

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 74 (1978-1979)  
**Heft:** 353

**Artikel:** Glissements de terrains et aménagement de la montagne  
**Autor:** Antoine, Pierre  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-277400>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

BULLETIN N° 229 des Laboratoires de Géologie, Minéralogie, Géophysique  
et du Musée géologique de l'Université de Lausanne

## Glissements de terrains et aménagement de la montagne<sup>1</sup>

PAR

PIERRE ANTOINE<sup>2</sup>



*Résumé.* – L'aménagement intensif de la montagne pour les loisirs des citadins a fait redécouvrir la notion de risque naturel. Les conséquences socio-économiques sont telles que les promoteurs de cet aménagement ne peuvent plus l'ignorer.

On examine plus particulièrement les risques naturels liés aux mouvements du sol et du sous-sol tant du point de vue de la recherche de leurs composantes que de l'influence de l'activité humaine sur leur réalisation.

La connaissance ancestrale du milieu, aujourd'hui en voie de disparition, doit malheureusement être remplacée par une réglementation. Deux solutions à ce problème, apportées par des administrations françaises et en cours d'expérimentation, sont analysées à titre d'exemple.

La montagne offre, sous nos climats, un ensemble de conditions naturelles à priori peu favorables à l'existence d'une population et au développement des activités humaines: pauvreté des sols, climat rigoureux, intensité des pentes, importance des précipitations, difficultés de communication, etc.

L'effet conjugué de ces divers facteurs conduit à une évolution permanente des paysages, perceptible à l'échelle de temps humaine. Cette évolution sera d'autant plus profonde ou rapide qu'à toutes les causes externes précédemment mentionnées s'ajoutent des conditions internes, d'origine géologique, qui caractérisent les chaînes de montagnes: plissement (donc inclinaison des couches), fracturation des masses rocheuses, nature lithologique des terrains (certaines formations propres aux orogènes – tels les flyschs – sont fréquemment très propices aux mouvements de terrains), éventuellement même sismicité plus forte.

De fait, à travers l'histoire, la montagne a-t-elle le plus souvent été considérée comme un milieu hostile où ne s'aventuraient que les proscrits

<sup>1</sup> Conférence présentée à la S.V.S.N. le 17 novembre 1977, dans le cadre du cours d'information: Les catastrophes naturelles.

<sup>2</sup> Institut de recherches interdisciplinaires de géologie et mécanique, Université de Grenoble, B. P. 53, F-38041 Grenoble.

et les persécutés. Acculés à un choix entre plusieurs maux, notamment la possibilité d'être exterminés par leurs semblables, certaines populations ont préféré courir le risque de coloniser le milieu montagnard. C'est là sans nul doute la toute première prise en compte inconsciente de la notion de risque naturel. A la quasi-certitude de la réalisation, du fait de ses contemporains, d'événements fâcheux pour lui, l'homme considérait comme plus rassurantes pour son avenir les conditions précaires offertes par le milieu montagnard. Le risque lui paraissait sans nul doute beaucoup moins grand, car mal défini et moins personnalisé.

Mais les populations montagnardes découvraient très rapidement les nombreux dangers auxquels elles se trouvaient malgré tout confrontées : avalanches neigeuses, glissements de terrains, chutes de blocs et écroulements, effondrements, coulées boueuses, érosion et débordement torrentiels, faisaient de la vie au contact de la nature une épreuve permanente. Ainsi, à travers les siècles, et sans que beaucoup de témoignages nous soient parvenus, les populations montagnardes ont acquis, en payant sans nul doute un lourd tribut en vies humaines, en biens détruits, en peines et en souffrances, une profonde connaissance de leur milieu. Ce savoir, transmis de génération en génération au point de devenir pratiquement atavique, était la meilleure assurance pour l'homme contre la tentation, pourtant limitée par suite de ses faibles moyens d'alors, de violer trop effrontément certaines règles naturelles.

Beaucoup de choses ont changé depuis ces époques pourtant bien proches de nous. L'accroissement des populations urbaines a peu à peu vidé les montagnes de leurs habitants traditionnels, mais entraîné dans le même temps un désir de retour à la nature... et la montagne exerce maintenant un attrait sans précédent sur les foules citadines, incitant aux affaires donc à l'aménagement... Pourtant, au sein de ce paradis vanté par les affiches et les dépliants touristiques, les périls anciens demeurent et, malheureusement, la sagesse et la connaissance ancestrale du milieu se sont quelque peu diluées dans l'oubli.

Mais, au fait, qui sont les «aménageurs»?

