

Améliorer la protection des zones habitées contre les avalanches : alerte et cartographie.

– Note de travail –

Robert Bolognesi, *METEORISK*, mars 2025

Avant-propos

Cette note de travail fait suite à l'étude dirigée par l'AFPCNT (Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles et Technologiques) intitulée *Inventaire des pratiques européennes dans le domaine de la protection paravalanche des zones urbanisées*¹.

Elle s'appuie également sur de nombreux échanges avec les divers services impliqués dans la protection paravalanche en France, en Suisse et en Italie, ainsi que sur une certaine expérience de la réalisation d'un PPR. Elle n'est qu'une ébauche d'un éventuel futur article plus détaillé : les idées émises ici doivent être considérées comme des bases de réflexion et de discussion.

Terminologie

- La **probabilité** p du phénomène est assimilée à sa fréquence f calculée sur une durée très longue. Ainsi $p = 1/T$ où T est le temps de retour de l'avalanche ($T = 1/f$). Si T est exprimé en année, p est la probabilité que l'avalanche se produise dans le laps de temps d'une année.
- Le **danger** s'évalue selon la probabilité du phénomène ET son intensité.
L'intensité d'une avalanche est habituellement quantifiée par la pression dynamique qu'elle exerce sur une surface plane perpendiculaire au flux.
A noter : on emploie, improprement, le mot « aléa » à la place du mot « danger ». En effet, un aléa est « un événement *imprévisible* » mais qui n'est pas nécessairement *dommageable*, à l'inverse du danger.
- Le **risque** s'évalue selon la probabilité du phénomène ET le dommage qu'il occasionne.
Les dommages matériels se quantifient en euros, les dommages corporels en vies humaines.

Dans une zone de danger modéré, le risque peut être élevé si de nombreuses personnes sont exposées. A l'inverse, dans une zone de danger extrême, le risque est nul en l'absence de biens et d'êtres vivants... Les notions de danger et de risque sont donc bien différentes.

INTRODUCTION

L'étude conduite par l'AFPCNT a permis de montrer que le problème de la protection des zones habitées contre les avalanches est traité de manières différentes dans les divers pays européens. De ces différences, on peut essayer de tirer des enseignements. Plusieurs points ont été examinés dans cette étude, notamment le cadre légal, la carte des avalanches observées, la carte des dangers (aléas), la carte réglementaire, l'information préventive, les méthodes de surveillance, d'alerte et de gestion de crise, les protections paravalanches, la concertation et la culture du risque... On aborde ici deux de ces sujets : l'alerte et la cartographie.

¹ Auteur : Philippe Berthet-Rambaud, Engineerisk.

1. ALERTE

En cas de risque extrême, il peut être nécessaire d'évacuer des zones urbanisées ou d'ordonner un confinement. Dans les deux cas, il faut pouvoir informer aussi vite que possible toutes les personnes concernées et seulement celles-ci.

La France possède à ce jour un système très efficace : un « automate d'alerte ». La commune de Chamonix utilise un tel système depuis une dizaine d'années, à sa grande satisfaction. Il permet d'appeler automatiquement par téléphone toutes les personnes concernées en très peu de temps pour leur donner des consignes de sécurité (évacuation, confinement, etc.). En cas de non réponse, l'appel est renouvelé plusieurs fois. Il suffit de fournir son numéro de téléphone pour être informé.

On peut également signaler un autre outil efficace employé en Suisse : l'application AlertSwiss pour smartphone (cf. <https://www.alert.swiss/fr/app.html>), qui envoie des notifications en cas de danger particulier ; on peut également trouver des informations constamment actualisées sur le site Internet : <https://www.dangers-naturels.ch/home.html?tab=actualdanger>.

► **Suggestion 1 : encourager l'utilisation d'un automate d'alerte pour toutes les zones urbanisées pouvant être touchées par une avalanche.**

► **Suggestion 2 : évaluer l'intérêt d'applications pour smartphone similaires à AlertSwiss, pour les départements de montagne.**

De telles applications pourraient éventuellement « seconder » les automates d'alerte.

