



MEMENTO

NEIGE & AVALANCHES

Benoit Leprettre / Patrick Vincent - Version 2 - 2001

Diffusion réservée aux adhérents du GUM



GUM - 5 Place Bir-Hakeim - 38000 Grenoble

Répondeur sorties : 04 76 51 54 10 - Site Web : <http://perso.club-internet.fr/gum38>

Avant de partir

Equipez-vous



Emmenez systematiquement un appareil de recherche de victimes d'avalanche (Arva) et apprenez à vous en servir. Cet appareil n'est pas un gri-gri porte-bonheur mais il permet d'être retrouvé plus vite en cas d'ensevelissement sous une avalanche.

Mais attention, l'utilité de l'Arva est considérablement réduite si l'on ne possède pas également une pelle et une sonde (ou des bâtons-sondes). Notez bien que **les Arvas du GUM sont prêts sans piles** ! Prévoyez vos deux piles alcalines et gardez les pour la saison.

Informez-vous

sur les conditions de neige existantes et prévues, ainsi que sur l'évolution des conditions météorologiques : bulletins de Météo-France, professionnels de la neige et des secours, services des pistes.

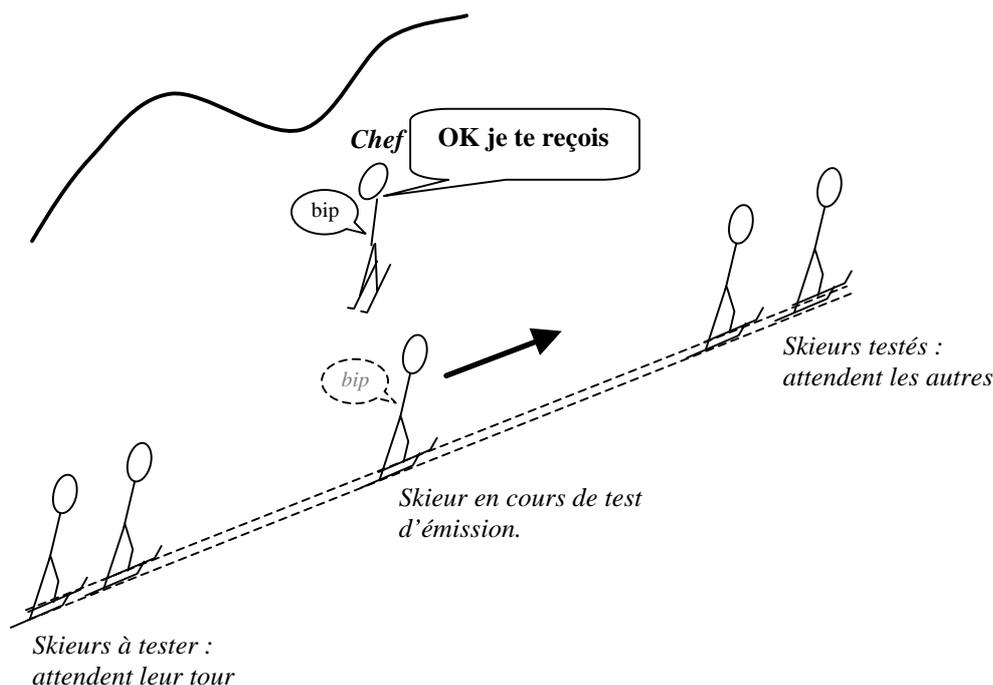
Prévoyez

Adaptez votre sortie au niveau technique et physique des membres du groupe. Soyez autonomes ! N'oubliez pas qu'en montagne, le temps change vite, et les conditions météorologiques peuvent devenir hostiles (brouillard, tourmente de neige) en quelques minutes. Prévoyez vêtements chauds, couverture de survie, matériel d'orientation (carte + boussole + altimètre), vivres de course et boisson. Signalez votre itinéraire et l'heure approximative de votre retour.

