

Qu'est-ce qu'on risque ?



30 idées reçues
sur les risques
naturels
en montagne



Avant-propos

Traquer les paradoxes, identifier et décortiquer les idées reçues ou trop confortables, autant de sources de motivations et de progrès pour les chercheurs.

C'est aussi une nécessité pour la recherche en environnement, où il nous faut rester particulièrement humbles au regard de la complexité et de la sensibilité des phénomènes et des systèmes étudiés.

Les risques naturels sont un lieu de confrontation des forces de la nature et des activités humaines. Ils sont donc au cœur de cette exigence de discernement et de prudence pour nous guider dans nos actions et nos comportements.

Espérons que cette petite pierre apportée à l'édifice de nos connaissances sur les risques naturels en montagne le sauvera des chutes de blocs, des coulées de boue ou des avalanches !

*Marie-Pierre Arlot
Directrice régionale, Centre de Grenoble*

Coordination et réalisation

*Nicole Sardat,
responsable communication et infographiste*

Rédacteurs

Les chercheurs d'Irstea

Merci à

Cled'12 pour son aimable participation

Octobre 2013





Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, Irstea conduit des recherches répondant aux enjeux posés par la question

agro-environnementale dans les domaines de l'eau, des risques naturels, de l'aménagement du territoire et des écotecnologies.

Pluridisciplinaires, tournées vers l'action et en appui aux politiques publiques, ses activités de recherche et d'expertise impliquent un partenariat fort avec les universités et les organismes de recherche français et européens, les acteurs économiques et les pouvoirs publics.

www.irstea.fr

Grenoble, un Centre tourné vers la montagne

Le centre Irstea de Grenoble développe des recherches et des expertises pour la connaissance et la gestion des écosystèmes, des territoires et des risques naturels en montagne.

Trois Unités de recherche

Écosystèmes montagnards

Développement des Territoires Montagnards

Érosion torrentielle, neige et avalanches

Sommaire

Neige et avalanches

- Une avalanche est une masse de neige qui dévale une pente** 1
Florence Naaim
- La pluie fait fondre la neige** 2
Florence Naaim, Daniel Goetz (Météo-France)
- Derrière une protection paravalanche, je ne crains rien** 3
Florence Naaim
- Blanc comme neige : une expression fondée ?** 4
Florence Naaim
- Les avalanches ont lieu en hiver** 5
Florence Naaim
- Il existe 3 types d'avalanches :
poudreuses, de plaque et de neige humide** 6
Florence Naaim
- Une avalanche de neige poudreuse crée une onde de choc
détruisant tout sur son passage** 7
Florence Naaim
- Avec le changement climatique, les avalanches vont disparaître** 8
Nicolas Eckert
- Les forêts arrêtent les avalanches** 9
Christophe Chauvin
- La carte de localisation des phénomènes d'avalanche (CLPA)
affiche les zones où il est interdit de construire** 10
Myène Bonnefoy
- Le cri du capitaine Haddock a pu déclencher une avalanche** 11
Guillaume Chambon
- Les anciens, eux, savaient se protéger
contre les catastrophes naturelles** 12
Florence Naaim

Érosion

- Il n'y a que du béton ou des blocs pour protéger
les berges des rivières de montagne** 13
André Évette
- Pour lutter contre l'érosion, la végétation n'est efficace
qu'au bout de plusieurs années** 14
Freddy Rey
- Le génie biologique en contexte torrentiel,
c'est David contre Goliath** 15
Freddy Rey

Crues torrentielles

- Les laves torrentielles peuvent brûler
les chalets en bois** 16
Didier Richard
- Pas besoin d'un parasol
pour aller sur une plage de dépôt !** 17
Didier Richard
- Il n'y a que de l'eau dans une crue de torrent** 18
Didier Richard
- Une crue centennale, ça arrive tous les 100 ans !** 19
Didier Richard
- Les barrages de correction torrentielle servent
à retenir l'eau qui coule dans les torrents** 20
Dominique Laigle
- Une coulée de boue, ce n'est pas dangereux** 21
Dominique Laigle

Chute de blocs

- Il y a moins de forêts qu'avant
pour arrêter les blocs** 22
Frédéric Berger
- Une forêt de gros arbres,
c'est plus efficace pour arrêter les blocs** 23
Frédéric Berger
- Il tombe plus de petites pierres
que de gros blocs** 24
Stéphane Lambert
- Pierre qui roule n'amasse pas mousse** 25
Frédéric Berger
- Un bloc tombe en ligne droite
dans le sens de la pente** 26
Nicole Sardat
- Le réchauffement climatique
augmente le risque de chutes de blocs** 27
Stéphane Lambert
- Les blocs tombent surtout en hiver** 28
Stéphane Lambert
- Si on ne voit pas de blocs,
il n'y a pas de risques** 29
Stéphane Lambert, Frédéric Berger
- Il faut enlever les bois morts des forêts** 30
Marc Fuhr

Une avalanche est une masse de neige qui dévale une pente

VRAI ET FAUX

On considère communément qu'une avalanche est une masse de neige dévalant une pente de montagne. Mais saviez-vous qu'elle pouvait également **remonter la pente** ?

Dans le cas des **avalanches denses**, la masse volumique de la neige qui s'écoule le long de la pente reste voisine de celle du manteau neigeux, les vitesses sont comprises **entre 1 et 150 km/h** et les hauteurs **entre 1 et 20 m**. L'avalanche s'arrêtera au plus loin en fond de vallée. Les avalanches de neige poudreuse (aérosol) sont, elles, formées de particules de glace en suspension dans l'air et se caractérisent par un écoulement turbulent, composé de grandes volutes, semblable à un nuage. Elles peuvent atteindre **100 m de haut** avec une densité de **2 à 5 kg/m³**. Une avalanche de neige poudreuse peut **remonter le versant opposé sur plus de 200 m**. Une digue d'arrêt n'aura d'ailleurs que très peu d'effet sur ce type d'écoulement qui ne suit pas la topographie.

