



HAL
open science

La carte de localisation des phénomènes d'avalanche (CLPA) : enjeux et perspectives

Mylène Bonnefoy-Demongeot, G. Borrel, D. Richard, L. Belanger, Mohamed
Naaïm

► **To cite this version:**

Mylène Bonnefoy-Demongeot, G. Borrel, D. Richard, L. Belanger, Mohamed Naaïm. La carte de localisation des phénomènes d'avalanche (CLPA) : enjeux et perspectives. Sciences Eaux & Territoires, 2010, 2, p. 6 - p. 14. 10.14758/SET-REVUE.2010.2.02 . hal-00528259

HAL Id: hal-00528259

<https://hal.science/hal-00528259>

Submitted on 21 Oct 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La carte de localisation des phénomènes d'avalanche (CLPA) : enjeux et perspectives

Après presque quarante ans d'existence, la carte de localisation des phénomènes d'avalanche (CLPA) constitue aujourd'hui un outil incontournable pour la prise en compte du risque d'avalanche dans l'aménagement et la gestion des territoires de montagne. Pour optimiser la sécurité des zones urbanisées, ce dispositif a su se rénover par une mise à jour régulière et étendue des données et l'étude de nouvelles zones, mais aussi par une meilleure diffusion auprès des opérationnels et du public concernés. Les auteurs nous rappellent ici l'évolution du fonctionnement de la CLPA et l'intérêt d'élargir la valorisation de ses données dans de nouveaux outils scientifiques.

D

epuis la création de sa division « Nivologie » en 1971, l'entité qui est devenue aujourd'hui le Cemagref a complété et géré deux bases de données, dont la vocation opérationnelle est complémentaire d'une valorisation scientifique des données :

- commencée au dix-neuvième siècle, l'enquête permanente sur les avalanches* (ou EPA*) conserve la date d'événements se produisant dans plus de quatre mille cinq cents sites sélectionnés des Alpes et des Pyrénées françaises, ainsi que quelques renseignements complémentaires ;
- initiée à la suite de l'avalanche catastrophique de Val d'Isère en 1970 (trente-neuf morts), la carte de localisation des phénomènes d'avalanche (ou CLPA*) enregistre, sur une carte au 1/25 000, les limites extrêmes, suffisamment étayées pour être reportées, de toutes les avalanches connues s'étant produites dans les massifs alpin et pyrénéen français (la CLPA couvre à ce jour plus de la moitié de la surface correspondante).

Le 9 février 1999, une avalanche exceptionnelle fit douze victimes au hameau de Montroc (Chamonix, Haute-Savoie). La mission de retour d'expérience examina, entre autres, les deux dispositifs français d'observation des avalanches. Le ministère chargé de l'environnement a alors décidé de rénover et poursuivre l'observation des avalanches, notamment au titre de la CLPA, et en a confié la mission au Cemagref, avec la participation de l'Office national des forêts (ONF*). Les principes et la démarche ont été formalisés au travers d'une convention-cadre pour la période 2002-2006.

La convention-cadre, en systématisant la connaissance de ce phénomène naturel, a notamment permis que soit reconnu le caractère de service public de l'observation des avalanches.

La rénovation a principalement porté sur la normalisation des processus de collecte et de gestion des données, l'achèvement de la numérisation de la carte et des fiches signalétiques des témoignages, la rédaction de notices par massif synthétisant les principales informations sur les avalanches, la mise en place d'une mise à jour permanente de la carte et la mise en ligne de toutes les informations sur un site internet (www.avalanches.fr) (figure 1).

1 Page d'accueil du portail www.avalanches.fr

Page d'accueil du portail www.avalanches.fr

Accueil

Observer les avalanches

- Présentation
- Principes
- Questions
- EPA
- CLPA
- Précipitations avalanches
- Conservation des données
- CLPA
- Mémoires par massif
- Précipitations avalanches
- Autres données
- Documentation

Sites sensibles

- Présentation
- Résultats

Construire en montagne

- Présentation
- Aspects historiques
- Risque
- Impact sur les constructions
- Efforts sur les constructions
- Réponses constructives
- Références d'urbanisme
- Conclusion

BD Glaciers à risques

Autres ressources

- Présentation
- Croisiers EPA, CLPA et CLPA
- Contacts et liens
- Autres
- Autres documents
- Galerie photos

>>> **NOUVEAU** <<<<
Prévisions : Etatnet des programmes avalanche

Accès réservé

Identifiant

Terminer

Bienvenue sur ce site consacré aux programmes d'études des avalanches

Vous cherchez des informations sur l'observation des avalanches et sur "précipitations avalanches" :

Vous cherchez des informations sur les sites sensibles :

Vous cherchez des informations sur la construction en montagne :

Vous cherchez des informations complémentaires sur les avalanches :

Autres informations sur les avalanches sont également disponibles sur les sites suivants :

- Connaissance et conseils sur la neige et les avalanches : Aréna
- Estimation des risques de départ d'avalanche : Méteo France
- Dynamique des avalanches et protections : Cemagref
- Prévention des risques d'avalanches : prim.net
- Pratiques sportives de la neige : FFME et CAF, entre autres

Depuis 2007, le dispositif se poursuit au travers de conventions annuelles dans le prolongement des mesures décidées et mises en place précédemment. Les efforts se sont concentrés sur la stabilisation des méthodes et le choix de meilleurs outils. Outre la réussite des opérations au plan technique et organisationnel, les évolutions principales portent actuellement sur la mise en place d'un fonctionnement pérenne à partir de 2011. Sur un plan plus large, cette rénovation ouvre de nombreuses perspectives, tant pour l'emploi des données pour tous les projets d'aménagement et de gestion des territoires de montagne et l'information du public, que pour de nouvelles visées scientifiques : données d'entrées pour les simulations numériques d'écoulement et d'arrêt des avalanches, étude de modèles régionaux d'avalanches, analyse spatiale des zones avalancheuses (zones de départ notamment), mise en application des résultats de recherches sur des systèmes d'informations intégrateurs. Les applications et perspectives rendues possibles par la CLPA sont détaillées ci-dessous en parallèle de la présentation de ce dispositif et de ses évolutions.