Sur le terrain

Préparez-vous

Ne partez pas seul. Testez systématiquement chaque Arva avant chaque sortie (émission-réception). N'oubliez pas de le mettre en position "émission" ! Une simple mais indispensable précaution quand on sort en groupe relativement important : se compter ! Il est utile voire indispensable d'enlever les lanières des chaussures à la montée : en cas d'avalanche on pourra plus facilement se débarrasser de ses skis pour éviter d'être entraîné au fond !



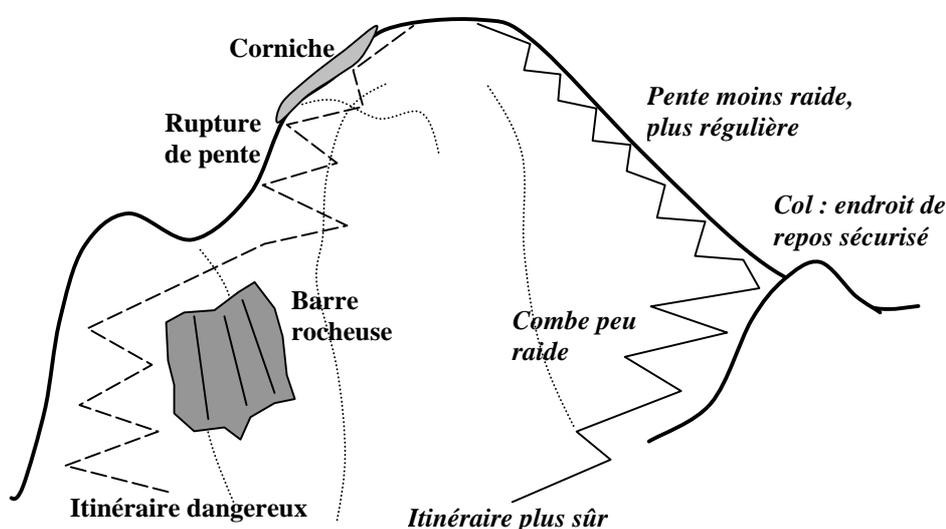
1. On commence par tester la réception des arvas du groupe : le chef est en émission, tous les autres en réception. Ils vérifient qu'ils reçoivent bien son signal.
2. Le chef passe en réception, tous les autres en émission (position normale pour la rando).
3. Chacun son tour, on passe devant le chef qui vérifie qu'il entend bien votre appareil (**ci-contre**).
4. Enfin, le chef repasse en émission, et la rando peut commencer. On est assuré que tous les arvas émettent et reçoivent normalement.

Observez les conditions et leur évolution

- ✓ Observez les conditions nivologiques et météorologiques. Quelle est l'épaisseur de neige récente ! La surface du manteau neigeux est-elle travaillée par le vent ! Des corniches sont-elles visibles ! Soyez très vigilant au cours ou immédiatement après un épisode neigeux accompagné de vent.
- ✓ Sachez qu'un manteau neigeux peu épais, surtout en début de saison, est souvent instable.
- ✓ Le regel est-il important ? La neige montre-t-elle des signes d'humidification ! Evitez les pentes raides et bien ensoleillées au début d'un réchauffement important, surtout après un épisode neigeux récent.
- ✓ Le temps est-il en train de changer ! Renforcement du vent, arrivée de brouillard ou de la pluie,...
- ✓ Sachez tenir compte de vos observations dans le choix de votre itinéraire : adaptez-vous, au besoin renoncez.

Skiez malins !

Surveillez la condition physique des membres du groupe : adaptez la course au niveau du plus fatigué et au besoin renoncez. L'objectif du ski de rando ou de la raquette est d'arriver en haut suffisamment en forme pour pouvoir assurer à la descente, et en cas d'accident.