La pluie fait fondre la neige

FAUX

Voici une idée reçue qui a la vie dure ! La pluie, en humidifiant la neige, provoque un **tassement** important et une augmentation de la masse volumique de la neige. L'impression de fonte que l'on a provient du fait que la hauteur du manteau neigeux a ainsi diminué de façon notable. De plus, si la quantité d'énergie apportée par la pluie au manteau neigeux est suffisante pour le réchauffer jusqu'à 0°C, elle est en revanche insuffisante pour provoquer une fonte significative. Le calcul montre que, par exemple, 10 mm de pluie (= 10 litres par m²) à une température de +5°C fait fondre moins de 1 cm de neige fraîche à une température de 0°C et de masse volumique 100 kg/m³.

Attention donc à ne pas confondre fonte et tassement : **la pluie diminue la hauteur de neige, mais sa masse reste quasiment la même** : elle n'a donc pas disparu !



Derrière une protection paravalanche, je ne crains rien

En France, la protection paravalanche fut essentiellement l'affaire des forestiers jusqu'à la moitié du XXe siècle. Le reboisement était considéré comme la meilleure politique globale de prévention. Néanmoins, dès le XVIIIe siècle, des dispositions constructives permettant de limiter les dégâts sur les bâtiments sont apparues : le **génie paravalanche** était né.

On distingue classiquement la **protection active** (les dispositifs sont mis en œuvre dans la zone de départ de l'avalanche et l'empêchent de se déclencher) et la **protection passive** (les dispositifs sont mis en œuvre dans la zone d'écoulement ou d'arrêt et stoppent l'avalanche). Les protections sont dimensionnées pour une avalanche de référence. En France, on considère généralement l'avalanche centennale, c'est-à-dire l'avalanche qui a une chance sur cent de se produire chaque année. Si une avalanche plus forte survient, par exemple une avalanche tri-centennale (c'est-à-dire qui a une chance sur 300 de se produire chaque année), l'ouvrage pourra être inefficace.

Blanc comme neige : une expression fondée ?

OUI ET NON

Cette expression apparue dès le XIV^e siècle fait référence à la blancheur de la neige symbole de silence, d'innocence et de pureté. Mais la neige est-elle toujours blanche ?

Le rayonnement solaire visible est une lumière blanche constituée de plusieurs lumières colorées allant du violet au rouge. Les **ondes** qui ne sont **pas absorbées** par un corps sont **réfléchies** et ce sont celles-là que nous voyons. Chaque cristal de glace est composé de multiples facettes, de sorte que le rayonnement solaire finit par émerger du manteau neigeux dans toutes les directions. Au terme de ce processus, toutes les longueurs d'onde ont été **réfléchies dans les mêmes proportions**. C'est pourquoi le rayonnement réfléchi par la neige nous apparaît blanc. Cependant, des **substances minérales** présentes dans l'atmosphère (sables, cendres volcaniques, limons à oxydes de fer) peuvent teinter la neige. Mais ce sont les **algues des neiges** qui bien souvent la colorent localement : ces algues passent l'essentiel de l'hiver au niveau du sol et migrent au printemps vers la surface pour bénéficier de la lumière et se reproduire. Une coloration **rouge** est typique des zones alpines exposées au rayonnement solaire tandis qu'une couleur **verte** peut apparaître dans les zones boisées.



Les avalanches ont lieu en hiver

VRAI ET FAUX

Les avalanches catastrophiques, même si elles marquent les esprits, ne sont pas celles qui génèrent en cumulé le plus de victimes. Dans le monde, on considère généralement que les avalanches font environ 500 victimes par an. En France, de 1971 à 2007, il y a eu pratiquement **1 600 accidents** recensés, au cours desquels près de 3 900 personnes ont été emportées, dont 1 080 sont décédées. Mais, contrairement à une idée reçue, toutes les avalanches n'ont pas lieu pendant la période hivernale : en France, du 1er Mai au 15 décembre de 1971 à 2007, on totalise 211 accidents, avec 702 personnes emportées, dont 187 décédées. **Un décès par avalanche sur six est donc dû à une avalanche « hors saison »**. Ces avalanches sont **plus meurtrières** (en moyenne 0,9 décès par accident contre 0,6 pour la saison hivernale) et touchent principalement des alpinistes (source : ANENA).



Il existe 3 types d'avalanches : poudreuses, de plaque et de neige humide

FAUX

Les avalanches recouvrent en fait une grande diversité de phénomènes. Une classification proposée par l'UNESCO sépare trois lieux géographiques liés à l'avalanche : la zone de départ, la zone d'écoulement et la zone d'arrêt ou de dépôt. Dans cette classification, 24 critères distinctifs, concernant ces différentes zones, sont décrits et peuvent conduire à plus de 4000 possibilités de combinaison !

On distingue entre autres :

- le mode de départ : on parlera de départ en plaques ou de départ ponctuel
- la surface de glissement : on distingue les avalanches de surface des avalanches de fond
- le tracé du parcours : on parle d'avalanches de versant et d'avalanches de couloir
- le type de neige mis en mouvement : neige sèche ou humide
- le type de mouvement : avalanche coulante (dense) ou avalanche aérosol

Parler d'avalanches poudreuses, d'avalanches de plaque et d'avalanches de neige humide conduit à mélanger les critères et est donc erroné : une avalanche avec un départ en plaques peut devenir une avalanche aérosol.