► **Suggestion 3 : évaluer l'intérêt d'activer des sirènes en cas de danger imminent.**

Ces sirènes ne seraient activées que très rarement (seulement en cas de risque exceptionnel) ; elles devraient être installées à proximité immédiate des zones concernées, et leur portée devraient être limitée afin de ne pas affoler des personnes non menacées.

2. CARTOGRAPHIE

2.1. Généralités

Le vocabulaire employé doit être clair, simple et précis pour faciliter la compréhension des cartes. La mise en forme de ces dernières est également importante pour que l'information soit bien transmise. Enfin la facilité d'accès est primordiale car les meilleures cartes sont inutiles si elles ne sont pas consultables. Voici quelques suggestions concernant ces différents points.

► **Suggestion 1 : simplifier et normaliser le vocabulaire / limiter les acronymes.**

Exemples :

- remplacer CLPA par Carte des Avalanches ou Carte des Avalanches observées...
- remplacer le mot Aléa (inadéquat et mal compris) par le mot Danger (cf. § Terminologie) ;
- remplacer ARE par Emprise maximale (le terme « référence » n'évoque rien pour le public) ;
- remplacer ARC par Emprise centennale ;
- etc.

► **Suggestion 2 : rédiger un glossaire national des termes à employer et des termes à proscrire.**

Un tel glossaire devrait pouvoir être consulté par tous (population et services techniques). Il devrait être réalisé avec grand soin et avec l'objectif d'éliminer tous les mots équivoques ou inappropriés au profit de termes clairs et précis.

► **Suggestion 3 : mettre à disposition du public 3 cartes : la Carte des Avalanches (actuelle CLPA), la Carte des Dangers (actuelle carte des aléas), la Carte Réglementaire.**

Des cartes d'intensité peuvent être réalisées mais ne devraient pas être diffusées afin de ne pas brouiller l'information.

► **Suggestion 4 : mettre à disposition du public les cartes sur un même et unique site Internet.**

Il serait utile de regrouper les cartes sur un site Internet pour mieux les diffuser, même si la production des cartes n'est pas centralisée. Ce site pourrait être celui de l'AFPCNT, ou un site dédié éventuellement géré par l'INRAE. Il suffirait alors à chaque commune d'indiquer, sur tous ses documents relatifs à la sécurité publique, le lien (et le QR Code) vers ce site central.

► **Suggestion 5 : prendre le même fond pour toutes les cartes.**

Exemples :

- Couleur de fond : noir et blanc avec grisés et ombres (facilite la lecture du zonage)
- Equidistances des courbes de niveau 20 m (et non 10 m) pour une meilleure lisibilité ;
- Même système de coordonnées, même toponymie.

Cartes numériques : offrir la possibilité d'afficher la vue aérienne (cf. <https://map.avalanches.fr>)

► **Suggestion 6 : attribuer une couleur à chaque type de carte et utiliser ensuite une gradation et des trames pour différencier les zones (principe classique en cartographie).**

Exemples :

- Carte des avalanches (CLPA) : gradation de rose ;
- Carte des dangers (carte des aléas) : gradation rouge-orange-jaune ;
- Carte réglementaire : gradation de violet à bleu clair.

En complétant ces couleurs par des trames (hachures avec traits pleins et traitillés), on peut différencier facilement 3 à 9 zones par carte, ce qui est suffisant.

Note : ces couleurs sont indiquées à titre d'exemples. Le but est de bien différencier les cartes et d'exprimer visuellement un ordonnancement : sur la carte des dangers (aléas), le danger serait plus élevé dans une zone rouge que dans une zone orange ; sur la carte réglementaire, le règlement serait plus contraignant dans une zone violette que dans une zone bleue...