Ce sont évidemment des citadins, car qui d'autre pourrait mieux pénétrer les désirs et souhaits de ses semblables afin de les concrétiser de la façon la plus tentante qui soit? La conception des projets est également l'œuvre de citadins, coupés depuis tellement longtemps du milieu naturel qu'ils lui sont totalement étrangers. Les projets proposés visent à recréer en montagne une certaine ambiance de confort intellectuel et physique dont la présence sécurisante de nombreux individus est l'une des composantes principales. Ainsi, dans les débuts de l'aménagement de la montagne, et notamment en France pour les stations créées de toutes pièces après 1960, les auteurs de projets et promoteurs ont ignoré superbement les anciens maléfices et donné tête baissée dans les traquenards de la nature que des montagnards véritables auraient su éviter. L'inconscience se trouvait parallèlement confortée

par le développement des moyens techniques et financiers mis à la disposition des bâtisseurs, générateur d'un véritable sentiment d'orgueil, laissant à penser que rien n'était impossible à condition d'y mettre le prix.

Le rappel de quelques vérités premières fut souvent brutal et douloureux. Le risque naturel fut redécouvert sous son aspect financier quand il fallut «éponger» des déficits ou des dépassements budgétaires, ou pire encore indemniser des victimes.

La réaction de ceux qui avaient pris, pour leurs semblables, des risques parfois insensés, fut assez banale: on assista à diverses tentatives pour transférer la responsabilité individuelle à la collectivité (par le biais de l'administration ou des collectivités locales) et, en cas d'impossibilité flagrante, on invoquait la fatalité, faute de mieux, et comme au bon vieux temps.

C'est ainsi, comme d'usage, que les abus de toutes sortes, aux conséquences parfois spectaculaires, et toujours onéreuses, conduisirent les responsables de la sécurité collective à rechercher les moyens réglementaires susceptibles de les éviter. Mais des recherches à caractère scientifique avaient heureusement précédé l'action administrative. Au Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble, en particulier, le problème de la stabilité des pentes en montagne était un thème de recherche depuis 1965. Cela n'a rien de surprenant car les géologues alpins au travail dans tous les secteurs des Alpes à cette époque, de l'Ubaye à la Tarentaise, étaient souvent effarés des stupidités qu'ils voyaient naître sous leurs yeux à longueur de printemps et d'été. Cet aspect particulier de la géologie constituait un domaine privilégié de recherche où leur connaissance du milieu alpin débouchait directement sur des applications concrètes. En fait il s'agissait pour leur part de contribuer du mieux possible à la mise en garde des techniciens et du public. Il était essentiel en cette matière d'aider nos contemporains à se protéger contre eux-mêmes puisque maintes catastrophes naturelles révèlent, à l'analyse, une origine liée à l'activité humaine ainsi que l'a bien montré le Professeur AULITSKY au Tyrol: sur un ensemble donné de catastrophes dites naturelles,  $\frac{1}{3}$  seulement ne relevait que de causes strictement naturelles et  $\frac{2}{3}$  en réalité trouvaient leur origine dans l'activité humaine. Finalement 25% des accidents étaient dus à la construction d'habitations dans des zones dangereuses, 25% à des torrents non corrigés et à l'absence de protection naturelle contre les avalanches, 16,6% d'erreurs de gestion en matière d'agriculture, de sylviculture ou du mauvais choix de tracés routiers.

En France, c'est le problème des avalanches qui fut abordé en premier lieu à la suite du terrible printemps de 1970 (Val-d'Isère, Tignes, Plateau d'Assy), et des cartes d'avalanches furent rapidement dressées par un service du Ministère de l'agriculture.

Pour ce qui est des mouvements de terrain, l'action fut plus lente à se dessiner car il fallait définir une méthode d'action dans ce domaine particulièrement complexe ainsi que nous allons le montrer sommairement.

## APPROCHE THEORIQUE DU PROBLEME DE LA STABILITÉ DES VERSANTS MONTAGNEUX

Tous les géologues travaillant en montagne savent bien que deux cas très différents peuvent se rencontrer. Il existe des zones ayant subi dans leur histoire géologique récente (disons depuis la fin du Wurm par exemple soit 12000 ans BC environ) des mouvements de terrain d'ampleur variable qui se sont stabilisés au point de faire partie du paysage et de passer inaperçus: (figure 3); il n'en reste pas moins que des remises en mouvement partielles mais souvent catastrophiques peuvent s'y manifester spontanément ou bien à l'occasion de travaux. De telles zones sont à l'évidence suspectes et leur existence doit être recherchée (nous y rattachons évidemment les zones actuellement en mouvement qu'un œil exercé décèle aisément).

Un cas bien différent et beaucoup plus délicat à traiter est celui des pentes n'ayant jamais glissé, dont les conditions d'équilibre nous sont inconnues. Des circonstances exceptionnelles peuvent y déclencher, pour des raisons purement naturelles, tous types de mouvement (Exemple: catastrophe de Montaud aux environs de Grenoble en 1972). Des travaux, mal conduits ou mal adaptés, peuvent conduire au même résultat. Existe-t-il une méthode de calcul permettant dans ce cas d'évaluer le risque? Force nous est de répondre non, ou tout au moins, de préciser que, si la théorie existe pour des talus ou remblais, elle ne peut s'extrapoler aisément à des versants naturels.

