

# Risque d'avalanche : connaissances, croyances et gestion de l'imprévisible

Alain Duclos, ALEA Sarl, novembre 2011, contact [a.duclos@wanadoo.fr](mailto:a.duclos@wanadoo.fr)

## 1. Introduction

Avec le développement des moyens de calcul et d'observation, l'avènement des méthodes et des outils de communication, il est devenu possible de planifier précisément un itinéraire de plusieurs centaines de kilomètres... ou de décrire les paramètres du prochain cyclone. Nous nous habituons ainsi à des prévisions à la fois précises et souvent justes. Mais qu'en est-il du danger d'avalanche ?

Aux questions du Procureur ou du Juge d'Instruction quant à la prévisibilité d'une avalanche avant un accident, ma réponse est généralement négative. Sans doute était-il possible d'estimer que le risque n'était pas nul, mais était-ce une raison suffisante pour renoncer à un itinéraire à ski, au maintien de la circulation sur une route, ou à l'ouverture d'une piste ?

Les années passent et l'avalanche reste une grande surprise pour la plupart de ceux qui en sont victimes, directement ou pas (c'est sans doute pourquoi les précautions les plus adaptées ne sont pas toujours appliquées). Peut-on incriminer l'incompétence ou la négligence ? Ce n'est généralement pas le cas, car les professionnels les plus expérimentés et les plus reconnus se font aussi surprendre.

La perspective de prévoir les avalanches de façon à la fois précise et juste serait-elle un croyance ? C'est aujourd'hui ma conviction. Une meilleure connaissance des métamorphoses de la neige et des mécanismes de déclenchement des plaques permet sans doute des analyses plus justes. Toutefois, il semble que la priorité doive être maintenant la reconnaissance de la part d'imprévisible dans la gestion du risque d'avalanche, et sa prise en compte dans les schémas de décision opérationnels. Pour avancer dans ce sens, le partage d'expériences est sûrement incontournable.