Une avalanche de neige poudreuse crée une onde de choc détruisant tout sur son passage

FAUX

Les avalanches aérosol sont formées de particules de glace en suspension dans l'air et se caractérisent par un écoulement turbulent composé de grandes volutes **semblable à un nuage**. À l'avant de l'avalanche se crée effectivement un **mouvement d'air**, que l'on peut appeler vent d'avalanche, souffle ou encore onde de pression. La pression développée est suffisante pour produire des dégâts, arracher des arbres, des pylônes électriques, déplacer des véhicules, alors que l'avalanche de neige poudreuse n'est pas encore visible. Si la **puissance destructrice** est bien avérée, il ne s'agit pas d'une onde de choc : en effet, on ne parle d'**onde de choc** que dans les cas très particuliers où l'on rencontre une **transition brutale dans les grandeurs caractéristiques** de la situation étudiée. L'exemple le plus connu est celui de l'onde de choc créée par les avions supersoniques, qui se traduit par un bang lorsque les avions dépassent la vitesse du son, ce qui n'est pas le cas d'une avalanche de neige poudreuse !



Avec le changement climatique, les avalanches vont disparaître

VRAI ET FAUX

L'activité avalancheuse naturelle est directement contrôlée par la quantité et la qualité de la neige disponible, et donc, logiquement, sur des échelles de temps plus longues, par les fluctuations du climat. Ainsi, effectivement, si un jour il n'y a plus de neige du tout dans les Alpes, il n'y aura plus d'avalanches !

Cependant, on est encore loin de la disparition des avalanches. Si le réchauffement se poursuit effectivement tel que le prédisent les modèles climatiques, il y aura sans doute **moins d'avalanches**, au moins à basse altitude, et/ou celles-ci descendront en moyenne **moins bas** du fait d'un manteau neigeux moins abondant et plus humide. Il n'empêche que lors d'épisodes froids et très neigeux, même très ponctuels, des avalanches, éventuellement de grande ampleur, pourront sans doute toujours **se déclencher comme avant**, même à basse altitude, en particulier parce que certains modèles climatiques prévoient que le réchauffement moyen s'accompagne de précipitations hivernales extrêmes plus fortes.



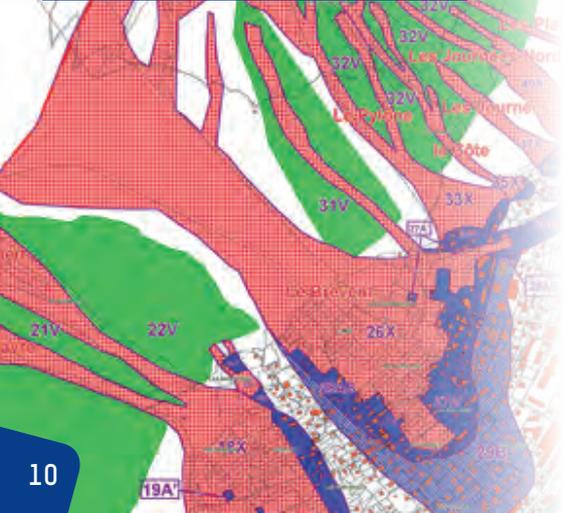
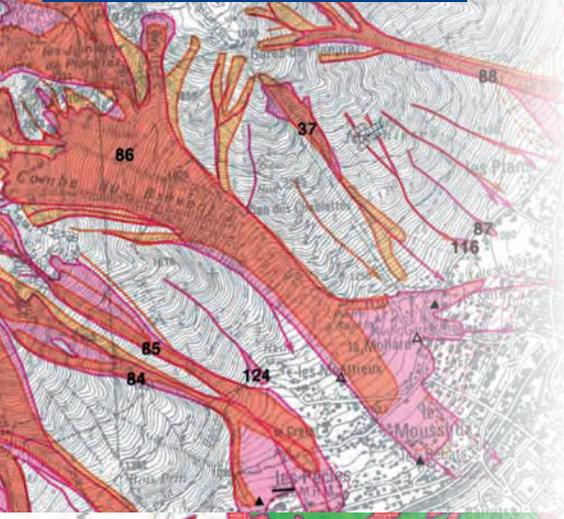
Les forêts arrêtent les avalanches

PAS VRAIMENT



Une **avalanche**, une fois lancée, **détruit la forêt** et peut même se révéler plus dangereuse, car elle entraîne dans son sillage les arbres qu'elle a arrachés. Le rôle de la forêt est donc d'empêcher son déclenchement en fixant la neige au sol. Cette fixation ne se fait d'ailleurs pas tant par les troncs (la neige peut passer entre) que par les **couronnes des arbres** qui, en interceptant la neige, créent une surface bosselée de la couverture neigeuse, interdisant le glissement des couches.

Donc les forêts n'arrêtent pas les avalanches, elles **bloquent leur déclenchement**!



La carte de localisation des phénomènes d'avalanche (CLPA) affiche les zones où il est interdit de construire

FAUX

La CLPA est une **carte descriptive des phénomènes d'avalanche** observés ou historiques, ayant pour vocation de renseigner et de sensibiliser la population. C'est un document informatif dont l'établissement ne fait l'objet d'aucune analyse prospective et qui ne porte donc aucune appréciation sur l'intensité du risque en ces zones.

C'est **le PPR** (Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles), document réglementaire, qui sert à l'**attribution d'un permis de construire**, ou à son refus en raison d'un risque important d'avalanche.

La CLPA 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 la réalisation 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 des cartes d'aléas.