En effet, l'étude théorique de la stabilité d'un talus fait intervenir trois types de données:

- *les lois fondamentales de la mécanique*, qui expriment l'état d'équilibre (la somme des forces appliquées à un solide est égale au produit de l'accélération qu'elle entraîne par la masse du corps);
- *la loi rhéologique du matériau* concerné, qui dépend de sa nature et qui se traduit par une relation entre les contraintes et les déformations et leurs dérivées par rapport au temps:

En combinant ces deux types de lois on aboutit à des équations différentielles dont l'intégration demande la connaissance de *conditions aux limites*. Le choix de celles-ci est déterminant pour que le calcul théorique approche du mieux possible la réalité, et il nous intéresse tout particulièrement car il est essentiellement guidé par des considérations géologiques.

Ainsi, *les conditions aux limites géométriques* seront définies par la morphologie externe et la répartition interne, en volume, de la matière solide; par la forme de la surface libre de la nappe souterraine et par tous les facteurs dont elle dépend, sources, zones d'alimentation, etc.

*Les conditions aux limites portant sur les efforts* prendront en compte les sollicitations appliquées sur la surface extérieure du massif (constructions, remblais, déblais, etc.) ainsi que les sollicitations liées à l'écoulement de l'eau dans le sol (détermination des pressions interstitielles).



On peut alors espérer déterminer un coefficient de sécurité qui s'exprimera, pour un site donné, par le rapport du moment de la force résistante au moment de la force motrice (ici la gravité). Quand ce rapport est supérieur à 1, les conditions de stabilité sont remplies. Le point faible de cette méthode est qu'il faut se fixer la ligne de rupture pour que le calcul soit possible. La difficulté est généralement tournée, en milieu homogène, en étudiant un grand nombre de lignes de rupture et en répétant à chaque fois le calcul; on retient comme «ligne probable de rupture» celle dont le coefficient de sécurité est le plus faible... et le glissement pourra très bien survenir le long d'un autre tracé qui n'aura fait l'objet d'aucun calcul!

L'énoncé rapide de cette méthode de calcul montre qu'elle est bien adaptée à des matériaux connus dans tous leurs détails: digues en terres, remblais, etc. C'est du reste pour eux qu'elle a été conçue.

Dès que l'on passe aux conditions naturelles, on se rend compte que la plupart des paramètres indispensables sont inaccessibles à moins de reconnaissances exorbitantes.

La constitution géologique du sous-sol peut à la rigueur s'approcher, mais les lois rhéologiques du matériau dans son gisement naturel sont inconnues ainsi que la répartition des pressions de fluide. Ces dernières par ailleurs peuvent varier grandement avec le temps. Par contre, dans certains cas, l'étude géologique permet de circonscrire assez efficacement la surface de rupture probable lorsque le géologue estime qu'elle a de bonnes chances de coïncider avec une surface structurale. Force est de faire appel à des hypothèses simplificatrices mais l'on peut se demander légitimement quelle est la valeur du coefficient de sécurité ainsi obtenu.

L'analyse théorique du phénomène permet toutefois de le mieux comprendre dans son principe et de donner une explication aux remèdes connus empiriquement depuis longtemps et d'en donner les limites:

- il est impossible de modifier les lois fondamentales de la mécanique (cela peut cependant se produire lors des tremblements de terre où, très temporairement, l'on supporte un changement brusque de la valeur de  $g$ );
- il est très difficile de modifier la loi rhéologique. Un exemple spectaculaire (qui a été tenté) est par exemple la cuisson in situ d'une masse argileuse;
- la seule intervention courante de l'homme se tient au niveau des conditions aux limites qu'il modifie souvent inconsciemment dans le mauvais sens (d'où les accidents) mais qu'il peut s'efforcer de modifier dans le sens de la sécurité (adoucissement des pentes, drainage, massif de butée, etc.).

On peut donc considérer qu'à l'heure actuelle le technicien est relativement bien armé pour lutter contre un glissement déclaré à condition qu'il soit de taille raisonnable, ou bien pour prendre lors de certains travaux les dispositions propres à éviter leur déclenchement.

Mais cela est-il suffisant au niveau de la sécurité de l'aménagement? La

réponse, à mon sens, est non. Pour que la proposition précédente soit valable il faudrait que tous les travaux soient conçus et réalisés par des techniciens avertis et compétents. Ils sont malheureusement moins nombreux qu'on ne le croit et c'est bien pour cela que les accidents sont si nombreux.

Aussi, dans ce domaine comme en beaucoup d'autres, la sécurité passe-t-elle par la prévention. C'est dans cette voie que s'engage à l'heure actuelle l'administration française par le biais des cartes de risques naturels.

### LES CARTES DE RISQUES NATURELS EN FRANCE

Il existe à l'heure actuelle deux essais officiels de cartographie de risques naturels en France. L'un, résultant d'une initiative préfectorale, a pour cadre le département de l'Isère; l'autre, bien qu'encore au stade expérimental, est réalisé dans un cadre national: il s'agit du plan ZERMOS (Zones exposées à des risques liés à des mouvements du sol et du sous-sol). Avant de commenter ces deux types de documents il nous faut passer en revue certains des caractères spécifiques de ce type de cartographie.