Pourquoi observer les avalanches ?

Le recueil, le traitement et le porter à connaissance des événements historiques connus constituent le premier moyen de connaissance des phénomènes avalancheux dans leurs dimensions spatiale et temporelle. Ils sont un outil indispensable pour l'information du public et constituent aussi la base des modalités de prise en compte du risque d'avalanche dans l'aménagement du territoire.

Le déclenchement et la dynamique des avalanches sont physiquement très complexes. Il est en général impossible de déterminer les sites précis où se déclencheront des avalanches, même à une échéance de quelques heures. La connaissance de l'aléa* à l'échelle locale est donc particulièrement difficile.

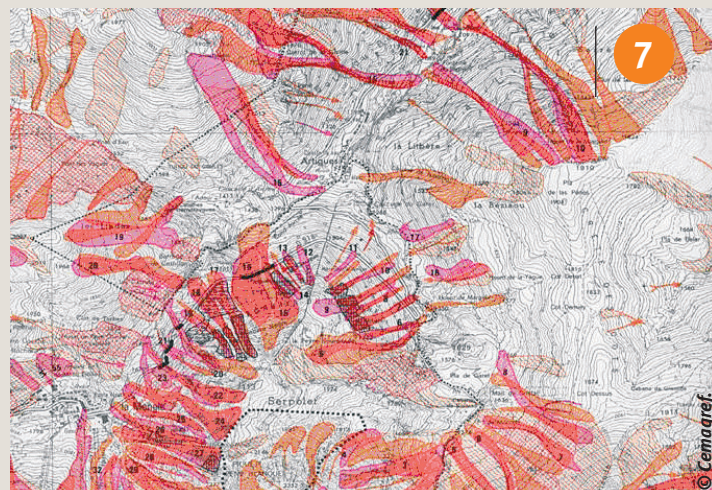
En conséquence, toutes les décisions de prévention et de gestion du risque concernant les enjeux* fixes résultent d'expertises basées fondamentalement sur la connaissance des événements historiques. Il faut donc disposer d'informations fiables, objectives et systématiques.

Mais les avalanches ne laissent souvent que des traces discrètes dans l'environnement, et les témoignages sont rares et centrés sur les dégâts plus que sur la description précise et complète du phénomène. Aussi, l'observation des avalanches constitue-t-elle le premier moyen de connaissance de ces phénomènes : elle forme le socle de la connaissance et de l'affichage de l'aléa.

La CLPA, une carte-inventaire des avalanches

Origines

Suite à l'avalanche meurtrière du 10 février 1970, qui a coûté la vie à trente-neuf personnes dans un bâtiment UCPA* (Union nationale des centres sportifs de plein air) de Val d'Isère, le rapport de la Mission interministérielle



② Extrait de la CLPA (CLPA Pic du Midi Néouvielle 1992)

d'étude sur la sécurité des stations de montagne, présidée par le Préfet Saunier, a recommandé « l'établissement (...) d'une carte-inventaire des avalanches ». Cette mission a été confiée à l'époque à la division « Nivologie » du CERA FER* (devenu depuis CTG REF*, puis Cemagref) en collaboration avec l'IGN*. Appelée alors carte de localisation probable des avalanches ou CLPA (avec les évolutions plus récentes des concepts liés à la gestion du risque, le qualificatif *probable* est devenu ambigu en regard de la signification exacte de la CLPA), l'objectif de cette carte était de faire l'inventaire des phénomènes historiques connus ou dont les traces sont visibles sur le terrain. La vocation projetée était de conserver une mémoire précise des zones où des avalanches se sont effectivement produites dans le passé. La CLPA était principalement constituée d'une carte papier au format A0, tout d'abord à l'échelle du 1/20 000 puis du 1/25 000, où étaient conjointement reportées les extensions maximales des avalanches reconnues d'une part par photo-interprétation* (figurés orange) et d'autre part par enquête sur le terrain (figurés magenta). Par la suite, et à titre informatif, les principaux travaux de protection réalisés à la date de l'enquête ont été ajoutés en surcharges noires. Les fiches signalétiques étaient déjà établies pour décrire les avalanches issues de l'enquête sur le terrain et désignées sur la carte par un numéro.

Les premières cartes ont ainsi été établies depuis 1970 jusque dans les années 1980. À partir des années 1990, grâce à l'intervention des régions concernées, les cartes existantes ont été mises à jour pour la première fois et de nouvelles zones ont été étudiées.

À la même époque, l'apparition des systèmes d'information géographique (SIG*) a permis la numérisation de l'ensemble de la CLPA.

Description

La carte de localisation des phénomènes d'avalanche (ou CLPA) est avant tout une description des phénomènes observés ou historiques, ayant pour vocation d'informer et de sensibiliser les acteurs de la prévention du risque d'avalanches et plus généralement la population sur l'existence, en territoire de montagne, de zones où des avalanches se sont effectivement produites dans le passé, représentées par les limites extrêmes atteintes (figure ②). Son établissement ne fait l'objet d'aucune analyse prospective. La CLPA ne porte aucune appréciation sur l'intensité ou la fréquence* du phénomène dans les zones étudiées.