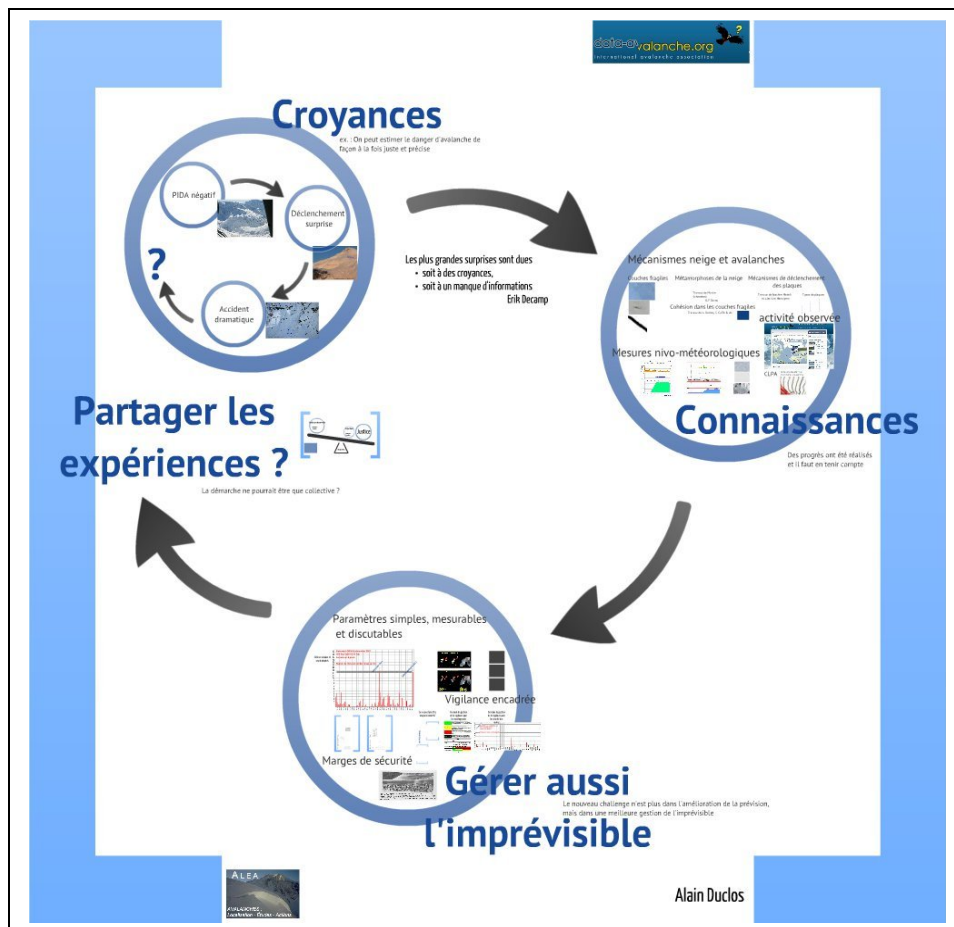
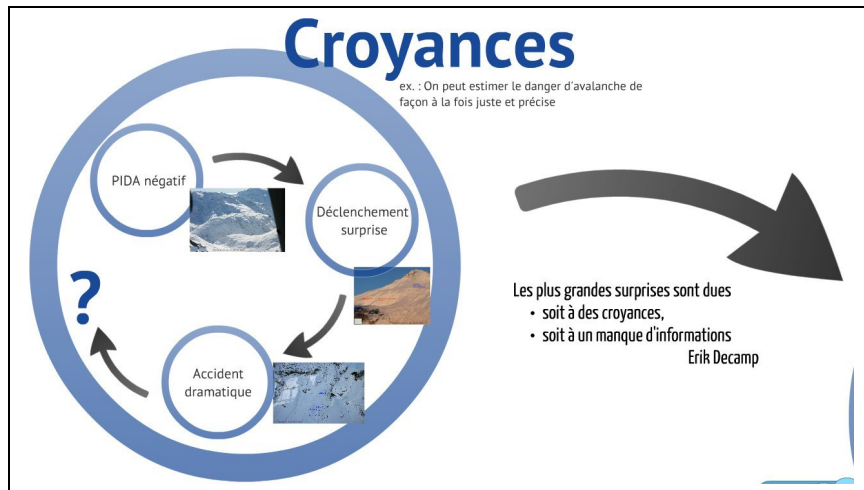


Figure 1. Propositions d'une succession d'actions pour mieux gérer le risque d'avalanche.

## 2. Croyances et estimation de risque d'avalanche

L'accumulation d'expérience, de connaissances et d'observations ne peut malheureusement pas conduire à une vision à la fois juste et précise du danger d'avalanche. Pourtant, les prévisions énoncées dans certains bulletins sont parfois d'une précision admirable (épaisseur des ruptures de plaques attendues, distance des zones les plus instables par rapport aux crêtes, etc.). Malheureusement, une vérification attentive de leur pertinence montre souvent leur limites. Ces excès ne sont pas toujours directement dangereux, mais la croyance d'une estimation de risque à la fois précise et juste est entretenue. Il est difficile ensuite de s'en défaire, surtout quand tout le monde veut y croire, surtout quand la réalité est si complexe.



**Figure 2. Illustration de la difficulté d'estimation du danger d'avalanches sur la base de 3 « erreurs » de jugement.**

Je me permets le récit de trois anecdotes en Haute Maurienne pour illustrer ces propos :

1. Le 25 janvier 2009, le BERA<sup>1</sup> annonce un risque 4 sur 5, et les quantités de neige récente sont effectivement très abondantes. Je propose donc un PIDA<sup>2</sup> exceptionnel pour protéger la route d'accès à Bonneval sur Arc, avec mise en œuvre de grenadage depuis un hélicoptère. C'est un site que nous connaissons bien et les zones de départ des avalanches menaçant la chaussée sont parfaitement identifiées. Pourtant la dizaine de tirs que nous réalisons ne donne pas de résultat : aucune avalanche n'est déclenchée (Photo 1). Certains concluent donc que les pentes sont stables et que je m'étais fourvoyé dans mon estimation.



**Photo 1. Un des tirs du 29 janvier 2009, qui ne déclenchera pas d'avalanche. Cliché A. Duclos**

<sup>1</sup> BERA : bulletin d'estimation de risque d'avalanche établi par Météo France.