### GENERALITES SUR LA CARTOGRAPHIE DES RISQUES NATURELS

Comme beaucoup d'opérations complexes, la cartographie des risques naturels peut se définir de façon simple. Il s'agit, pour une région donnée, de définir le type de risques naturels susceptibles d'y développer leurs effets et de délimiter, sur un fond topographique approprié, les surfaces qui peuvent en subir les conséquences.

Cette simple énumération recèle en elle-même quelques beaux thèmes de débats. Quels facteurs géodynamiques doit-on prendre en compte en tant que cause de risque? S'offrent à nous diverses possibilités dont l'étude requiert une méthodologie très variable: avalanches neigeuses, glissements, écroulements, affaissements, inondation, érosion, séismes, chutes de météorites, etc. En France, ont été retenues: les cartes d'avalanches, les cartes liées aux mouvements du sol et du sous-sol, les cartes de sismicité.

#### *La définition du risque.*

Ensuite comment doit-on définir le risque?

Le débat risque là de devenir «philosophique». Sur un plan purement théorique le risque peut être considéré comme la probabilité pour qu'un événement donné surgisse, abstraction faite des conséquences socio-économiques qui peuvent en résulter. D'une façon plus générale, le risque est le plus souvent considéré comme un danger, un péril, un inconvénient possible. Il implique la réalisation d'un événement lié à une «force majeure». La différence de conception est, dans ce cas, évidente: le risque ne peut être

défini que par rapport à l'homme menacé dans sa personne ou ses biens. La «force majeure» invoquée ressortit, pour ce qui nous préoccupe, à des phénomènes géodynamiques selon la terminologie des géologues. C'est cette dernière conception qui rencontre les faveurs de l'administration en raison de ses implications socio-économiques.

Définir le risque n'est pas suffisant. Il convient également d'en apprécier le degré compte tenu des conditions locales. Cette estimation est extrêmement délicate et très empirique. Nombreux, en effet, sont les facteurs mal définis qui peuvent intervenir: la démographie, le climat, la structure géologique, l'histoire géologique de la région, les aménagements, etc. Parmi toutes les possibilités, certaines sont additives. Un glissement de terrain (causes internes au versant considéré) peut recevoir de temps à autre des chutes de blocs ou des avalanches (causes externes). Inversement, un terrain parfaitement stable par lui-même peut être soumis aux mêmes aléas externes.

Il semble bien que l'on puisse tenter d'estimer le degré de risque de deux façons différentes:

- en considérant le nombre de phénomènes naturels qui font courir des dangers sur une superficie donnée (superposant, le cas échéant, leurs effets) puis en classant sur le critère du risque global les diverses parties d'une région entre elles;

- en considérant, pour un type de phénomène géodynamique naturel donné, la probabilité de réalisation des événements fâcheux.

Dans le premier cas on ne considérera qu'un risque relatif, sans tenir compte de façon explicite de la probabilité de réalisation de l'événement; dans le second cas la notion de risque probabiliste employée se rapprochera de celle utilisée par les compagnies d'assurance. Ces dernières disposent toutefois de tout un arsenal de statistiques «historiques» qui font le plus souvent totalement défaut en matière de phénomènes naturels (sauf assez fréquemment pour les crues des rivières).

On peut enfin se demander si, partant de l'analyse théorique résumée précédemment, la notion de coefficient de sécurité ne serait pas de quelque utilité, surtout si l'on souhaite prévoir les phénomènes. Un simple examen des facteurs intervenant dans le calcul et des connaissances géologiques et mécaniques qu'ils supposent (structure fine du terrain, lois rhéologiques des matériaux concernés, répartition du potentiel hydraulique, etc.) montre que cela est utopique. Par ailleurs, le coefficient de sécurité ne définit en aucun cas le risque. Il indique la marge qui existe entre l'état naturel stable et l'état instable, mais ne dit rien sur les nombreuses manières de franchir ce pas décisif.

### *La question des limites*

Toute cartographie implique le tracé de limites. Ce problème est assez aisément résolu en topographie, en géologie, et dans bien d'autres domai-



nes, lorsque l'on décrit par cette méthode des objets concrets (formes du relief, détails planimétriques, objets géologiques par exemple). La délimitation de zones soumises à risques est une tout autre affaire.

En effet, cette opération échappe encore à tout processus scientifique précis. Le recours à une méthode expérimentale, c'est-à-dire, dans ce cas particulier, la recherche des enseignements du passé, est inévitable.

Un cas très parlant est celui des chutes de blocs. La technique habituelle consiste à rechercher, en photographie aérienne et sur le terrain, la cote minimale atteinte par les blocs dont on est certain qu'ils soient éboulés. Cela donne théoriquement la limite la plus sûre. On peut toutefois se contenter d'une limite plus subjective correspondant à la cote en dessus de laquelle se rencontre la majorité des blocs. C'est admettre que de temps à autre un bloc franchira cette limite.