► **Suggestion 7 : produire des cartes numériques multi phénomènes (couches superposables) mais offrir la possibilité d'imprimer des cartes pour un seul phénomène.**

Il faudrait pouvoir télécharger un fichier PDF de chacune des 3 cartes citées ci-dessus, permettant de les imprimer au 1:5000 et au 1:10000. De cette façon, chaque commune pourrait disposer de documents pouvant être affichés. Pour garantir la bonne qualité de ces documents imprimés, il serait souhaitable qu'ils soient fournis aux communes par un service de l'état disposant des moyens techniques requis (DDT ?...).

► **Suggestion 8 : définir les fréquences d'actualisation de chacune des cartes.**

On pourrait adopter la pratique suivante :

- Carte des avalanches (CLPA) : actualisation en continu ;
- Carte des dangers (carte des aléas) : vérification tous les 20 ans ; actualisation sans délai si le zonage semble caduque, par exemple en cas d'avalanche dépassant l'emprise cartographiée, en cas de nouvelles méthode d'analyse, en cas de changement climatique marqué, en cas d'incendie ou de tempête détruisant une forêt de protection, en cas de forte dégradation d'une digue paravalanche, etc.) ;
- Carte réglementaire : actualisation couplée à celle de la carte des dangers (carte des aléas).

2.2. Carte des avalanches (CLPA)

En comparaison européenne, la CLPA apparaît comme un document du meilleur niveau, tant sur le plan de la couverture géographique que sur celui de la richesse de l'information présentée. On note en particulier les « fiches signalétiques » qui décrivent les avalanches cartographiées (emprises principales) et le recours à la photo-interprétation (unique en Europe). La CLPA peut être consultée sur Internet <https://map.avalanches.fr>.

► **Suggestion 9 : changer la couleur orange (emprises selon photo-interprétation) qui serait réservée à la carte des dangers.**

Choix de couleurs : voir suggestion 6.

► **Suggestion 10 : donner aux bureaux d'études un accès facile à toute l'information disponible**

Cette information comprend notamment les fiches signalétiques, les données de l'EPA, les photographies du RTM, etc.

► **Suggestion 11 : permettre à la population de signaler une avalanche via le site Internet.**

L'actualisation de la carte et des fiches resterait toutefois une tâche relevant de la seule compétence de l'INRAE afin de garantir la fiabilité de l'information.

► **Suggestion 12 : à terme, évaluer l'intérêt de l'analyse automatique d'images satellites.**

Ces analyses peuvent être effectuées juste après une crue avalancheuse. Actuellement, elles sont très coûteuses et demandent encore à être définitivement validées. Mais cette approche pourrait être très intéressante à l'avenir.

2.3. Carte des dangers (carte des aléas)

Le temps de retour (100 ans), retenu en France pour établir la carte des dangers dont découle la carte réglementaire avec ses règlements de construction, semble un choix pertinent. En effet, il paraît difficile de délimiter valablement l'extension d'une avalanche pluri-centennale, du fait des chroniques disponibles (trop courtes en général) et surtout des changements climatiques en cours. En revanche, il est utile d'évaluer les emprises maximales (ARE), même approximativement, afin de définir les zones dont la population devrait être évacuée ou confinée en cas de danger exceptionnel.

Les seuils d'intensité 3-30 kPa sont classiques ; il serait peut-être possible de relever le seuil de 30 kPa à 40 kPa, ou même à 50 kPa (bien qu'en Autriche il ait été baissé à 10 kPa après 1999). Cette question devrait être abordée avec des spécialistes en génie civil.

► **Suggestion 13 : revoir les couleurs utilisées pour une meilleure compréhension.**

Pour faciliter la lecture de la carte, on pourrait utiliser les couleurs suivantes :

- Rouge : zone de danger élevé ;
- Orange : zone de danger moyen ;
- Jaune : emprise maximale ;
- Vert : forêts de protection.

Attention : ne pas employer les termes de l'échelle européenne, utilisés pour qualifier le danger dans les bulletins journaliers.

► **Suggestion 14 : critiquer les scénarios de modélisation.**

Il conviendrait d'avoir un « double regard », au moins sur :

- La délimitation des zones de départ (superficie) ;
- Le volume initial de neige mise en mouvement ;
- La trajectoire du flux ;
- La sensibilité de la modélisation aux paramètres choisis.