<sup>2</sup> PIDA : plan d'intervention pour le déclenchement des avalanches.

2. Toujours le 25 janvier 2009, dès la fin du PIDA et les remontées mécaniques ouvertes, des skieurs se lancent dans les pentes où nous venons de tirer sans résultats. Un premier groupe réalise une descente sans doute extraordinaire. Lorsqu'un second groupe s'engage dans une pente intermédiaire, l'un des skieurs déclenche deux vastes plaques sur environ 500 m de largeur (Photo 2). Fort heureusement, il parvient à s'échapper tandis que ses compagnons se maintiennent sur un îlot de sécurité en amont. Contrairement à la conclusion précédente, la stabilité n'était que précaire. Les photos et les commentaires me sont d'abord envoyés par un jeune guide de Bessans, observateur passionné et attentif des avalanches de son massif.



**Photo 2. 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.**

3. La dernière de ces trois histoires est malheureusement dramatique. Le 1<sup>er</sup> novembre 2010, Patrice, qui m'avait envoyé les premières photos du 25 janvier 2009, se tue dans une avalanche. Il est accompagné de deux de ses proches, et il est évident qu'il n'avait pas du tout envisagé une telle surprise. La mort de professionnels en avalanche n'est pas rare, fussent-ils chevronnés.

En se basant sur les nouvelles connaissances concernant le déclenchement des plaques, on comprend pourquoi l'estimation juste et précise du risque d'avalanche n'est pas possible, sauf mise en œuvre de moyens particuliers.

### **3. Connaissances : quelques outils supplémentaires**

Des progrès ont été réalisés et ils faut en tenir compte. Les plus importants concernent probablement la compréhension du mécanisme de déclenchement des plaques de neige et l'accès à l'information. Ils participent à la partie « prévisible » dans l'analyse associée à la gestion du risque.

#### **3.1. Propagation de fissures dans les couches fragiles**

Le phénomène de propagation de fissures dans les couches fragiles permet de comprendre à la fois les déclenchements à distance, les déclenchements de très vastes plaques avec une faible contrainte (1 seul skieur), ou la mobilisation simultanée de plusieurs couches de neige (volumes très importants). 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). Ensuite, le suisse Joachim Heierli a explicité la notion de composante d'effondrement, qui intervient en particulier dans l'initiation du déclenchement sur terrain plat. Cette approche est maintenant admise par la plupart des nivologues de la planète (Birkeland et al., 2009). Elle montre notamment que, pour une même stratigraphie d'origine, une plaque peut être « collée » ou « décollée » en fonction de la liaison entre les grains de la couche fragile, laquelle peut *diminuer brutalement* au passage d'un skieur (Duclos et al., 2009). Alors la friction résiduelle suffit (ou non) à retenir la plaque. L'angle de 30° reste la valeur « seuil », consensuelle pour la plupart des scientifiques.

Les connaissances nivologiques permettent d'anticiper la possibilité d'occurrence de ce phénomène, mais sans jamais être certain de son aboutissement jusqu'au départ de l'avalanche.