Mais on ne se prémunit pas ainsi contre des conditions exceptionnelles difficilement prévisibles au reste. Des cartes de risques naturels auraient existé au Moyen Age dans la région chambérienne en Savoie, aurait-on figuré une zone de risque grave entre le pied de la falaise du Granier et l'actuelle route Grenoble-Chambéry distante de 6 à 7 km?

Enfin, et c'est peut-être là que, sur le plan pratique, réside la plus grande difficulté; la création d'une limite cartographique peut devenir administrativement contraignante, surtout si la carte sert de base à la confection d'un plan réglementaire opposable à des tiers. Il y a là source inévitable de conflit entre l'administration et les particuliers, ainsi que le montre de temps à autre l'usage administratif des cartes de risques naturels du département de l'Isère.

### *Deux exemples de cartographie des risques naturels*

#### *La carte des risques naturels du département de l'Isère (Figure 1)*

Le dessin de cette carte a été décidé à l'initiative de la préfecture de l'Isère, il y a quelques années, dans le but de mettre à la disposition des administrations concernées, ou des collectivités locales, une référence pour certains actes administratifs comme la délivrance d'un permis de construire. Ces cartes sont dressées par les soins de la Direction départementale de l'Agriculture, sur demande de la Direction départementale de l'Équipement à laquelle ressortissent les questions d'urbanisme.

Ces cartes sont levées *commune par commune* sur des fonds topographiques au 1:25 000 ou au 1:20 000, transcrits au 1:10 000 pour les documents définitifs.

La zonation suivante est utilisée:

- Zone inondable.
- Zone marécageuse.
- Zone soumise à crue torrentielle: lit mineur.

1



Photo 1. – Aspect caractéristique d'un versant ayant subi un glissement généralisé. Zone houillère briançonnaise, rive gauche du Doron de Belleville à Saint-Martin de Belleville (Savoie).  
Cliché P. ANTOINE.

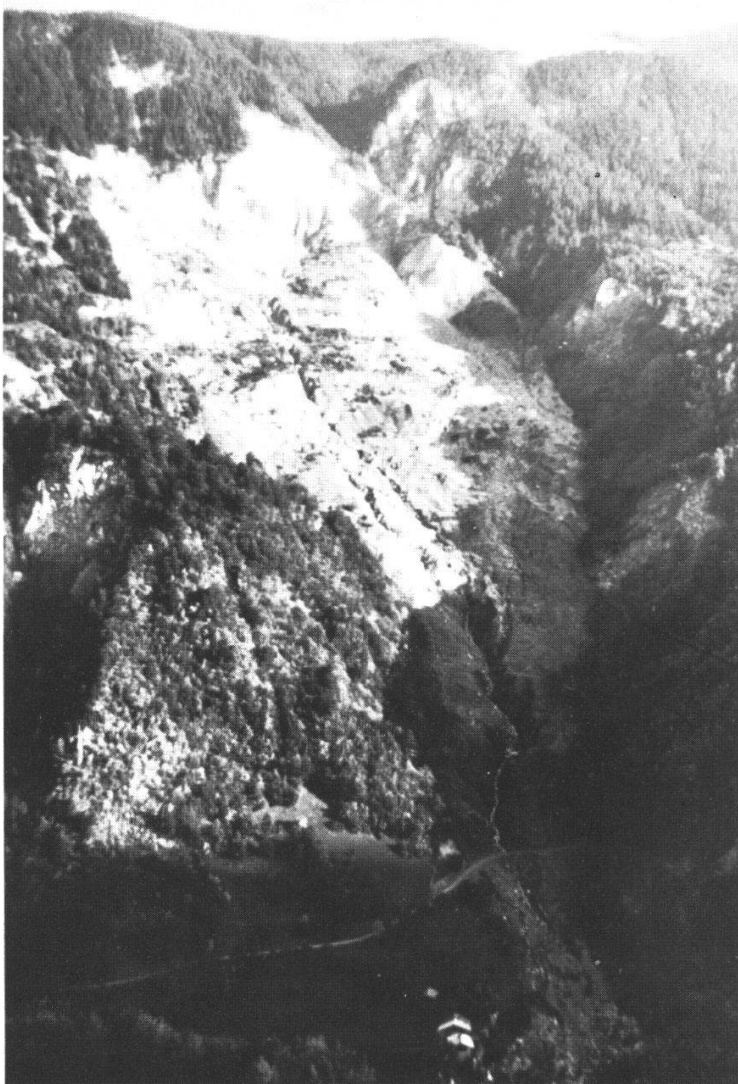


Photo 2. – Le glissement du Ravin de l'Enfer près Saint-Laurent-la Côte, en rive droite du Doron de Belleville (Savoie).  
Cliché P. ANTOINE.

Exemple de glissement récent, de grande amplitude, survenu spontanément dans un contexte géologique difficile.