1 Travail de photo-
interprétation à l'aide
d'un stéréoscope.



► Principes de réalisation

L'interprétation des événements passés

La photo-interprétation consiste en l'étude stéréoscopique de couples de photographies aériennes en noir et blanc d'été, généralement disponibles à l'échelle du 1/30 000 (photo 1), et a pour objet de mettre en évidence les traces physiques laissées par les avalanches passées (photo 2). Les principales sont les dépôts (éboulis, blocs traînés, moraines nivales*), les marques dans la végétation : trouées en forêt, selon la ligne de plus grande pente, zones plus clairsemées ou de mélézin*, lignes d'arbres semblant plus jeunes (taille différente de celle des plantes environnantes) ou partiellement arrachés, zones d'arbustes (aulnes, bouleaux plus ou moins buissonnants, sorbiers*...), et les traces de destruction (arbres cassés, parfois ruines d'habitations...). Ceci permet de caractériser essentiellement le trajet et parfois la zone d'arrêt des avalanches, mais pas de « fermer » leur contour sur la carte, particulièrement pour les zones de départ.

La personne chargée de l'interprétation est donc contrainte d'effectuer une analyse complémentaire des photos pour terminer son travail. L'étude stéréoscopique* permet ainsi un examen minutieux de la topographie et la recherche de divers indices géomorphologiques* favorables au déclenchement des avalanches : pentes fortes (30 à 50°), de dénivelée suffisante, spécialement celles de profil longitudinal convexe, terrain lisse (éboulis fin, dalles, glacier, herbe couchée...), présence de sources ou de végétation arbustive (rhododendron...). Ainsi, sont essentiellement précisées les zones de départ qui se situent fréquemment au-dessus de la limite de la forêt. Enfin, le photo-interprète ne peut souvent faire appel qu'à son expérience pour « arrêter » les avalanches à l'aval, en l'absence fréquente de traces évidentes.

La photo-interprétation permet de relever soit des manifestations évidentes du phénomène étudié, soit d'établir de simples présomptions. Elle permet de retrouver des

phénomènes anciens sortis des mémoires et prend toute son importance dans les secteurs peu ou pas connus. Un de ses grands avantages réside dans son indépendance vis-à-vis de toute contrainte humaine, économique ou politique. Cet avantage ne peut malheureusement masquer les insuffisances et la subjectivité de l'interprétation des clichés aériens, plus particulièrement dans les zones d'arrêt.

C'est pourquoi ce travail est désormais complété par un parcours soigneux du terrain, effectué de préférence par l'auteur de la photo-interprétation, afin de préciser cette dernière par la recherche de détails qui auraient pu passer inaperçus à l'examen des photographies aériennes. L'observation de terrain a pour but, outre le contrôle de la validité de la photo-interprétation, la recherche d'indices supplémentaires manifestes que cette dernière n'aurait pas fait apparaître, tels que les branches cassées sur les côtés d'un couloir, les troncs brisés isolément, des dégâts sous couvert forestier, l'existence de microreliefs ou d'altérations très localisées du couvert végétal ou du sol, par exemple.

Cet apport de données complémentaires prend toute son importance lorsque le secteur étudié est mal connu, donc le recueil de témoignages vraisemblablement insuffisant ou peu fiable. S'agissant de données « interprétées », elles figurent sur la carte dans la couche de l'interprétation des événements passés (couleur orange, figure 3).

Le recueil de témoignages

L'étude par photo-interprétation reste toutefois incomplète, tout n'étant pas décelable sur les photos, ni même après un examen complémentaire du terrain. C'est pourquoi le recours à la mémoire des habitants des zones concernées et des professionnels de la montagne se



2 Mise en évidence des
traces d'avalanches passées
par photo-interprétation.



3 Phase de recueil
de témoignages
auprès d'un habitant.

© Cemagref.

révèle indispensable, tout comme les apports de textes pouvant préciser les événements du siècle passé. L'enquête menée sur place comporte donc le recueil de témoignages (services de restauration des terrains en

montagne [RTM*], de sécurité des pistes, de l'Équipement, bergers, guides, personnes âgées...) (photo 3) et le dépouillement d'archives (photo 4) facilement accessibles et signalées par ces témoins.

Tous les renseignements obtenus auprès de ces personnes, au cours d'une confrontation au terrain, grâce à un parcours systématique (au moins visuel), en leur présence, de toute la zone à étudier sont analysés et recoupsés autant que faire se peut. Les témoignages rassemblés auprès des informateurs ou connaisseurs jugés les plus dignes de confiance sont fidèlement rapportés. Rien de plus que ce que les témoins ont bien voulu communiquer n'est exprimé. Il en est de même des documents d'archives éventuels qu'ils pourront mettre à disposition ou indiquer, lorsqu'ils sont exploitables. Aux avalanches s'ajoutent tous les ouvrages de protection fixes réalisés dans la zone de travail.

Ce type d'enquête apporte un complément indispensable et des assurances dont on ne pourrait se passer. Malheureusement, elle ne permet pas de renseigner correctement la carte dans les zones peu fréquentées. À proximité des lieux habités, les couloirs sont plus nettement individualisés et délimités par les témoins, leurs manifestations d'activité ayant eu des effets particulièrement faciles à préciser sur un territoire dans lequel les repères sont nombreux et les impacts remarquables de tous. En revanche, il est parfois beaucoup moins aisé d'y obtenir des informations de la part de ceux qui sont le plus directement concernés.

Cependant, une évolution nette des mentalités face à la mise en évidence de l'existence des zones d'avalanche a été notée au cours des dernières années : la CLPA est maintenant considérée comme un outil indispensable à la gestion du territoire, plutôt que comme une pesante contrainte.

Présentation du projet de document avant diffusion officielle

Lorsque les travaux d'enquête et de cartographie sont terminés, et avant diffusion officielle de la CLPA, le projet est présenté au(x) maire(s), aux services techniques concernés et aux personnes que le(s) maire(s) a (ont) associées.