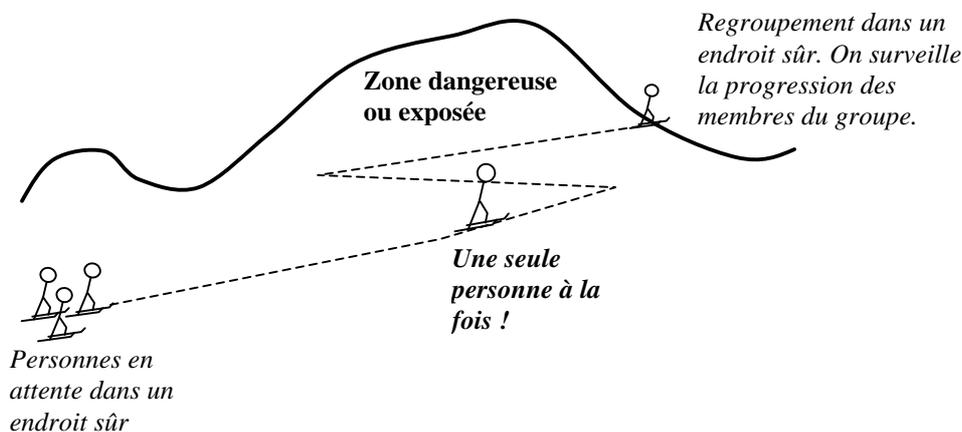
Adaptez votre trace aux conditions de neige, mais aussi à la topographie. Méfiez-vous particulièrement des ruptures de pente, de la proximité des barres rocheuses, des zones d'accumulation (*ci-contre*) ...

Rappelez-vous que la présence de traces n'est pas un gage absolu de sécurité.

Pendant les périodes de réchauffement, notamment au printemps, soyez de retour suffisamment tôt, avant le début d'après-midi, pour éviter les coulées et avalanches de fonte.

En cas de doute sur le stabilité d'un passage obligé, veillez à :

- enlever dragonnes et lanières de sécurité si cela n'a pas été fait au départ
- augmenter l'espace entre les membres du groupe
- vous assurer à nouveau de la bonne marche des arvas de chacun (émission ET réception !)
- n'engager qu'une seule personne dans la zone dangereuse
- vous surveiller mutuellement
- évoluer "en douceur" en évitant si possible tout virage brutal pour éviter les surcharges.



Et surtout, n'hésitez pas à modifier votre itinéraire et / ou votre but, voire à renoncer si les conditions sont douteuses.

En cas d'accident d'avalanche ?

Si vous êtes pris dans une avalanche

Tout va généralement très vite et vous n'aurez certainement pas le temps de réfléchir. C'est d'abord votre instinct de survie qui vous dictera votre conduite. Voici cependant quelques conseils :

- Essayez de garder votre sang froid
- Tentez de vous échapper latéralement
- Tentez de vous cramponner à tout obstacle
- Essayez de rester en surface (se débarrasser si possible des bâtons, des skis ou du surf, éventuellement prendre appui sur des blocs de neige, ou, si celle-ci est poudreuse, essayer de faire des mouvements de "natation")
- Protégez vos voies respiratoires (fermer la bouche)
- A l'arrêt de l'avalanche, essayez de vous ménager une poche d'air devant le visage (elle sera une réserve d'air pour respirer) avec vos mains et vos bras repliés devant le visage

Si vous êtes témoin d'un accident (cf. paragraphe spécifique)

- Suivez des yeux la personne emportée et repérez le point où vous l'avez vue pour la dernière fois
- Si possible, placez un guetteur pour prévenir en cas de seconde avalanche
- Marquez le point de disparition de chaque personne ensevelie
- Recherchez les victimes à l'aval de leur point de disparition, repérez les zones préférentielles comme des replats, observez bien la zone pour y découvrir d'éventuels indices de surface
- Organisez une recherche par ARVA (cf. paragraphe spécifique)
- Si la victime ne possède pas d'Arva, sondez la neige avec les bâtons, les skis, une branche, etc. Si vous êtes suffisamment nombreux, envoyez immédiatement deux personnes chercher du secours, sinon cherchez vivement pendant 15 minutes; si vos recherches restent vaines au bout de ce quart d'heure, partez donner l'alerte.

Une victime d'avalanche peut être polytraumatisée, en arrêt respiratoire et en hypothermie : donnez-lui immédiatement les soins appropriés. Excellente occasion pour rappeler que passer l'Attestation de Formation aux Premiers Secours (AFPS) est une TRES bonne idée quand on fait de la montagne !