2



Photo 3. – L'éroulement rocheux d'Aigueblanche en aval de Moûtiers (Savoie) survenu au printemps 1977.

Cliché P. ANTOINE.  
On remarquera l'existence d'un cône d'éboulis ancien qui a favorisé la dispersion des blocs sur une longue distance au pied du versant.

Photo 4. – Eroulement d'Aigueblanche. L'une des deux maisons détruites par les énormes blocs de brèches jurassiques. Celui de droite s'est arrêté sur le quai de la gare S.N.C.F.







- Zone soumise à crue torrentielle: lit majeur.
- Zone de glissement grave (Interdiction de construire).
- Zone suspecte de pouvoir glisser (nécessité d'une étude).
- Zone soumise à chutes de pierres et avalanches.
- Zone de dépôt d'avalanche.
- Zone de souffle d'avalanche.
- Zone de construction avec protection pour se prémunir au voisinage de l'un des risques énoncés.

L'analyse des risques et la délimitation des zones qu'ils peuvent affecter relève d'une méthodologie maintenant bien au point (figure 2) qui associe *des enquêtes* auprès des populations locales et des Services administratifs compétents, *l'étude des documents existants* comme photos aériennes, cartes d'avalanches, cartes géologiques, *des études spécifiques sur le terrain* ayant une portée générale mais parfois également ponctuelles (étude spécifique d'une falaise ou d'un glissement de terrain).

L'un des aspects les plus originaux de ce document est la procédure administrative qui précède sa reconnaissance comme document administratif par arrêté préfectoral (1 arrêté par carte). Il convenait en effet de limiter au maximum les possibilités de contentieux entre l'administration et les particuliers. En effet, selon qu'un terrain est situé en zone de risque ou en dehors, sa valeur vénale varie considérablement.

Tout un processus répétitif d'examen du document avant approbation définitive est prévu avec les étapes successives suivantes:

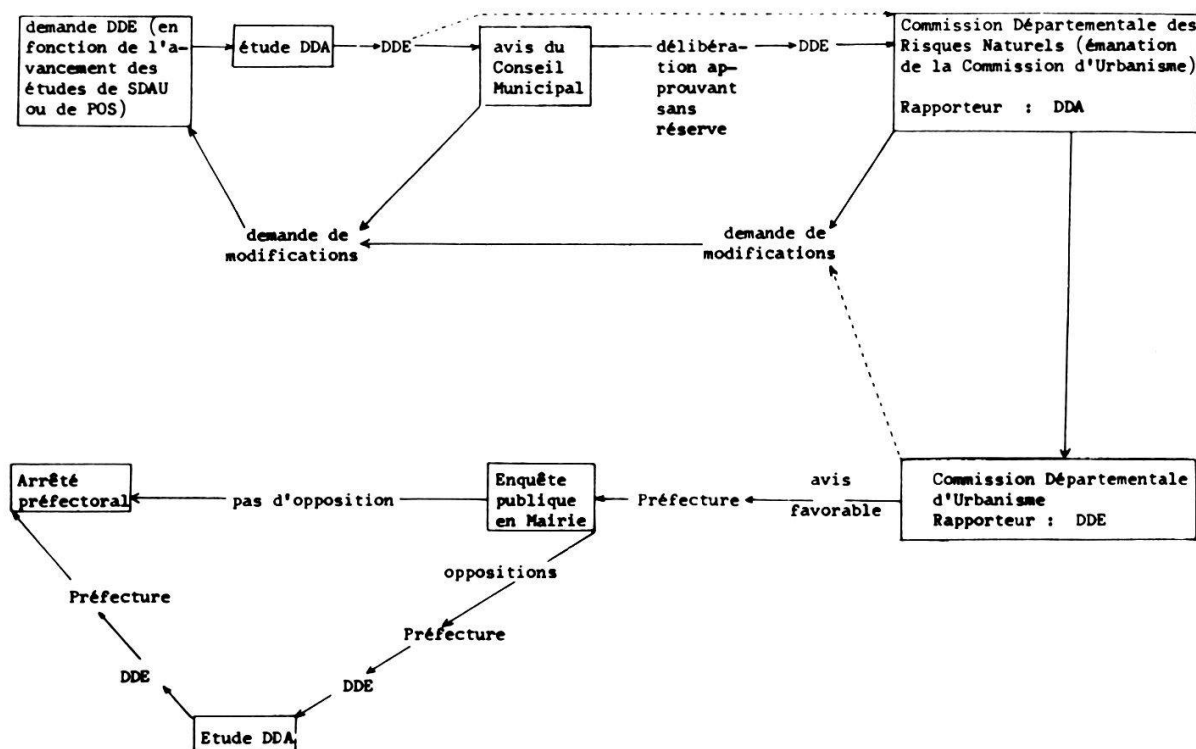


Fig. 2. – Schéma du processus administratif de ratification de la carte des risques naturels du département de l'Isère (France). D'après Y. TACHKER 1973.