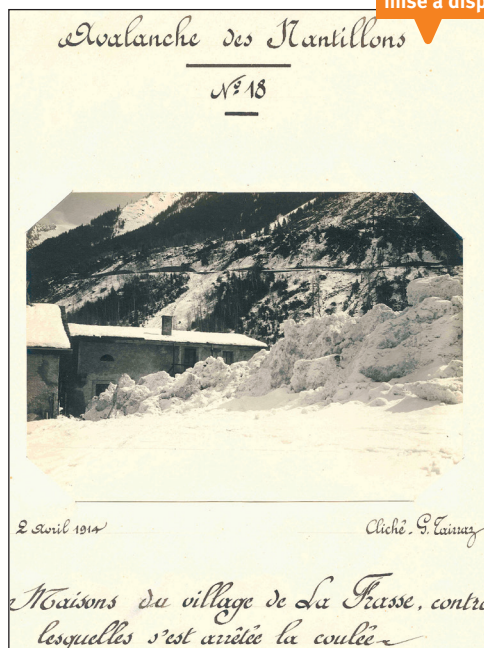
La présentation se déroule généralement comme suit. Après avoir rappelé succinctement le cadre de réalisation des travaux présentés et les principes d'élaboration et d'utilisation des CLPA, l'essentiel de la présentation est axé sur un porter à connaissance détaillé qui consiste en une présentation cartographique des emprises d'avalanches, nouvellement reportées ou modifiées, issues du recueil de témoignages et une lecture des fiches signalétiques correspondantes.

Les personnes présentes sont alors invitées à exprimer leurs observations, en particulier sur la partie « recueil de témoignages », que le Cemagref prendra en compte. Le Cemagref reste le seul responsable de l'édition définitive de la CLPA.

Les usages associés

La CLPA est donc un document informatif conçu pour renseigner toutes les personnes intéressées par l'exis-

4 Exemple d'archive
pouvant être
mise à disposition.



► tence des avalanches dans une région donnée. Elle n'a pas de valeur réglementaire proprement dite.

La CLPA contient des éléments d'information indiscutables, permettant d'envisager une solution aux problèmes de sécurité posés par les avalanches dans l'étude des projets d'équipement et d'aménagement de la montagne (voies de communication, remontées mécaniques...). Elle est de nature à éviter bien des erreurs dans l'implantation d'aménagements, dès le stade de l'avant-projet. En effet, la solution la moins coûteuse dans la lutte contre les avalanches consiste presque toujours à faire en sorte d'éviter au mieux leur trajet dès le tracé des premières esquisses d'un projet. La CLPA est particulièrement importante lors de l'établissement d'un plan d'intervention pour le déclenchement d'avalanches à l'explosif (PIDA*) en tant que document de référence où figurent tous les sites connus. Le PIDA détaille souvent les contours des zones d'avalanches à une plus grande échelle, car le but essentiel est de préciser l'emplacement des points de tir.

La CLPA est un document informatif technique qui s'adresse particulièrement aux maires et aux services administratifs ou techniques concernés par les problèmes de risques naturels en montagne. Elle est dressée pour être lue et utilisée par des spécialistes qui doivent savoir comment elle a été établie, bien connaître la nature des renseignements qu'elle contient et apprécier en connaissance de cause sa présentation et l'usage qu'ils peuvent en faire. Elle joue un rôle important dans l'établissement de plans d'évacuation et de gestion de crise, et dans l'établissement des cartes de risque (PPR* : plans de prévention des risques naturels prévisibles) et des documents d'urbanisme et d'information préventive, en tant que document informatif définissant les zones où on a noté que des avalanches se sont déjà produites.

Cependant, la carte ne peut être utilisée directement comme une carte d'aléas (élément constitutif d'un PPR). En effet, il existe une différence fondamentale entre le recueil d'événements historiques et la prédiction de zones dangereuses. L'établissement de la carte d'aléas requiert le dessin d'un document différent, où fréquence et intensité des phénomènes connus ou possibles sont prises en compte à travers une analyse fine du terrain menée par un expert. Bien qu'elle ne puisse y être reportée telle quelle, la CLPA reste cependant un élément d'appréciation très important dans la réalisation de ces cartes d'aléas.

Le nombre et l'importance de ses usages ont ainsi largement pesé dans la volonté d'amélioration du dispositif.

Améliorer et rénover le dispositif

Pourquoi rénover la CLPA ?

Plusieurs décennies après la définition du dispositif de la CLPA, une confirmation de la commande de l'État et de la mission d'opérateurs confiés à l'ONF et au Cemagref devenait nécessaire.

Suite à l'avalanche de Montroc (Chamonix), en 1999, qui a coûté la vie à douze personnes, une mission de retour d'expérience a été confiée à l'Inspection générale de l'environnement. Le rapport (Glass *et al.*, 2000) qui

en a résulté proposait alors des améliorations quant à l'élaboration de la CLPA, tant au niveau de la collecte des données que de leur diffusion.

Le Cemagref a ainsi été missionné, à ce titre et en collaboration avec l'ONF, par le ministère chargé de l'environnement au travers d'une convention-cadre pour la période 2002-2006 (Bélangier *et al.*, 2002). Cette convention a confirmé que ce programme relevait des attributions du ministère chargé des risques naturels, et a fixé le cadre de la modernisation : approche-qualité des processus, structuration des bases de données, diffusion élargie des données.

Les principales améliorations apportées sont décrites dans les paragraphes suivants.

Adopter des méthodes de traitement mieux adaptées...

La dénomination actuelle de la CLPA est : « carte de localisation des phénomènes d'avalanche ». Cette modification est destinée à mieux affirmer le caractère événementiel du document ; il s'agit d'une carte informative, enregistrant des faits *a priori* avérés. Nous avons supprimé du titre le mot « probable », ce terme évoquant les probabilités* au sens statistique, et donc l'idée que le document présenterait un caractère prospectif, ce qui n'a jamais été le cas.