L'ARVA



L'ARVA est un appareil de recherche de victime d'avalanche. Il en existe de différentes marques mais tous ont un point commun: la fréquence d'émission normalisée actuelle est de 457 kHz. Certains modèles plus anciens sont bi-fréquences : ils émettent et reçoivent sur deux fréquences : l'ancienne norme 2275 kHz, et la nouvelle 457 KHz. N'utilisez plus d'ARVA émettant seulement sur l'ancienne fréquence !

Depuis 2 ans, de nouveaux arvas sont sortis sur le marché (*ci-contre*). Ils se veulent « intelligents » et prétendent rendre la recherche beaucoup plus facile pour des randonneurs inexpérimentés. Après plusieurs essais sur le terrain (voir aussi les tests ANENA), voici ce qu'on peut en dire :

- Leur portée est généralement plus faible (10-20m).
- Leur ergonomie est différente et chacun demande un entraînement spécifique, aussi intensif qu'avec les « anciens » arvas.
- Avec l'entraînement, ils permettent d'aller plus vite en recherche secondaire (du 1^{er} bip jusqu'à quelques mètres de la victime).
- Mais ils sont souvent moins performants en recherche fine (de quelques mètres à zéro), ils demandent plus d'entraînement ;

Remarques importantes :

Porter un ARVA ne dispense pas d'être prudent : ce n'est pas un « gri-gri » ! Il ne sert qu'à nous donner une petite chance supplémentaire de nous en sortir, si on a fait la bêtise d'être pris dans une avalanche. La survie sous une avalanche est très aléatoire (chocs, commotions, asphyxie, ...). L'ARVA doit être porté sous un vêtement, jamais à l'air libre : une avalanche pourrait facilement vous l'arracher, et sous la neige les piles s'épuiseront plus vite.

Partir avec un arva sans pelle est une grave erreur : avec une pelle vous creuserez en ¼ d'heure autant qu'en une heure avec les skis ou les moyens du bord. L'ARVA au fond du sac même allumé ne sert à rien (sauf retrouver le sac et... peut être vous!). L'ARVA sans pile ou éteint dans le sac : des claques ! La sonde, souvent négligée, est pourtant un vrai plus pour gagner du temps. Elle seule permet de localiser très précisément la victime et surtout de connaître sa profondeur d'ensevelissement.

Principe de base du fonctionnement d'un arva : Le bip délivré par l'arva en position de recherche est d'autant plus fort qu'on est proche de la victime enfouie. Il s'agit donc de se guider grâce aux **variations de volume** du signal sonore, selon une technique rigoureuse détaillée ci-dessous.