- approbation par le conseil municipal concerné,
- examen par une commission départementale des risques naturels regroupant divers spécialistes: Université, Sécurité civile, Préfecture, grands services administratifs.
- examen par la Commission départementale d'Urbanisme;
- enquête publique en Mairie.

Ce système fonctionne maintenant de manière satisfaisante et rend les services que l'on attendait de lui. Les particuliers se trouvent protégés contre des ventes abusives de terrains comportant des «vices cachés» ou contre les conséquences d'initiatives personnelles malheureuses. Compte tenu d'une inévitable lenteur entraînée par le processus administratif et de l'effectif très réduit en personnel (1 géologue), la cadence de parution s'établit à l'heure actuelle à une vingtaine de cartes par an. Une centaine ont été réalisées depuis le début de l'opération.

### LES CARTES ZERMOS

L'opération de cartographie ZERMOS concrétise la mise en application d'un plan ZERMOS, projet à l'échelle nationale, issu des travaux d'un groupe interministériel (postérieurement au fatidique printemps de 1970). Ce projet avait pour but de contribuer à renforcer la sécurité des personnes et des biens en établissant une documentation publique (cartes) et en élaborant, le cas échéant, une réglementation adaptée au problème des risques naturels du type mouvement du sol et du sous-sol. Les textes juridiques de référence sont en effet, en France, peu nombreux et de portée souvent trop générale.

Au terme d'une convention établie entre la Direction de la sécurité civile du Ministère de l'intérieur et le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) la carte ZERMOS est un document réalisé par le Service géologique national, et sous sa responsabilité avec le concours du LCPC (Laboratoire central des ponts et chaussées). Le Laboratoire de géologie de l'Université de Grenoble a participé activement à la définition de la méthodologie et à la réalisation des documents initiaux.

La phase actuelle, expérimentale, a été permise par un financement de la DGRST (Délégation générale à la recherche scientifique et technique), et, pour l'instant, il n'existe pas de financement pour l'extension de l'opération.

#### *Objet de la cartographie ZERMOS*

La carte ZERMOS est avant toute chose une *carte d'alerte* destinée à attirer l'attention sur les dangers, potentiels ou réels, présentés par certaines portions du territoire, par suite de la nature et des particularités du sous-sol.

(Il s'agit en quelque sorte de retrouver la sagesse ancestrale pour éviter de réaliser n'importe quel type d'aménagement, n'importe où, quelles que soient les conditions géologiques.)

La carte ZERMOS n'a pas de valeur réglementaire ni juridique. Elle est contraignante pour les administrations, mais n'a qu'une valeur indicative pour les tiers.

### *Forme et contenu de la carte ZERMOS*

La carte ZERMOS est constituée par la carte proprement dite accompagnée d'une notice explicative séparée, le tout présenté en pochette.

La carte ZERMOS fournit une interprétation, en termes de stabilité, des conditions géologiques locales. Celles-ci, en tant que telles, n'apparaissent donc pas sur le document ZERMOS.

La notion de risque utilisée s'efforce d'intégrer tout à la fois la probabilité annuelle de renouvellement des phénomènes dangereux, et la sévérité estimée des atteintes qu'ils portent aux surfaces exposées.

Toutefois, il convient de bien préciser que la carte ZERMOS représente les conditions du risque à un moment donné et se refuse à tout caractère prévisionnel.