Pour les mêmes raisons, la charte graphique du document a été revue (figure 3). En effet, l'ancienne symbolologie pouvait malencontreusement laisser supposer une différence d'intensité ou de fréquence entre les phénomènes représentés. Or la CLPA ne fait l'objet d'aucune analyse prospective quant à l'intensité ou la fréquence des phénomènes. Les figurés de la CLPA permettent seulement de prendre en compte différents types de phénomènes dans leur extension maximale connue et leur traduction au travers des témoignages reçus.

Par ailleurs, les principes de réalisation de la CLPA ont été enrichis.

Lors du recueil de témoignages, les zones de dégâts significatifs dus au souffle d'un aérosol sont désormais distinctement reportées des dépôts de neige délimitables de l'avalanche.

D'autre part, une observation de traces avérées du passage d'avalanches qui n'auraient pu être relevées au niveau de l'enquête de recueil de témoignages fait aujourd'hui l'objet d'ajouts à la couche de photo-interprétation figurant en orange sur la carte papier.

Enfin, la normalisation des processus de collecte et de gestion des données a été amorcée et a fait l'objet de la mise en place d'une démarche qualité en voie de finalisation.

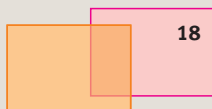
... en effectuant une mise à jour régulière des données...

Depuis la création de la CLPA, l'étendue cartographiée s'est agrandie et les données étaient mises à jour en fonction de l'importance des financements qu'il était possible de mobiliser. Mais ce n'est qu'à partir de 2002 et dans le cadre du conventionnement avec le ministère chargé de l'écologie qu'une programmation pluriannuelle de rénovation et d'extension a pu être élaborée.

3 Délimitation par interprétation des événements passés et recueil de témoignages

Délimitation par interprétation des événements passés*

Délimitation par recueil de témoignages



Avalanche

(enveloppe des emprises connues avec le numéro d'identification pour les avalanches reconnues par recueil de témoignages)



Zone d'avalanches

(dont tout point est exposé à des avalanches d'ampleur variable)



Zone présumée avalancheuse

(zone pour laquelle des informations suffisamment précises n'ont pu être obtenues ou ayant fait l'objet de renseignements non recoupés ou contradictoires)



Zone de dégâts significatifs dus au souffle d'un aérosol

(sans dépôt de neige délimitable)



Avalanche localisée

(emprise d'une largeur inférieure à trente mètres qui ne peut être représentée à l'échelle de la carte)



Avalanche localisée présumée



Liaison présumée entre avalanches

Une évolution importante de la CLPA réside aujourd'hui dans le fait que les données font dorénavant l'objet d'une mise à jour régulière.

En effet, les dépassements par de nouveaux événements des emprises connues sont relevés chaque année par les services RTM au titre d'une mise à jour annuelle de la CLPA. L'intérêt principal est, dans ce cas, de capitaliser au plus vite le maximum d'informations sur ces événements, celles-ci ayant tendance à s'estomper avec le temps sur le terrain et dans la mémoire collective. Par ailleurs, tout témoignage porté à la connaissance du Cemagref, de quelque origine qu'il soit, est, s'il est suf-

fisamment étayé, également intégré à la CLPA au titre de la mise à jour annuelle. Ainsi, en moyenne, vingt à trente mises à jour de la CLPA sont effectuées chaque année par ce biais. L'hiver 2008/2009 a été particulièrement riche en la matière avec plus de quatre-vingt dix modifications principales comptabilisées. La dernière crue avalancheuse du mois de décembre 2008 est en effet venue nous rappeler la vulnérabilité de l'homme et de ses activités vis-à-vis de la montagne et la pertinence à garder en mémoire, et ainsi tirer des enseignements, de tels événements.

D'autre part, chaque zone étudiée fait l'objet d'une enquête plus approfondie tous les dix ans dans le cadre d'une mise à jour décennale. Cela permet de faire un bilan régulier des mises à jour annuelles, de relever d'éventuels dépassements d'emprises qui seraient passés au travers ou hors du réseau de la mise à jour annuelle, et enfin, de réactualiser de façon homogène l'ensemble des zones étudiées au titre de la CLPA. Cette mise à jour est effectuée depuis 2003 sur chaque zone délimitée et étudiée jusqu'alors. Elle sera faite au terme de 2011, commune par commune.

Les contours modifiés sont intégrés immédiatement à la base de façon à pouvoir mettre à disposition du public, comme des utilisateurs, les données les plus récentes. Celles-ci sont alors installées sur un site internet géré par le Cemagref pour le ministère chargé de l'écologie, www.avalanches.fr, où il est possible à chacun de les consulter.