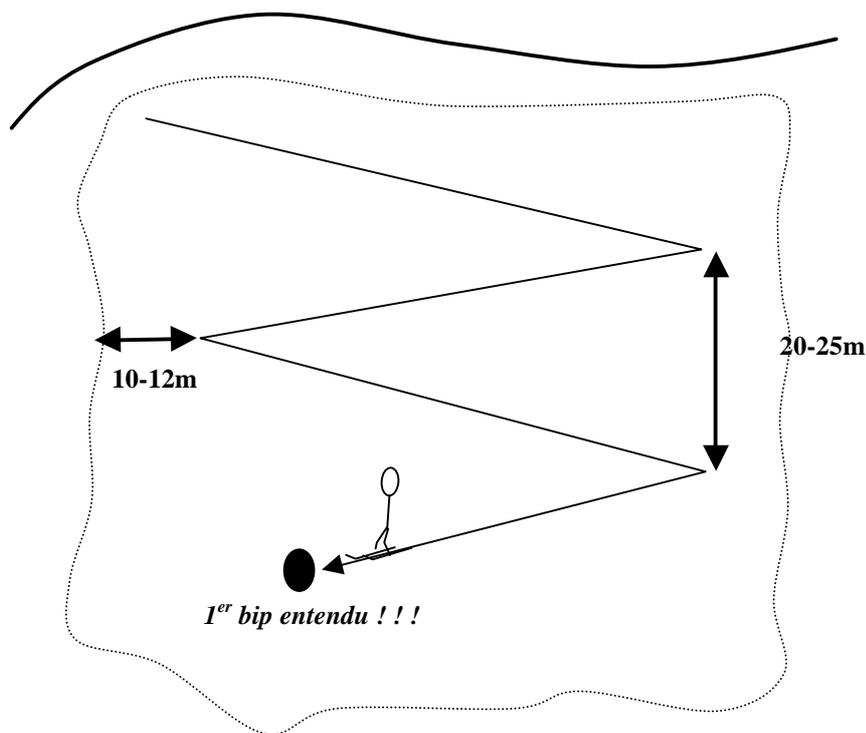
En pratique : Les « anciens » arvas tels que ceux du GUM (Orthovox F1 et F2) possèdent un **commutateur de réglage** manuel du volume. En effet, l'oreille est plus sensible aux variations de volume d'un bruit faible, que d'un bruit fort. C'est donc à vous de manipuler ce bouton pour garder toujours un volume sonore audible, mais pas trop fort, afin de bien repérer ses variations. Certains aiment travailler avec un volume moyen, d'autres avec un volume très faible. Seul l'entraînement pourra vous dire avec quel volume vous êtes le plus à l'aise. De plus, le port d'écouteur aide à s'isoler « dans sa bulle » et à se concentrer en présence de bruit ambiant. N'hésitez pas à en rajouter si votre arva n'en possède pas d'origine.

Technique de recherche

- **Observer :** Pendant l'avalanche, essayer de garder à vue (le plus longtemps possible) les victimes. Tachez de repérer le point où vous les perdez de vue. C'est de ce point que commenceront les recherches.

Recherche primaire

Après l'avalanche toutes les personnes hors avalanche passent en mode **réception avec le volume maximum**. La portée maximum d'un ARVA varie de 10 à 50 m selon les conditions (marque, position, profondeur, ...). Les recherches peuvent s'effectuer seul ou à plusieurs, cela dépend de la taille de l'avalanche et du nombre présumé de victimes. L'efficacité de la recherche dépend surtout de la bonne coordination des chercheurs.



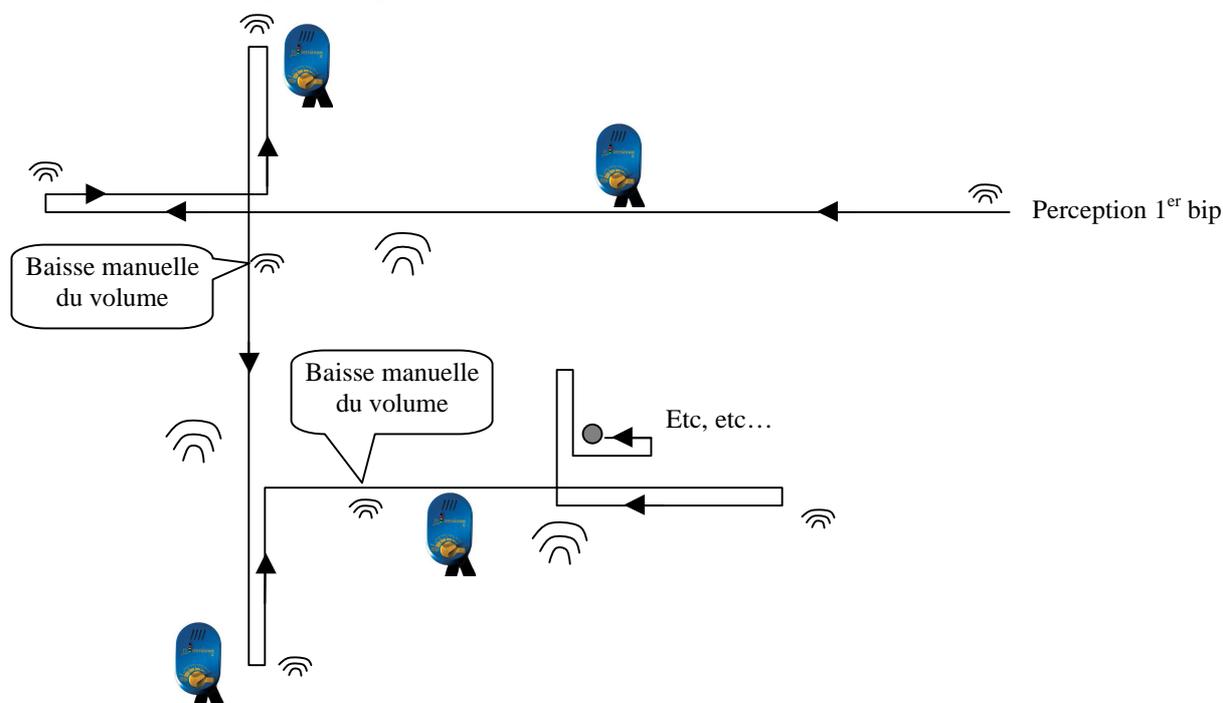
- Dans le cas d'une grosse avalanche, on commence par parcourir méthodiquement l'avalanche en zig-zags, en couloirs, ou à plusieurs personnes de front, jusqu'à percevoir le premier « bip » de l'ARVA de la victime (*ci-contre*).
- Veillez à bien balayer toute la zone : passez à moins de 10-15m de chaque endroit de l'avalanche. Alors commence la recherche dite « secondaire ».
- Les dessins ci-dessous illustrent la méthode de recherche dite « par angles droits » que vous avez apprise, dans le cas d'une avalanche de petite taille, et dans celui d'une avalanche de taille supérieure à la portée moyenne d'un ARVA (30-40 mètres environ).