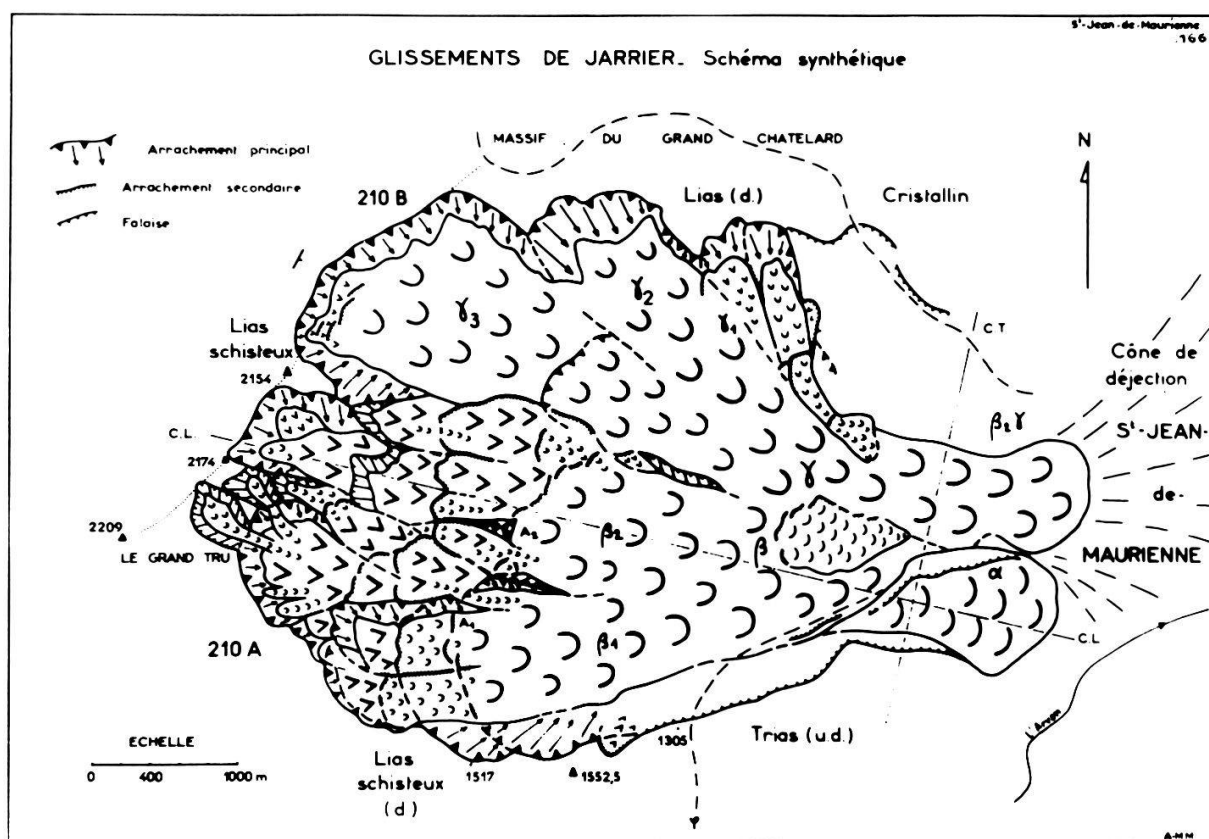


Fig. 3. – Exemple de cartographie détaillée d'un ensemble composite de mouvements de terrains post-glaciaires dans la région de Jarrier (Maurienne, Savoie, France). D'après A. M. MALATRAIT (1975).

La gradation du risque est matérialisée par un zonage à trois couleurs de base:

- *le vert*, qui indique qu'aucun mouvement actuel ou ancien n'a été décelé et que dans les conditions du moment il n'y a pas lieu d'envisager la réalisation de tels événements;
- *l'orangé*, indique une menace potentielle d'instabilité sans pouvoir en préciser ni la nature exacte, ni surtout l'ampleur des manifestations;
- *le rouge* indique, quant à lui, une instabilité réelle ou une menace précise souvent incontrôlables.

La notice est un fascicule qui apporte les précisions et les commentaires nécessaires au bon usage de la carte, notamment pour ce qui concerne les phénomènes recensés et éventuellement les types d'aménagement les plus exposés... Par ailleurs, une explication très claire des figurés conventionnels est indispensable.

## CONCLUSION

Si le problème des risques naturels se pose avec une particulière acuité en terroir montagneux, ses données sont cependant générales. La carte ZERMOS en particulier n'est pas spécifique à la montagne, et les prototypes existants proviennent de régions très variées quant à leur morphologie et leur nature géologique.

Ce sont les difficultés extrêmes et les conséquences catastrophiques de certains aménagements en montagne qui ont servi de révélateur aux faits que je me suis efforcé d'analyser dans cet exposé; le plus important d'entre eux étant à mon sens la méconnaissance de plus en plus profonde du milieu naturel entraînée par la civilisation citadine.

Il ne fait pas de doute qu'en cette matière, comme en de nombreuses autres, mieux vaut prévenir que guérir. Un passé récent nous a montré que l'activité humaine peut déclencher des phénomènes géodynamiques à une échelle pratiquement géologique. La catastrophe de Longarone en est un exemple: glissement sur 2 km de front de près de 300 millions de mètres cubes de roche sur une dénivellée proche de 600 m. C'est l'ordre de grandeur de nos plus grands mouvements naturels post-glaciaires... et les sismographes ont enregistré l'ébranlement à Strasbourg et à Trieste. Il est évident que les remèdes, suivant les dimensions du phénomène, seront inexistantes ou illusoire.

La prévention, par contre, est très souvent possible et constitue, pour l'heure, la seule alternative raisonnable dans la majorité des cas. C'est ce que j'espère avoir montré par l'exemple des cartes de risques naturels.

## BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- ANTOINE, P., LETOURNEUR, J. 1973. – Aperçu et réflexions sur les cartes géotechniques. Leur utilité pour l'aménagement de la montagne. *Rev. Géogr. Alpine LXI*, Fasc. 1.
- TACHKER, Y. 1973. – Procédure administrative pour la délimitation des zones de risques naturels dans le département de l'Isère. *Symp. Nat. Sol et sous-sol et Sécurité des constructions*, Tome 1.
- MALATRAIT, A.M. 1975. – Analyse et classement des mouvements gravitaires. Feuille Saint-Jean de Maurienne à 1/50000. Thèse 3° Cycle Université de Grenoble.
- ANTOINE, P. 1977. – Réflexions sur la cartographie ZERMOS et bilan des expériences en cours. *Bull. B. R. G. M.*, 2° Série, Sec. III, n° 1-2.