Le cri du Capitaine Haddock a pu déclencher une avalanche

FAUX



Jusqu'au milieu du XXe siècle, les manuels pour skieurs de randonnée recommandaient d'observer le plus grand silence lors de la traversée de pentes potentiellement instables, de crainte que des effusions de voix intempestives ne déclenchent une avalanche. Les avalanches de plaque résultent généralement de la rupture d'une couche de neige, dite fragile, enfouie dans le manteau neigeux. La **résistance mécanique** de ces couches fragiles, c'est-à-dire la contrainte limite au-delà de laquelle la rupture se produit, est de l'ordre de **1000 Pa*** et peut s'abaisser jusqu'à 500 Pa dans le cas de situations très instables. En comparaison, les variations de pression causées par un cri ne peuvent guère dépasser **2 Pa** et sont donc négligeables par rapport à ces valeurs de résistance mécanique. Même le son généré par le passage d'un avion, correspondant à des surpressions de l'ordre de quelques dizaines de Pa, reste encore nettement insuffisant pour déclencher une avalanche. Seules les ondes de choc associées au **bang d'avions supersoniques**, qui peuvent localement atteindre 500 Pa, sont éventuellement susceptibles de provoquer la rupture du manteau neigeux, comme en témoignent quelques cas d'avalanches avérés. Mais l'avalanche apparemment déclenchée par la bordée d'injures du capitaine Haddock dans « Tintin au Tibet » ne peut résulter que d'une **coïncidence**!

*Pa (Pascal) : unité de pression équivalant à la pression exercée par une masse de 0,1 gramme sur une surface plane de 1 m²



Les anciens, eux, savaient se protéger contre les catastrophes naturelles !

VRAI ET FAUX

Qui n'a jamais entendu cet adage à la suite d'un événement catastrophique ?

Certes, notre époque est marquée par une mobilité importante des personnes qui conduit à des déplacements dans des régions de montagne ou littorales **plus exposées à des risques naturels** et en particulier dans des lieux jusqu'alors non construits. L'impact des catastrophes naturelles a ainsi nettement augmenté lors du XXe siècle. Les anciens étaient-ils pour autant moins vulnérables ? Ils se sont toujours efforcés de choisir des sites protégés, mais la réalité est plus complexe. L'histoire le montre, même si les données sont éparées en l'absence fréquente de transmission écrite : de tout temps, l'homme a été affecté par des catastrophes. Si les édifices anciens semblent attester de la sagesse de nos ancêtres, c'est également parce que les autres **constructions détruites lors d'une catastrophe ne sont plus là pour témoigner** de l'erreur humaine !

Les anciens savaient s'adapter aux catastrophes naturelles à condition qu'elles ne soient pas extrêmes, mais leur capacité de maîtrise des phénomènes était réduite, la stratégie consistant plutôt à reconstruire à l'identique après chaque événement.

Il n'y a que du béton ou des blocs pour protéger les berges des rivières de montagne

FAUX

Les rivières torrentielles ont des pentes comprises entre 1 et 6 %, elles sont dynamiques avec un charriage élevé. Lorsqu'un enjeu (habitation, pont, route...) amène à protéger une berge contre l'érosion, il a souvent été fait appel à des techniques purement minérales (enrochements, maçonnerie, béton).

Pourtant, dans certains cas, il est possible d'utiliser des techniques utilisant des végétaux vivants : les **techniques de génie végétal**. Appliquées **seules ou associées au génie civil**, elles permettent le développement d'une végétation adaptée et une bonne intégration paysagère et environnementale. Ces ouvrages sont **durables** et **se fortifient avec le temps** au fur et à mesure du développement des végétaux.

Pour lutter contre l'érosion, la végétation n'est efficace qu'au bout de plusieurs années

FAUX

S'il est vrai qu'il faut attendre plusieurs années pour que des plants deviennent des arbres et constituent une forêt qui protège efficacement contre l'érosion, des **boutures** peuvent avoir une efficacité immédiate pour **piéger des sédiments**. Parfois, les crues sont trop fortes et provoquent des dégâts sur les ouvrages nouvellement créés : déchaussement des boutures, creusement dans l'amas sédimentaire, destruction complète de l'ouvrage. L'érosion l'emporte ! Il faut alors patiemment recommencer. Mais assez souvent, la végétation parvient à s'installer. Ici, des **barrières de boutures de saule**, installées sur des **seuils en bois**, vont filtrer les crues chargées de matériaux érodés plus à l'amont. À l'heure où ces « barrages en bois vivant » sont mis en place, ils sont prêts à recueillir jusqu'à 20 cm d'épaisseur de sédiments au premier orage !



Le génie biologique en contexte torrentiel, c'est David contre Goliath !

FAUX

Employés judicieusement, des ouvrages de génie biologique peuvent produire une **somme de petits effets** qui augmentent avec le temps, jusqu'à atteindre un seuil d'efficacité perceptible à l'échelle d'un bassin versant. L'installation de barrières de boutures de saules ou de peuplier permet dans un premier temps de **piéger des sédiments** immédiatement, grâce au bois de la bouture. Au cours du temps, des rejets vont se développer depuis ce bois. Le barrage végétal va alors grandir avec la croissance de ces rejets et retenir de plus en plus de sédiments. Petit à petit, un **seuil de couverture végétale** est atteint à l'échelle du bassin versant et permet de réduire de manière importante et durable la quantité de sédiments transitant jusqu'à sa sortie.



Les laves torrentielles peuvent brûler les chalets en bois

FAUX

Ce qu'on appelle « laves torrentielles », ce sont en fait des **écoulements** qui se produisent dans certains torrents de montagne à l'occasion de très fortes pluies. Ces écoulements transportent de grandes quantités de **sédiments de toutes tailles** (jusqu'à des blocs rocheux de plusieurs tonnes), sous la forme de coulées boueuses.