Ce contrôle devrait être effectué par un service technique expert comme l'INRAE, intervenant (systématiquement ?) en appui des bureaux d'études.

► **Suggestion 15 : employer plusieurs modèles et pas seulement le modèle RAMMS.**

L'INRAE dispose d'une véritable expertise dans le domaine de la modélisation des avalanches. Il serait bien qu'il réalise un logiciel (avec une interface conviviale et un mode d'emploi détaillé précisant notamment les bons paramétrages) qui serait fourni aux bureaux d'études ; cela permettrait de confronter les résultats de différents modèles et d'affiner ainsi l'analyse.

2.4. Carte réglementaire

Le fait de disposer d'une carte réglementaire, en France, permet de mieux moduler le règlement, en particulier dans la zone bleue. C'est donc un atout certain.

► **Suggestion 16 : améliorer la lisibilité de la carte réglementaire.**

La carte réglementaire devrait indiquer le parcellaire, mais aussi les voies de communication et les cours d'eau.

► **Suggestion 17 : faire figurer des « étiquettes » sur les différentes zones.**

Une étiquette peut comprendre l'identificateur de la zone suivi d'une lettre indiquant le règlement s'y appliquant (ce principe a été adopté pour la carte réglementaire de Chamonix, réalisée par la DDT 74). Par exemple : une zone bleue étiquetée « 15B » serait la zone identifiée par le n°15 et à laquelle s'applique le règlement « B ».

Les règlements devraient être consultables depuis la carte (par un clic sur l'étiquette ou sur la zone, par exemple).

► **Suggestion 18 : faire figurer les emprises maximales (ARE) sur la carte réglementaire.**

La carte réglementaire est le document qui indique la réglementation sécuritaire s'appliquant dans les différents lieux concernés par des avalanches. La zone jaune ARE étant touchée par des avalanches, il est logique qu'on y applique aussi un règlement. Il est donc logique qu'elle figure sur la carte réglementaire.

La réglementation, pour une zone jaune ARE, pourrait être : obligation d'afficher les consignes d'évacuation/confinement dans l'entrée de tout bâtiment pouvant être loué ; interdiction d'encombrer les accès...

CONCLUSION

La France dispose d'un excellent outil pour alarmer la population, avec l'automate d'alerte qui a été testé à Chamonix. Celui-ci pourrait être amélioré en envoyant un SMS, en complément de l'appel téléphonique. Il pourrait également être « épaulé » par une app pour smartphone et un site Internet, en s'inspirant de ce qui a été développé en Suisse (cf. app AlertSwiss et site <https://www.dangers-naturels.ch>).

La cartographie pourrait être améliorée en prenant quelques mesures simples.

Actuellement, c'est la diffusion de l'information qui semble être « le maillon le plus faible ».

Il faudrait fournir au public :

- La carte des avalanches (CLPA) ;
- La carte des dangers (carte des aléas) ;
- La carte réglementaire ;
- Le glossaire ;
- Le règlement.

Pour les services techniques et bureaux d'études, on pourrait ajouter :

- Les fiches signalétiques de la carte des avalanches (CLPA) ;
- Les données de l'EPA ;
- Les données et photographies du RTM.

Remarques :

a) Certaines suggestions concernant la cartographie supposent une évolution méthodologique ne pouvant résulter que d'une concertation des différents acteurs. C'est évidemment une tâche assez lourde mais... on peut/doit toujours essayer de mieux faire !

b) Une carte des risques serait très utile pour les services de sécurité chargés de l'évacuation. Cette carte devrait être établie en intégrant les données sur l'occupation des divers bâtiments exposés et sur la fréquentation des routes menacées. A défaut, la carte des dangers (carte des aléas) peut être utilisée si elle représente le bâti, les voies de communication et les emprises maximales (zones jaunes). On pourrait donc recommander aux mairies d'afficher la carte des dangers (carte des aléas) pour toujours disposer, immédiatement, de ce document très utile pour la gestion de crise.