... pour une mise à disposition plus large et plus appropriée des données

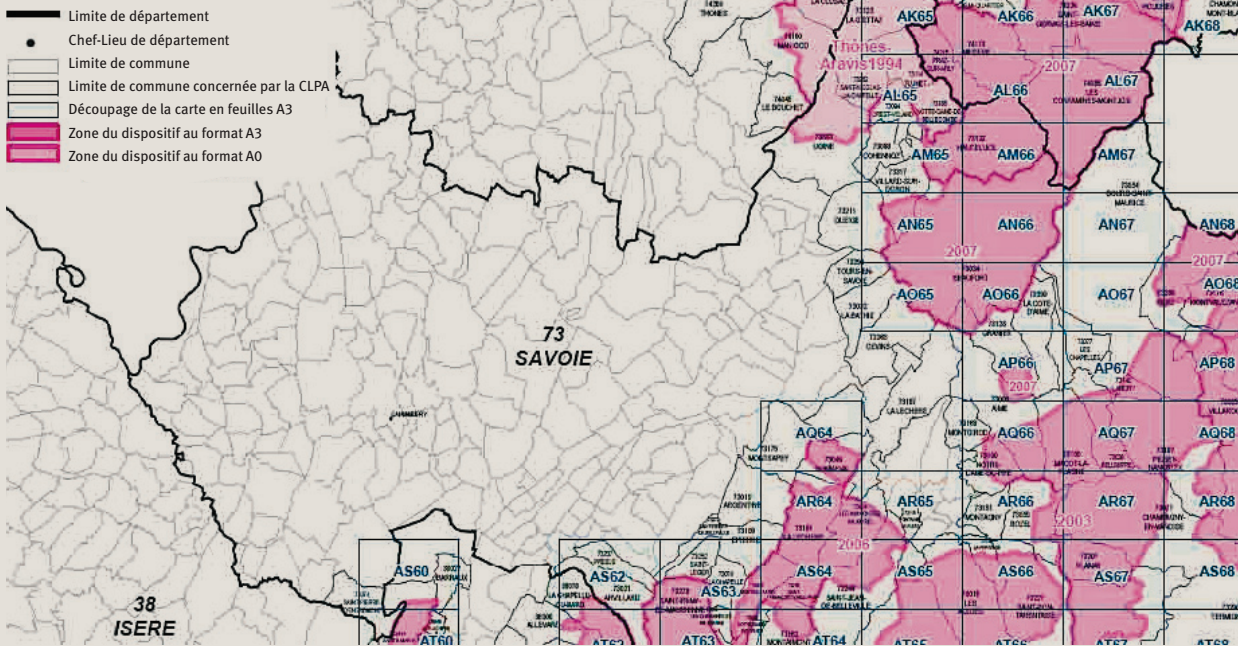
La CLPA est toujours constituée d'une carte, à l'échelle du 1/25 000, où sont reportées, dans leur extension maximale constatée, les limites suffisamment précises et confirmées d'événements historiques connus, ainsi que de sa légende et d'un recueil de fiches signalétiques concernant chaque avalanche numérotée sur la carte.

Cette carte est désormais diffusée sous la forme d'un ensemble de feuilles A3, référencées selon une grille régulière et unique pour les Alpes et les Pyrénées (figure 4), afin d'en faciliter la mise à jour. La CLPA est aujourd'hui systématiquement accompagnée du plan d'assemblage des feuilles par département (figure 4), du guide d'utilisation concernant sa réalisation, son usage et ses limites d'emploi, ainsi que d'une notice descriptive de la situation rencontrée dans la zone étudiée en ce qui concerne les avalanches, appelée « notice par massif » en référence aux massifs délimités par Météo France pour la prévision du risque d'avalanches (PRA*) (trente trois notices par massif ont été rédigées à ce jour). La CLPA se présente ainsi sous la forme d'atlas regroupant l'ensemble de ces documents. Ces atlas sont largement diffusés dans les mairies concernées et les services techniques chargés de la gestion du risque d'avalanche.

Les données géographiques de la CLPA ont été géoréférencées et recalées sur un fond topographique de référence unique et la présentation des données, contenues dans les tables attributaires où sont conservés les renseignements complémentaires des simples objets géoréférencés, a été standardisée.

4 Extrait du plan d'assemblage de la Savoie et aperçu de la grille régulière unique

Source : MEDDAT - ONF - Cemagref



- Le contenu des fiches descriptives des emprises d'avalanches numérotées sur la carte a été précisé et est actuellement numérisé ; les fiches existantes ont été informatisées, et les renseignements qu'elles comportent intégrés dans la nouvelle présentation du document.

L'ensemble des cartes et fiches signalétiques sont actuellement disponibles sous forme d'images et de données SIG sur le site internet www.avalanches.fr. Les autres documents de la CLPA (guide d'utilisation, légende, notices par massif, plans d'assemblage...) sont également visibles sur le site.

Les informations cartographiques sont reprises pour alimenter des données correspondantes sur le site <http://cartorisque.prim.net/> dédié à l'information préventive et dans la couche « zones à risques » du géoportail <http://www.geoportail.fr/>.

Étendre les surfaces traitées pour parfaire la connaissance territoriale des zones dangereuses

La rénovation des cartes existantes concerne à ce jour 556 000 ha sur les 725 000 ha de la CLPA qui seront intégralement mis à jour d'ici 2011 (figure 5).

L'évolution des enjeux entraîne de nouveaux besoins de connaissance des avalanches. Environ 93 000 ha ont déjà pu être étudiés, grâce notamment à la participation de certaines collectivités sur leur territoire, dans les Alpes et les Pyrénées.

Au total, 380 communes des Alpes et des Pyrénées sont concernées par la CLPA. Cela représente plus de 25 000 emprises d'avalanches enregistrées et plus de 13 000 témoignages recueillis.

Dans le futur, chaque feuille fera donc l'objet d'une révision globale tous les dix ans. Des études sur les massifs non encore couverts par la CLPA et pouvant présenter des enjeux (Massif central, Corse) seront aussi envisagées.

Applications et perspectives

Cet effort de remise à niveau et de large diffusion des données a eu pour but essentiel de faciliter aussi bien le travail des techniciens de terrain que l'accès du plus grand nombre aux informations qu'elles contiennent, conditions nécessaires à une amélioration de la prévention des dangers liés aux avalanches.

La nature purement informative des données exclut toute visée prospective : seule une connaissance approfondie de la montagne et du phénomène « avalanche » permet d'en tirer des conclusions en ce qui concerne le degré de menace sur les enjeux. Par la connaissance améliorée du passé qu'elles proposent, elles sont de nature à faciliter le travail des experts, ainsi que celui des chercheurs.