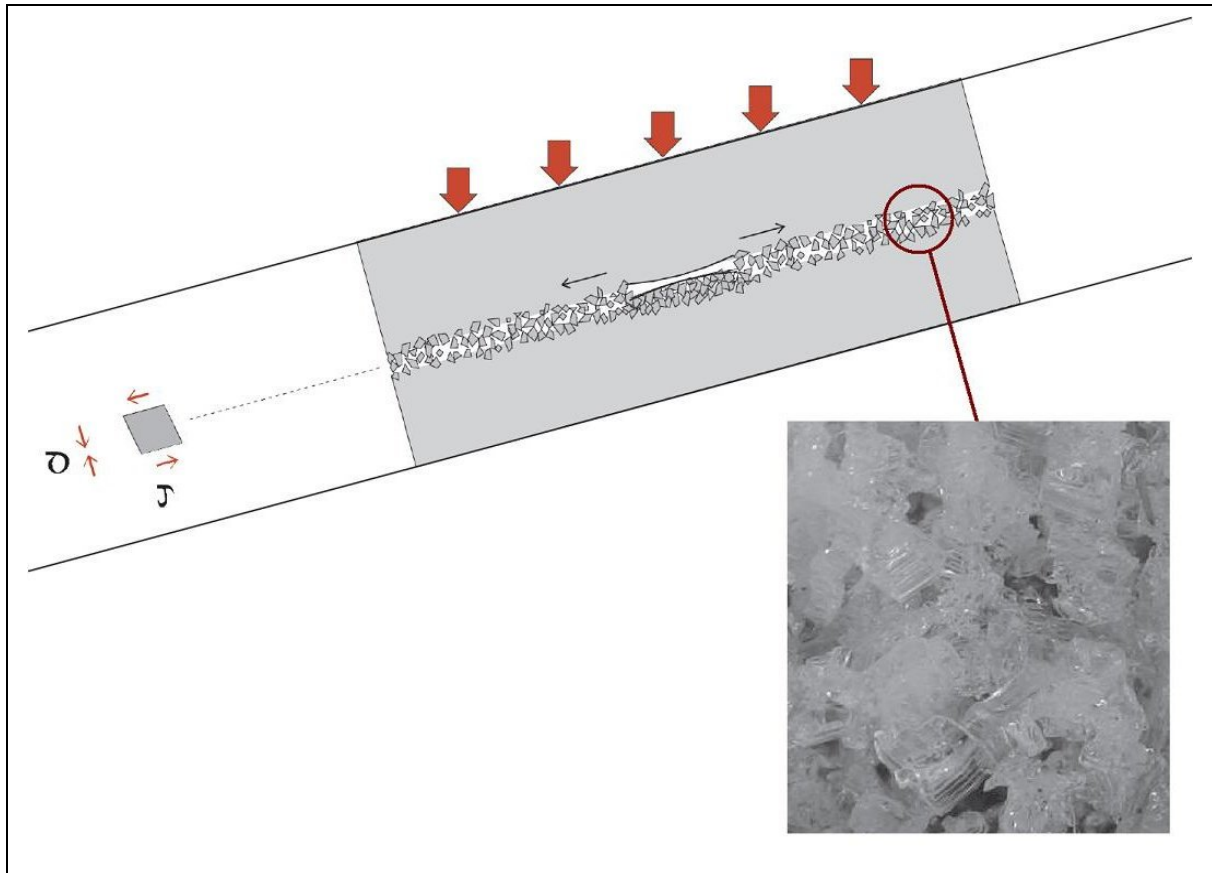


Figure 3. Structure granulaire de la couche fragile avant l'effondrement (encadré), et représentation de l'amorce d'une fissure (dessin). D'après J. Heierli et al., 2008.

### 3.2. Suivi des mesures nivo-météorologiques en ligne

En plus du BERA, le suivi des conditions nivo météorologiques enregistrées par les stations automatiques permet d'anticiper les conditions accidentogènes, ou de mieux les comprendre a posteriori. Le réseau de station Nivoses de Météo-France est maintenant complété par diverses installations. Par exemple, les Conseils généraux de la Savoie et de l'Isère ont installé des stations « Flowcapt » qui ont la particularité de mesurer directement le transport de neige par le vent, mais aussi plusieurs hauteurs de neige à quelques dizaines de mètres de distance ([www.isaw.ch](http://www.isaw.ch)). Les historiques de ces dernières stations sont maintenant disponibles par Internet, permettant à tous d'analyser des avalanches du passé.

Ces outils me semblent aujourd'hui indispensables dans la panoplie du décideur. Ils permettent d'établir puis de vérifier des seuils, indispensable à l'éveil du niveau de vigilance le plus approprié.

### 3.3. Suivi de l'activité avalancheuse en ligne

La localisation des avalanches potentielle peut être connue pour la plupart des massifs montagneux de France à travers la CLPA<sup>3</sup>.