Recherche secondaire

Lorsqu'on entend le 1^{er} bip, on est généralement entre 10 et 50m de la victime, selon le modèle, la position et la profondeur des arvas émetteur et récepteur. On va procéder en progressant par angles droits : soit à l'horizontale, soit dans la pente.

Important : A partir de cet instant, l'arva doit toujours rester dans la même position. Ne jamais le tourner ou le faire pivoter : il reste dans une direction fixe (axe de la pente par exemple) et c'est vous qui « tournez » autour !

- 1) On progresse dans une direction en restant attentif aux variations de volume du signal :
 - Si ça augmente on continue tout droit dans la même direction
 - Si ça devient trop fort pour bien repérer les variations de volume, on baisse le volume à l'aide du commutateur
 - Quand ça baisse de nouveau franchement, on fait demi-tour et on revient à l'endroit où le signal était maximal.
- 2) A cet endroit, on part à angle droit et on recommence selon le même principe :
 - Si ça baisse on fait demi-tour puis on avance tout droit.
 - Si ça augmente on continue dans la même direction
 - Si le signal est trop fort, on baisse le volume au commutateur pour bien entendre les variations.
 - Si ça rebaisse franchement, on fait demi-tour et on revient à l'endroit où le signal était le plus fort : on peut de nouveau partir à angle droit, et recommencer.



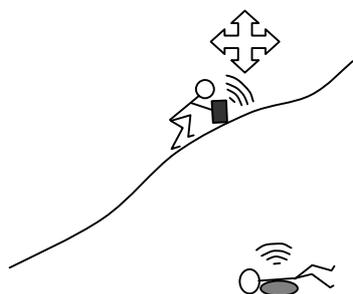
Par angles droits successifs, on arrive ainsi petit à petit sur la victime. Cette méthode, si elle n'est pas forcément la plus rapide pour un utilisateur très entraîné, à l'énorme avantage d'être très « mathématique » : elle ne nécessite qu'une réflexion minimale, ce qui est très important dans une situation de stress :

- Le bip augmente \Rightarrow j'avance en courant
- Le bip diminue \Rightarrow je rebrousse chemin jusqu'au maximum (sans trop finasser : ça urge !) et je pars à angle droit.
- Le signal devient trop fort pour que je perçoive clairement ses variations \Rightarrow je baisse le volume au commutateur.