Hormis la couleur et la température, leur écoulement rappelle celui des laves volcaniques. Pour cette raison, on les a baptisés « laves torrentielles ».



Pas besoin d'un parasol pour aller sur une plage de dépôt !

VRAI

Une plage de dépôt désigne un aménagement pour la **protection contre les crues** des torrents. Ces aménagements ont pour but de stopper et de **stocker le dépôt** des grandes quantités de sédiments généralement transportés par les caprices des torrents, de sorte qu'on n'ait plus qu'à assurer le transit d'écoulements liquides au travers des zones urbanisées à protéger en aval. Ces dispositifs sont généralement constitués d'un **barrage à l'aval**, perméable pour permettre à l'eau de continuer à s'écouler, mais bloquant les sédiments. Une **vaste zone**, assez large et peu pentue doit pouvoir être ménagée en amont de ce barrage pour le dépôt des sédiments.

Il n'y a que de l'eau dans une crue de torrent

FAUX

Les crues que connaissent les torrents se caractérisent par la quantité très importante de cailloux et autres sédiments de toutes tailles qu'elles sont capables d'arracher aux versants des montagnes et de transporter. Il existe deux grandes familles d'écoulement avec transport de sédiment. Des écoulements que l'on qualifie de « **hyperconcentrés** » où on peut encore distinguer le mouvement de l'eau et celui des sédiments transportés. Lorsque ces sédiments sont très fins, on parlera de « **suspension** » et lorsqu'il y aura aussi des sédiments plus grossiers, de « **charriage** ». Pour la deuxième famille d'écoulements, on ne peut plus distinguer l'eau des sédiments. Ces écoulements ont l'apparence de **coulées boueuses** qui peuvent également transporter des cailloux et blocs de toutes tailles. Dans ces écoulements extrêmement chargés en sédiments, on peut avoir jusqu'à 4 fois plus de volume de roches que d'eau.

Une crue centennale, ça arrive tous les 100 ans !

FAUX

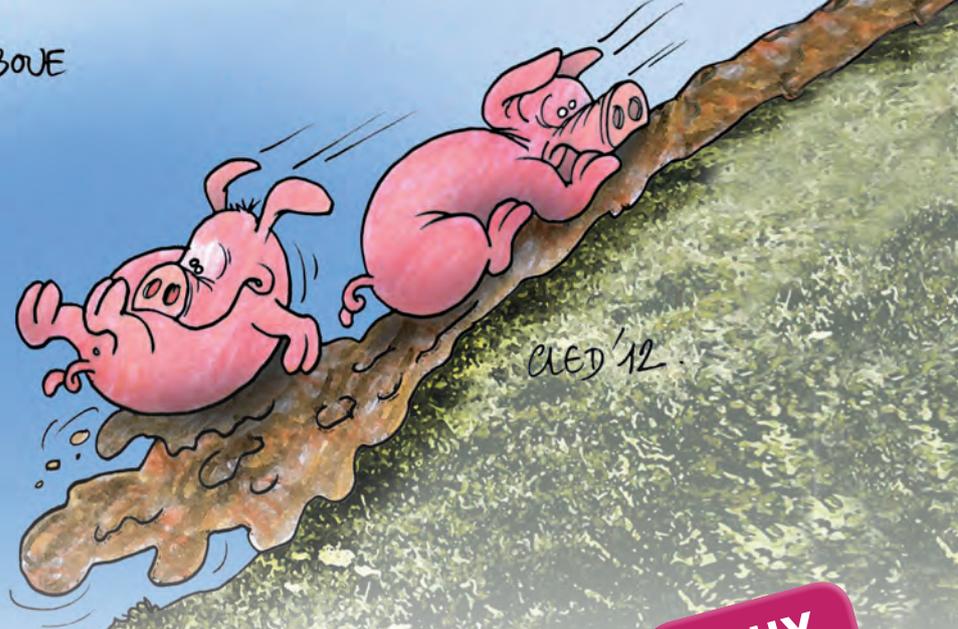
Le qualificatif « centennal » signifie qu'en moyenne, une telle crue aura lieu une fois tous les cent ans. Mais en moyenne seulement. Ça peut être par exemple 5 fois en 500 ans, mais les 5 fois regroupées dans une période de seulement 50 ans, ou même pourquoi pas 10 ans, suivis ou précédés de 450 ou 490 années « calmes ». Le sens rigoureux de « crue centennale » est à comprendre comme une crue qui a **chaque année une chance sur cent** d'être atteinte ou dépassée. Mais c'est comme quand on jette un dé. On a une chance sur 6 d'avoir le 6, et **cela peut arriver deux fois de suite**.

Les barrages de correction torrentielle servent à retenir l'eau qui coule dans les torrents

FAUX

Les barrages de correction torrentielle sont des ouvrages de protection contre l'érosion généralement réalisés en maçonnerie ou en béton et construits dans le lit des torrents. L'amont immédiat du barrage est rempli par des sédiments (sable, cailloux, blocs de rocher...) et l'eau coule au-dessus du barrage. Ils ne servent donc pas à retenir de l'eau, mais à créer un point dur dans le torrent qui va empêcher l'enfoncement du lit et donc l'entraînement de matériau solide par érosion. Ils contribuent également à stabiliser les versants en calant leur pied, à réduire la divagation latérale des écoulements et à réduire localement la pente. Ces différents effets contribuent à réduire l'érosion. En pratique, une série de plusieurs barrages est souvent construite en même temps pour stabiliser le lit du torrent sur une grande longueur.