En revanche, il reste très difficile de savoir où et quand se sont produites des avalanches réelles. Pourtant, cette information aurait une fonction de « mise en alerte » évidente (savoir que des avalanches importantes se sont produites dans tel secteur doit déclencher la méfiance pour les secteurs voisins ou similaires). Un site web avance dans ce sens ([www.data-avalanche.org](http://www.data-avalanche.org)). Le développement de telles initiatives ne peut être que positif pour une amélioration de la prévention.

<sup>3</sup> CLPA : carte de localisation des phénomènes d'avalanches.

## 4. Gérer aussi l'imprévisible : le « bon » niveau de vigilance

Sur la base des travaux du chercheur Ian Mc Cammon (2009), il s'avère que de nombreux accidents d'avalanches auraient pu être évités si les victimes avaient été vigilantes à ce moment là. Puisque l'on ne peut pas être toujours en vigilance maximale, il est important de fixer des paramètres et des seuils qui doivent nous conduire sans biais au niveau de vigilance adapté. C'est ce que nous appelons la « vigilance encadrées ». Ensuite, chacun choisira ses précautions en fonction des ses compétences, de son expérience... et de sa mission.

<b>Mode "détendu"</b>	<b>aucun indicateur alarmant n'a été identifié. Sauf observations inattendues, le projet est mené comme prévu. Le leader reste attentif à l'éventuel signalement d'un danger qu'il n'aurait pas anticipé. VIGILANCE NORMALE</b>
<b>Mode méfiance</b>	<b>les indicateurs à surveiller en priorité ont été identifiés (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 de trace ou d'itinéraire, plutôt que de passer en mode « alerte ». EVITEMENT</b>
<b>Mode alerte</b>	<b>là, les indicateurs surveillés montrent qu'une avalanche peut emporter ou atteindre quelqu'un du groupe. Il faut donc <u>s'organiser pour limiter les dégâts</u> (distance entre participants, îlots de sécurité), et éventuellement envisager la fuite (sans augmenter la mise en danger). GESTION DU RISQUE</b>
<b>Mode "mystique"</b>	<b>Une analyse lucide montrerait que que <u>les meilleures précautions ne permettent pas de limiter raisonnablement les conséquences d'une avalanche. La probabilité de multivictimes et/ou de mort est grande. RENONCEMENT</u></b>

Figure 4. Modes de « vigilance encadrée ». Proposition de cadre pour une meilleure gestion de risque.

Conçus plutôt pour le montagnard, je m'aperçois que ces modes de vigilances peuvent être adoptés aussi par le prévisionniste ou par le gestionnaire de voies de communications. Le base de la démarche reste la référence à de simples paramètres de bon sens : il n'est pas concevable d'être en mode « détendu » si les cumuls de précipitations dépassent 100 mm équivalents en eau en 2 jours, ou si le BERA annonce un risque 5. Pour autant, seul le responsable local saura si l'avalanche est déjà partie et le secteur sécurisé... ou si le vent a totalement dégarni les pentes menaçantes. Paradoxalement, le mode « mystique » ne lui est pas étranger non plus, lorsque le seul argument tangible pour maintenir une ouverture est l'importance de la circulation touristique ou l'arrivée imminente du bus scolaire...

## 5. Conclusion

Le risque d'avalanche comprenant une part d'imprévisible, il est nécessaire de prendre des marges de sécurité importantes. C'est à dire que le skieur renoncera à des pentes qui seront skiées par d'autres que lui sans dommages, et que le gestionnaire de routes fermera préventivement des voies de communication sans qu'aucune avalanche ne se produise ensuite.

Cette démarche passe par la prise en compte de facteurs simples et mesurables (épaisseur de neige nouvelle ou cumul de précipitations, présence de couche fragile, effet du réchauffement, inclinaison de la pente).

L'expérience et l'expertise ne doivent intervenir qu'ensuite, pour préciser le danger puis gérer au mieux le risque.

Ainsi, on peut gager que les experts ne se feront plus surprendre, là où des novices auraient clairement identifié le danger.

Références bibliographiques :

Karl Bireland & al, *Fracture propagation: recent research and implications*. The Avalanche Review, Vol. 27, no 4, April 2009

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

Alain Duclos et al, *Granular phase transition in depth hoar and facets: a new approach to snowpack failure?*. International Snow Science Workshop, Davos, 2009

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