Lorsque vous êtes sur le dernier calibre, vous êtes proches de la victime : on passe en recherche fine.

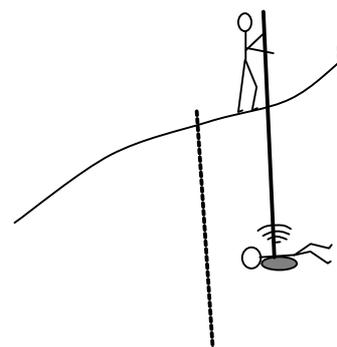
Recherche fine

Allez, on y est presque. Si vous êtes correctement entraîné, il n'a du s'écouler que quelques minutes, 10 maximum, depuis le début de l'avalanche. C'est maintenant qu'il va falloir être en forme pour creuser !



- Le commutateur de l'**arva** est sur la position de plus faible volume (ou celle d'avant si la profondeur d'ensevelissement est grande et que vous n'entendez rien sur le plus faible calibre). Toujours par la méthode des angles droits, mais cette fois-ci avec des mouvements de quelques mètres d'amplitude maximum, localisez le bip maximal le plus précisément possible et marquer l'endroit (ski, vêtement, rainure dans la neige, ...).

- Sondez avec **la sonde à neige**, ou à défaut un bâton de ski dont vous aurez découpé ou enlevé la rondelle. Le sondage est très important pour localiser précisément la victime et déterminer sa profondeur. Si la victime est à plus de 1,5 mètres de profondeur, il faudra creuser un trou très large dès le départ pour pouvoir y accéder facilement.



- Avec **la pelle**, creusez pour atteindre la victime. En gros, creusez un trou de diamètre **deux fois** la profondeur mesurée. Vous pouvez refaire une recherche rapide à la sonde et/ou à l'arva en cours de route pour confirmer que vous êtes sur la victime, ou bien modifier l'orientation de votre trou.

- Dégager doucement la victime. **Mettre son ARVA en mode réception** pour ne pas gêner la recherche d'autres victimes éventuelles.
- Examiner son état : conscience, pouls, respiration, ... et prodiguer des soins appropriés si vous savez le faire. Si vous suspectez une atteinte de la colonne vertébrale, évitez de bouger la victime sauf cas d'absolue nécessité (risque de deuxième avalanche par exemple).

Entraînez-vous !!!