Au niveau technique

Ces données sont utilisées pour la majorité des décisions de prévention et de gestion du risque d'avalanche : urbanisme (plan local d'urbanisme), dispositif de prévention (plans de prévention des risques naturels prévisibles), mesures de prévention et de sauvegarde (évacuations, plans communaux de sauvegarde), voies de communication (fermeture et ouverture à la circulation, choix d'emplacement), infrastructures (barrages et retenues d'altitude, lignes électriques, aménagement des stations de ski)... Ces très nombreuses données sur les phénomènes survenus forment un ensemble envié d'informations au

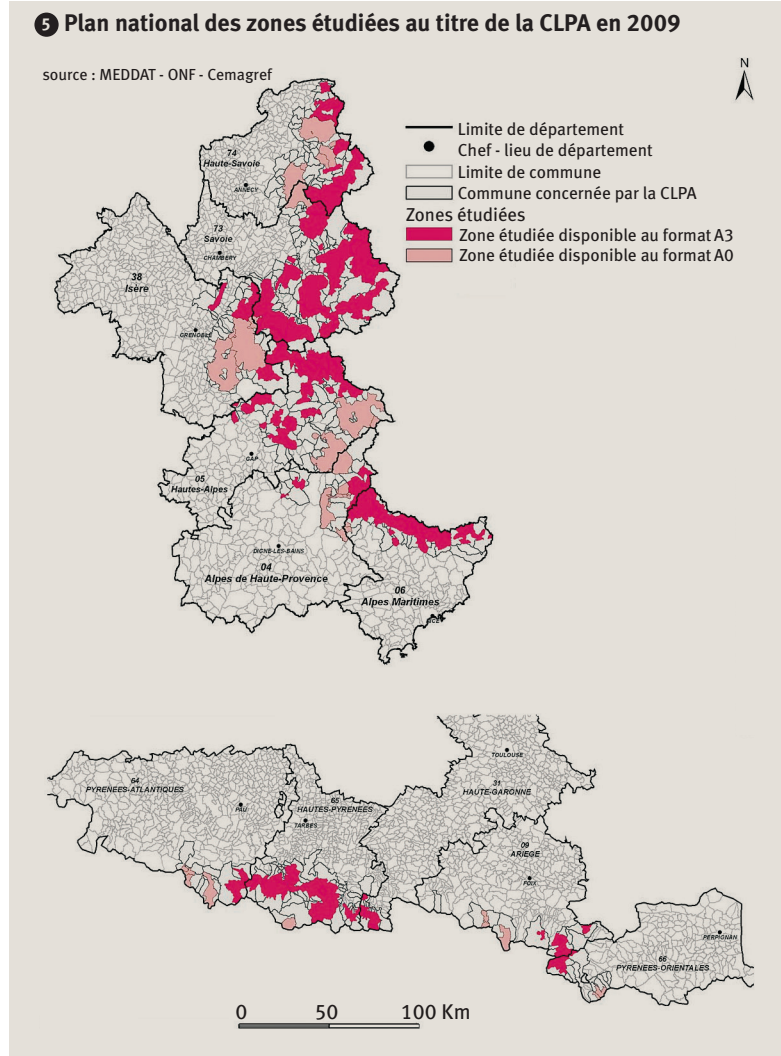
niveau mondial. Toutefois, elles n'étaient jusqu'à présent connues et accessibles qu'à un public initié.

Au plan informatique, il reste encore à organiser les mises en relation des données cartographiques et textuelles pour assurer au mieux la traçabilité des données. Enfin, l'ère informatique voit l'émergence d'autres bases de données complémentaires vis-à-vis desquelles il serait réciproquement intéressant d'associer nos réflexions dans l'objectif actuel d'améliorer l'information publique.

Au niveau scientifique

Les compétences acquises, depuis la mise en place du dispositif, permettent aujourd'hui à nos équipes de réfléchir à une méthodologie relevant d'une démarche experte de relevé des événements. Outre une amélioration continue de la qualité des données que cela peut apporter, cette réflexion apportera très certainement des éléments à l'élaboration et à l'amélioration des outils d'aide à la décision.

La base de données des emprises de la CLPA est unique au monde. Elle couvre une grande partie des territoires montagneux anthropisés et elle contient une information spatialisée, intégrée sur une longue durée, d'une richesse exceptionnelle. Si nous réussissons à extraire et formaliser cette information, nous pourrions l'exploiter, d'une part pour transférer l'information vers des couloirs non couverts par la CLPA, et d'autre part, pour comparer des emprises CLPA entre elles dans un même secteur et détecter les éventuelles anomalies. Une manière de réaliser cette formalisation consistera à exploiter un des produits de nos recherches sur la dynamique des avalanches. Il s'agit des modèles de propagation qui permettent d'accéder aux grandeurs de l'écoulement d'une avalanche sur l'ensemble de son parcours. Une des sorties de ces modèles est l'extension maximale de l'avalanche et les limites du dépôt. L'application de ces modèles sur un couloir donné nécessite une connaissance fine de la topographie du couloir (sous la forme d'un modèle numérique de terrain ou MNT* par exemple), l'identification des limites de la zone de départ, et la connaissance de l'épaisseur et des propriétés rhéologiques* de la neige mobilisée. Pour rétro-analyser chaque emprise de la CLPA, il faut définir les conditions d'entrée et comparer les sorties du modèle aux emprises de la CLPA. Les limites de la zone de départ et l'épaisseur de neige sont les entrées du modèle. Comme les emprises de la CLPA correspondent *a priori* à des événements rares à extrêmes, nous pouvons par exemple choisir de fixer la zone de départ à son extension maximale et l'épaisseur de neige à une référence rare telle que la référence centennale. Pour les contours de la zone de départ, nous pourrions traduire les règles expertes existantes sous la forme d'algorithmes dans un système d'information géographique, ce qui permettra une reconnaissance automatique des limites de la zone de départ à partir du modèle numérique du terrain. En fonction des résultats, les limites des zones de départ contenues dans la CLPA peuvent être exploitées pour affiner ou contraindre les règles expertes. L'étape suivante, étape d'inférence*, consistera à rechercher, par un processus itératif, les paramètres de frottement qui



minimisent la différence entre l'emprise historique et l'emprise obtenue par simulation. Cette procédure est à appliquer par secteur homogène sur le plan climatique et il sera nécessaire, pour évaluer la capacité prédictive de cette méthode, de réaliser la phase d'apprentissage sur une partie de la CLPA et garder une partie des couloirs pour le test. La distribution statistique, la variabilité spatiale, au sein d'un même massif et entre massifs, des paramètres de frottement seront utilisées et d'éventuelles corrélations aux climats seront recherchées.