BÔ ! UNE COULÉE DE BOUE
ÇA N'EST PAS TROP
DANGEREUX ...



Une coulée de boue, ce n'est pas dangereux

FAUX

Les coulées de boue (ou laves torrentielles) sont des **écoulements rapides** se déclenchant dans certains torrents et parfois des versants de montagne, notamment lors de **pluies intenses**. Elles sont constituées d'un mélange eau - matériau solide de très forte concentration (de l'ordre de $\frac{1}{4}$ de solide pour $\frac{3}{4}$ d'eau) et de granulométrie très étendue (des argiles fines à des blocs de plusieurs mètres de diamètre). Ces phénomènes violents et imprévisibles en l'état actuel des connaissances génèrent des dommages économiques et humains considérables. Leur intensité provoque des catastrophes d'ampleur nationale telles qu'au Venezuela en 1999 (**30 000 morts**) ou en Colombie en 1985 (25 000 morts). En Europe, ces phénomènes sont plus faibles, avec des volumes dépassant très rarement le million de m³. Mais ils concernent tout l'Arc alpin, les Pyrénées, les Apennins (**161 morts en Italie en 1998**), ainsi que des massifs au relief moins vigoureux. La France n'est pas épargnée : une coulée de boue a provoqué la mort de 72 personnes à Passy (Haute-Savoie) en 1970. Des laves torrentielles se déclenchent chaque année sur le territoire français. Les événements de grande ampleur, d'un volume dépassant les 100 000 m³, ne sont pas rares et provoquent des dégâts dont le coût financier est très élevé : **3,5 millions d'euros** à Bourg-Saint-Maurice en 1996 !

FAUX

Il y a moins de forêts qu'avant pour arrêter les blocs

Bien au contraire ! Au milieu du **XIXe siècle**, la place occupée par la forêt dans les paysages de montagne était très faible. Cette situation était le résultat de la **pression agricole** qui exigeait de plus en plus de terres pour subvenir aux besoins des populations locales. En parallèle et depuis la période révolutionnaire, les forestiers ont très vite compris qu'il fallait freiner et stopper le déboisement des versants montagnards afin de limiter principalement les problèmes d'érosion des terres et d'inondations dans les plaines. Ce sont les grandes inondations catastrophiques comme celles de 1840 ou de 1856 qui ont décidé l'État à s'attaquer à la source des problèmes. Ainsi, à partir de **1860**, la France s'engage dans une politique active et volontaire de **restauration des terrains en montagne** (RTM). Le principal objectif de cette politique a été de reboiser les bassins versants problématiques : au total, 250 000 ha seront reboisés dans les Alpes et les Pyrénées. Depuis le début du **XXe siècle**, le reboisement naturel des montagnes a aussi été favorisé par la déprise agricole liée à l'**exode rural** et associé aux conséquences des deux conflits mondiaux. Ainsi, la forêt reprend ses droits dans les friches agricoles et les anciens alpages. En 1862 la surface boisée représentait **14,6 %** du territoire national, **18,7 %** en 1908, **20,5 %** en 1948 et aujourd'hui, elle est de **26,7 %**.

OUI, MAIS

Une forêt de gros arbres, c'est efficace pour arrêter les blocs

Il est évident que plus un arbre a un **diamètre élevé**, plus le **freinage d'un bloc** est **important**. En fait, un arbre est comme un « fusible » qui casse quand sa capacité maximale d'énergie est atteinte. En moyenne, un arbre de 50 cm de diamètre peut dissiper 40 fois plus d'énergie qu'un arbre de 10 cm de diamètre, 8 fois plus qu'un arbre de 20 cm, 3 fois plus qu'un arbre de 30 cm. On pourrait ainsi se dire que dans les zones à risque, l'objectif est d'avoir des arbres du plus fort diamètre possible. C'est sans compter sur « dame nature » ! En effet, il existe une **concurrence** acharnée des arbres pour capter le maximum de l'énergie nécessaire à leur croissance : **la lumière**. Ainsi, les arbres dominants vont-ils se faire de la place au soleil au détriment des arbres dominés. Dans une forêt d'arbres de fort diamètre (appelés Gros Bois, voire Très Gros Bois), ils sont très distants les uns des autres (3 m et plus) : le filet forestier est donc à **grosse maille** et la probabilité de **rencontre** entre un bloc et un arbre est **faible**. À l'opposé, dans une forêt d'arbres de faible diamètre (Petit Bois et Bois Moyen), la distance entre les arbres est faible, le filet forestier à **fine maille** et la probabilité de **rencontre** entre un bloc et un arbre **élevée**. Le forestier doit alors composer avec l'optimisation de la probabilité d'impact, celle de la capacité de dissipation d'énergie et la présence durable d'une forêt efficace ! Bien souvent, le vieil adage « diviser pour mieux régner » est mis en œuvre : mettre en place à l'échelle d'un versant une **mosaïque** constituée de plusieurs types de forêt.

