de l'exposition au danger, et non dans la précision de nos prévisions, laquelle bute sur des limites qu'il sera difficile de repousser : connaissance encore incomplètes des mécanismes de déclenchement des plaques et, surtout, impossibilité de recueillir toutes les informations nécessaires.

Pour s'améliorer, il faut que la démarche soit collective. Inutile de critiquer systématiquement celui d'entre nous qui a eu un accident : son comportement a souvent été identique à celui de la majorité, mais il n'a pas bénéficié de la chance habituelle.

Et puis, n'oublions pas ce que Jean-Sé Knoertzer me rappelait il y a quelques jours : « *Ce n'est quand même qu'un jeu...* ».

Alain Duclos,
guide de haute montagne

Références bibliographiques

Alain Duclos et François Louchet, *A new insight into slab avalanche triggering: a combination of four basic phenomena in series*. The Avalanche Review, Vol. 24, no 3, febr. 2006

Joachim Heierli et al., *Anticrack nucleation as triggering mechanism for snow slab avalanches*, SCIENCE, Volume: 321, Issue: 5886, 240-243. (2008)

François Louchet, *A simple model for dry snow slab avalanche triggering*. Comptes Rendus à l'Académie des Sciences, 330, 821-827 (2000).

Ian Mc Cammon, *Human factors in avalanche accidents: Evolution and interventions*, Proceedings ISSW Davos, pp. 644-648, 2009

Remerciements

A Stéphane Caffo, qui trace souvent pour moi dans les pentes et dans les réflexions.

A Erik Decamp, pour la lucidité de son analyse et pour ses conseils chaleureux.

A François Louchet pour la relecture attentive de cet article et pour ses critiques d'ordre scientifique.