Ce projet de recherche nous permettra l'extraction et la formalisation d'une partie de la connaissance contenue dans la CLPA (modèle + distribution statistique de ses paramètres) qui pourrait servir à la prédétermination des emprises d'avalanches sur les couloirs situés hors zone étudiée au titre de la CLPA.

Tous les travaux que l'on peut envisager sur la CLPA exigent la maîtrise et la mise en œuvre d'outils de manipulation d'objets surfaciques et vectoriels et requiert le développement d'un environnement mathématique spécifique permettant la manipulation d'objets spatiaux.

Ce projet prendra vraisemblablement plusieurs années avant d'aboutir. En attendant, les données de la CLPA

► sont déjà utilisées par les services RTM pour prédéterminer les enveloppes des zones de départ et par nous-mêmes pour l'étude du bâti intercepté par les emprises d'avalanche au titre de la CLPA. La CLPA offre des possibilités de recherches et de développements divers et variés aussi bien dans le domaine de l'expertise qu'en matière d'urbanisme, de zonage des risques d'avalanche et d'évaluation économique du risque.

Conclusions

Les multiples applications et intérêts devraient permettre, et permettent déjà, d'améliorer les outils disponibles pour la connaissance des avalanches. Ils engagent à poursuivre l'activité d'observation, initiée il y a un peu plus d'un siècle pour ce qui est de l'EPA et confirmée ces dernières décennies avec la CLPA, dont la nécessité restera incontestable tant que le déclenchement et la dynamique des phénomènes ne seront pas maîtrisés.

Par ailleurs, il est important de souligner que l'on ne sait pas grand-chose, au stade actuel, des évolutions possibles des avalanches en conséquence du changement climatique : les incertitudes sont encore très importantes, *a fortiori* pour les événements rares qui concernent les lieux habités. En tendance, il devrait y avoir moins de neige en basse à moyenne altitude ; par contre, la question n'est pas tranchée en haute altitude en raison de l'augmentation annoncée des précipitations hivernales. Par ailleurs, l'incidence du changement climatique sur la nature de la neige mobilisable et donc l'occurrence, la propagation et l'arrêt des avalanches, n'est pas connue. Par conséquent, pour les événements d'avalanche rares ou extrêmes, qui intéressent en général la sécurité des lieux urbanisés, le changement climatique entraînera probablement une modification de leurs conditions d'occurrence ou de leurs caractéristiques, mais l'on ne sait pas encore si cela entraînera une augmentation ou une diminution des phénomènes. Ces évolutions et leurs incertitudes confirment la nécessité du maintien d'un dispositif robuste d'observation continue des avalanches.

Quoi qu'il en soit, la rénovation du dispositif global permet dès maintenant aux services concernés, et maintenant à tous les publics, de disposer de données essentielles pour la prévention des risques d'avalanches. ■

Les auteurs

Mylène Bonnefoy

Cemagref, centre de Grenoble,
UR ETGR, Érosion torrentielle,
neige et avalanches,
2 rue de la Papeterie,
BP 76,
38402 Saint-Martin d'Hères Cedex
mylene.bonnefoy@cemagref.fr

Gilles Borrel

Cemagref, centre de Grenoble,
UR ETGR, Érosion torrentielle,
neige et avalanches,
2 rue de la Papeterie,
BP 76,
38402 Saint-Martin d'Hères Cedex
gilles.borrel@cemagref.fr

Didier Richard

Cemagref, centre de Grenoble,
UR ETGR, Érosion torrentielle,
neige et avalanches,
2 rue de la Papeterie,
BP 76,
38402 Saint-Martin d'Hères Cedex
didier.richard@cemagref.fr

Laurent Bélanger

DDA du Doubs,
6 rue du Roussillon,
BP 1169,
25003 Besançon
laurent.belanger@equipement-
agriculture.gouv.fr

Mohamed Naaim

Cemagref, centre de Grenoble,
UR ETGR, Érosion torrentielle,
neige et avalanches,
2 rue de la Papeterie,
BP 76,
38402 Saint-Martin d'Hères Cedex
mohamed.naaim@cemagref.fr

QUELQUES RÉFÉRENCES CLÉS...

- GLASS, B., HUET, P., RAT, M., TORDJEMAN, R., 2000, *Retour d'expérience sur l'avalanche du 9 février 1999 à Montrou, commune de Chamonix*, conseil général des ponts et chaussées, Inspection générale de l'environnement, ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, en ligne sur <http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/2k1009-rapportchamonix.pdf>, 69 p.
- BELANGER, L., DOUARD, P., SIMON, P., CASSAYRE, Y., RICHARD, D., BURNET, R., STRAZZERI, D., 2002, *Convention cadre pour la mise en place, la modernisation, la diffusion et la gestion des bases de données sur les avalanches*, ministère de l'Écologie et du Développement durable, Sous-direction de la prévention des risques majeurs, Cemagref, ministère de l'Agriculture, Office national des forêts, 67 p.