VRAI

Il tombe plus de petites pierres que de gros blocs

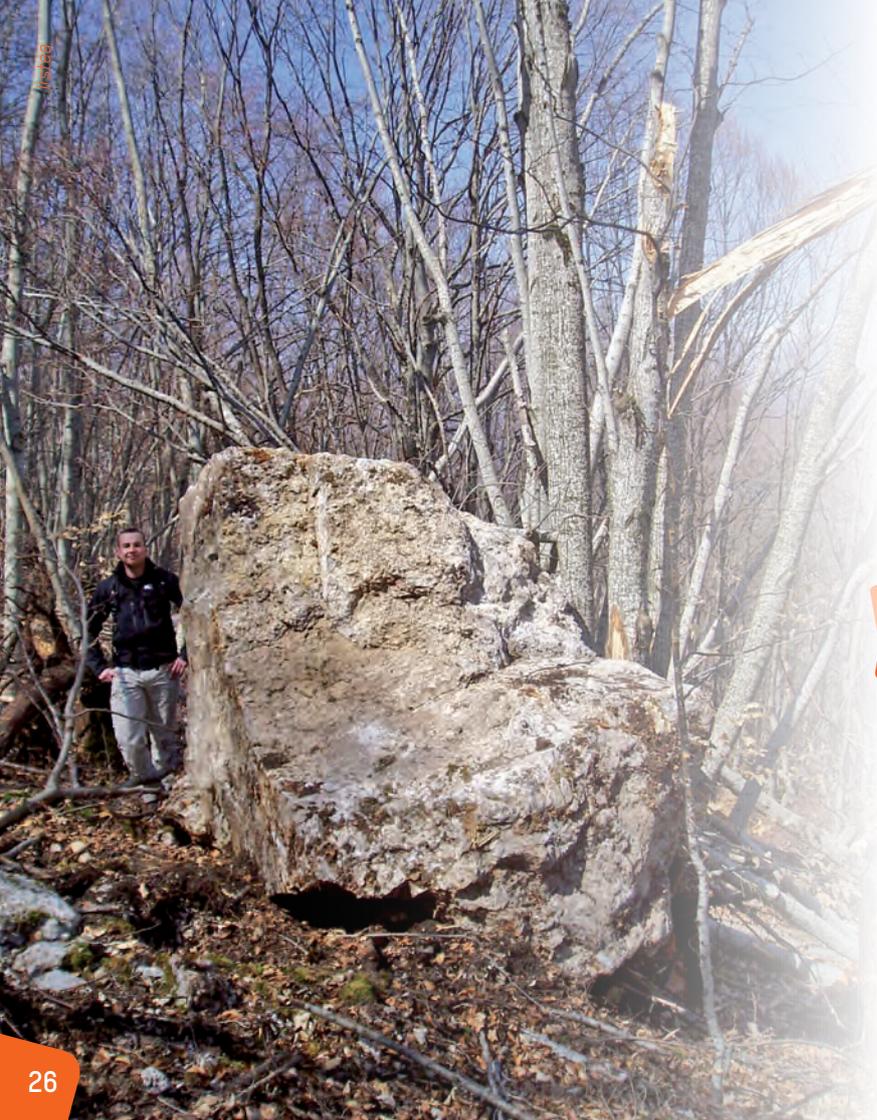
Toute falaise laisse tomber des blocs de tailles diverses. Mais alors que les chutes de petites pierres peuvent être quotidiennes, celles mobilisant des volumes plus gros sont très rares. En effet, la fréquence de chute des blocs est inversement proportionnelle à leur taille. C'est le cas des falaises surplombant l'agglomération grenobloise. Il a été estimé que, sur une durée d'un siècle, il se produit 2 événements mobilisant plus de 100 000 m³, 25 de volume compris entre 1000 et 10 000 m³ et 90 de volume compris entre 100 et 1000 m³. Sur la même durée d'un siècle, ces chutes conduisent au « recul » des falaises d'une valeur moyenne de 15 cm ! Ces différents scénarios doivent être considérés pour la protection des routes et bâtiments en contrebas, car petits comme gros blocs peuvent avoir des conséquences dramatiques.



Pierre qui roule n'amasse pas mousse

VRAI

Schématiquement, le mouvement d'un bloc rocheux qui se détache d'une falaise est caractérisé par plusieurs types de déplacement : la **chute libre**, des **rebonds** et de la chute libre entre deux rebonds, le **roulement**, le **glissement**. À chaque impact avec le sol, le bloc va dissiper une partie de son énergie, voire la totalité (il y a alors arrêt de celui-ci). Il va ainsi perdre de la vitesse. Pour un même type de sol, la perte de vitesse est plus importante par rebond que par roulement. Ainsi, **un bloc qui roule va plus loin qu'un bloc qui rebondit** et sa hauteur de passage est plus faible. Sur terrain naturel, la propagation par rebond est plus fréquente et la phase de roulement souvent limitée dans l'espace et dans le temps. Par les cratères que le projectile va créer lors des rebonds sur le sol, celui-ci va pouvoir « amasser de la mousse » par écrasement et placage de celle-ci sur le projectile lors de l'impact. Un bloc qui a roulé pourra être colonisé par des végétaux et des lichens. Il n'est pas rare de rencontrer de tels blocs qui, en équilibre instable, se retournent et se retrouvent à leur nouveau point d'arrêt avec de la mousse « sens dessus dessous ».



Un bloc tombe en ligne droite dans le sens de la pente

FAUX

Attention ! Si vous assistez à la chute d'un bloc, ne vous dites pas que vous êtes à l'abri parce que vous pensez que vous ne vous trouvez pas dans sa ligne de pente. Un bloc a des formes dissymétriques et le terrain est accidenté. À tout moment, il peut donc **changer brusquement de trajectoire**, décoller du sol, retomber à droite ou à gauche et continuer sa course folle si aucun obstacle ne se met en travers de sa route.

Suivant la nature du terrain, il peut aussi prendre de la vitesse jusqu'à atteindre **100 km/h**. Quant aux blocs eux-mêmes, ils peuvent mesurer **25 m³**. À titre d'exemple, celui qui se trouve sur la photo ci-contre est d'un volume d'environ **10 m³** !



Le réchauffement climatique augmente le risque de chutes de blocs

PAS TOUJOURS

La situation actuelle est contrastée : à haute altitude, l'impact du réchauffement climatique est avéré alors qu'en dessous, aucune tendance ne se dégage pour le moment. Au-dessus de 2700 m d'altitude, l'eau présente dans les fissures des massifs rocheux est gelée, formant un « ciment de glace » entre les blocs. Le réchauffement climatique conduit à l'élévation progressive de l'isotherme zéro degré entraînant la disparition de ce permafrost, d'où la déstabilisation de blocs. C'est ce qui a conduit à l'écroulement du pilier Bonatti, sur la face ouest des Drus, près de Chamonix, en 2005. À plus basse altitude, on peut s'attendre à voir le risque évoluer avec le régime des pluies, les fortes précipitations étant en effet un facteur déclenchant important des chutes de blocs, petits ou gros. Les mesures de protection devront alors être adaptées. Mais pour l'heure, cette évolution n'est pas encore démontrée.



Les blocs tombent surtout en hiver

VRAI, MAIS PAS SEULEMENT

Les blocs proviennent de falaises, d'escarpements ou d'affleurements rocheux, soumis à leur évolution naturelle. La roche, qui peut présenter des facteurs de prédisposition tels que la présence de **discontinuité**, s'altère avec le temps. Que le bloc soit initialement un bloc individuel ou un volume de roche encore relié à la falaise par un pont rocheux, sa chute résulte d'une action mécanique liée à la présence d'eau dans les fissures, le **gel / dégel** de cette eau ou encore un **séisme**. D'autres actions d'**origine naturelle ou humaine** peuvent déclencher sa chute. Aussi, même si les événements impliquant les plus gros blocs semblent plutôt survenir en hiver, les chutes de blocs peuvent se produire en fait tout au long de l'année.



Si on ne voit pas de blocs, il n'y a pas de risques

FAUX

Comme pour la plupart des risques, l'homme ne prend souvent conscience de l'existence du risque de chute de blocs que lorsqu'il y est directement confronté : c'est alors parfois trop tard... La présence d'une pierre sur une route fait comprendre à l'usager qu'il est dans une zone dangereuse mais l'inverse est trompeur. L'aléa n'est pas nécessairement identifiable à tout instant depuis l'enjeu. La falaise d'où proviennent les blocs peut ne pas être visible depuis la route. Des blocs tombés auparavant ont pu être évacués, sans laisser de trace à proximité immédiate de l'enjeu. D'autres peuvent avoir été arrêtés à l'amont de la route par des obstacles naturels ou non. C'est le cas par exemple des zones forestières situées entre un pied de falaise et une route et où l'on rencontre des blocs arrêtés par les troncs. De plus, l'observation à un instant précis ne saurait rendre compte de l'activité d'un site, ni de son évolution du fait de la dégradation progressive des caractéristiques mécaniques de la roche ou de la disparition du couvert forestier par exemple. L'expert sur le terrain est à la recherche de tous les indices d'activités passées et des signes avant-coureurs d'une future activité des zones de départ. Il existe différentes méthodes d'investigation. Par exemple, l'analyse des témoins silencieux dans le domaine forestier s'appelle la « dendromorphologie ».



Il faut enlever les bois morts des forêts

FAUX

Souvent mal perçu parce que renvoyant une image de désordre, de saleté ou de négligence, le bois mort contribue pourtant à la multifonctionnalité d'une forêt, en particulier pour deux fonctions-clé de la forêt de la montagne : la **conservation de la biodiversité** et la **protection contre les risques naturels**.

Son rôle écologique est primordial : au cours de sa décomposition, le bois mort offre une variété de **micro-habitats** indispensable à la survie de nombreuses espèces animales et végétales : on estime ainsi qu'au moins 20 % de la faune forestière dépend du bois mort. D'autre part, la décomposition in situ des pièces de bois mort permet de restituer de la **matière organique** pour entretenir la fertilité du sol.

Mais les gros bois morts laissés au sol sont aussi des obstacles utiles pour **freiner la propagation des avalanches ou des chutes de pierres** dans les forêts de pente, en particulier lorsqu'ils sont déjà bien décomposés. En conditions naturelles, le rôle protecteur de la forêt est donc renforcé par la présence de troncs et de grosses branches qui augmentent la rugosité du sol. Lorsque la forêt se régénère après exploitation, des ouvrages de **génie biologique** utilisant le bois mort sont localement édifiés pour pallier le déficit temporaire de protection des arbres debout : une partie des troncs des arbres exploités sont empilés les uns sur les autres et calés derrière des souches hautes.

AVEZ-VOUS DES
APPROCHES NUMÉRIQUES
POUR CONTRER
LES AVALANCHES ?



CLEP/12.

BROUHHHHH!!!



OUI! 1-2-3
PARTEZ!!!

Chaque année apporte son lot d'accidents en montagne, souvent dus à l'ignorance des risques encourus du fait de la pente. Avalanches, chutes de blocs, érosion, crues torrentielles... Autant de phénomènes naturels dont la violence et la soudaineté peuvent surprendre.

Depuis de nombreuses années, le Centre Irstea de Grenoble oriente une grande partie de ses recherches sur ces thèmes.

« 30 idées reçues sur les risques naturels en montagne » est conçu pour vous aider à démêler le vrai du faux et ainsi, à mieux appréhender la montagne et ses dangers.

Qu'est-ce qu'on risque ?

On risque gros et c'est mieux de le savoir !

Nicole Sardat



www.irstea.fr

Institut national de recherche en sciences et technologies
pour l'environnement et l'agriculture

Contact:

Centre de Grenoble - 2 rue de la Papeterie - BP 76 - 38402 St-Martin-d'Hères cedex

nicole.sardat@irstea.fr