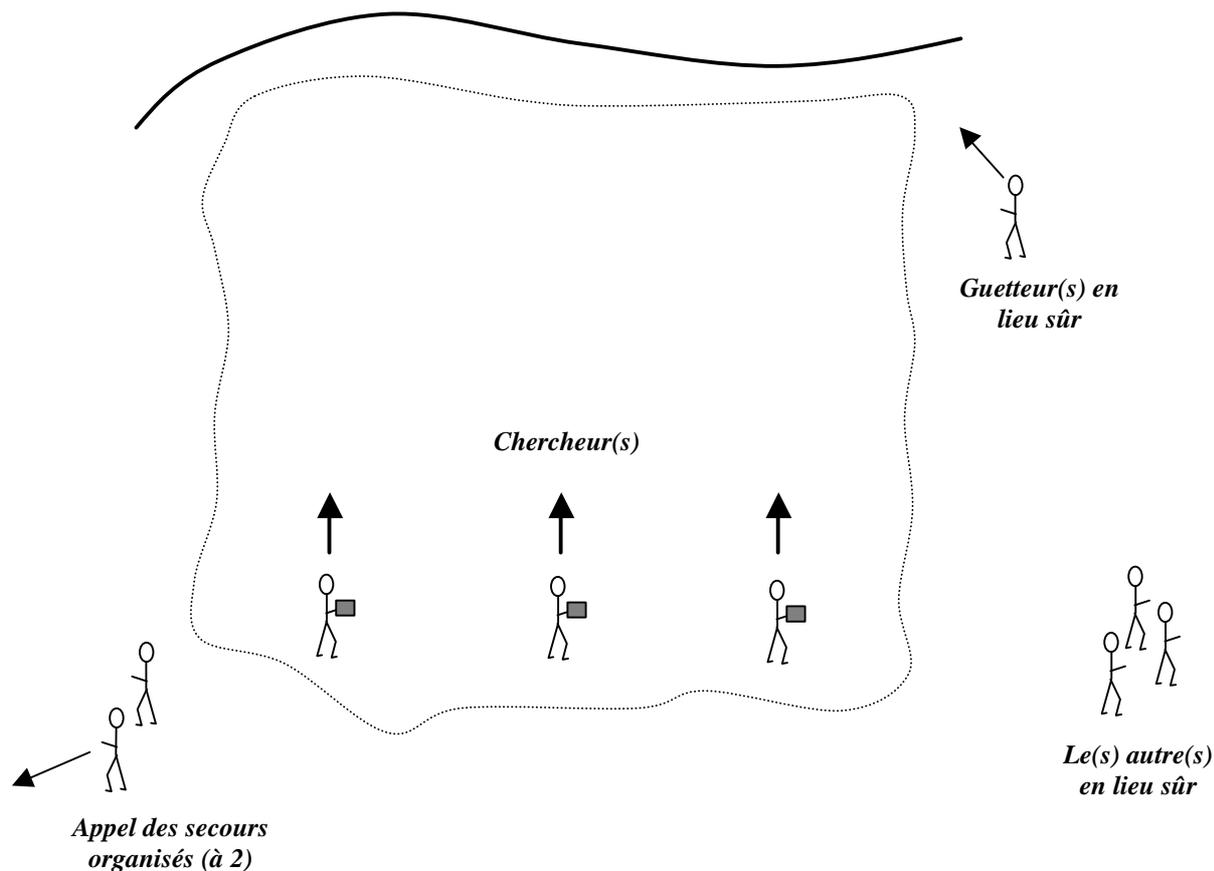
Ces brefs rappels de la technique de recherche ne remplacent néanmoins pas l'entraînement : il est **INDISPENSABLE** se consacrer au moins une journée au secours en avalanches avant de débiter la saison. C'est aussi un excellent exercice à pratiquer régulièrement au refuge, ou durant une longue pause, ou bien encore au retour. En plus, ça réchauffe ! ☺

Organisation d'un secours en avalanche

Une avalanche vient de se produire et votre groupe doit organiser les secours. Que faire ?

1. Si vous êtes témoin de l'avalanche, ne quittez pas les victimes des yeux. Repérez l'endroit où elles disparaissent sous la neige pour limiter le champ des recherches. Sinon, c'est toute la zone d'avalanche, sans oublier ses bords qui devra être fouillée.
2. Un **chef** doit se désigner pour coordonner les secours. C'est généralement le « chef » de la course qui assumera ce rôle, mais s'il est sous l'avalanche, cela pourrait être à vous de le faire !

3. Le chef désigne un ou plusieurs **guetteurs** qui se postent dans un endroit sûr depuis lequel ils peuvent observer l'amont de la zone de recherche. En cas d'avalanche, le guetteur prévient les autres (sifflet, cris). Ceux-ci repassent leur ARVA en position émission et **ENSUITE SEULEMENT** prennent la fuite latéralement.
4. Si l'effectif du groupe est suffisant (8 personnes ou plus), **DEUX** skieurs minimum peuvent aller déclencher les **secours organisés** (voir ci-dessous). Etre très prudent, car si ces deux skieurs ont à leur tour un accident, ils ne pourront pas être secourus efficacement. Dans la mesure du possible, envoyer deux skieurs de bon niveau, entraînés et connaissant bien la montagne et l'itinéraire.
5. En fonction de la taille de l'avalanche, le chef désigne un certain nombre de **chercheurs** entraînés qui seront chargés de la recherche des victimes.
6. Les personnes restantes attendent en lieu sûr, prêtes à venir en renfort pour apporter des pelles et des sondes, et creuser. Si des personnes semblent choqués, il peut être préférable de les occuper en leur faisant damer une DZ pour l'hélicoptère.

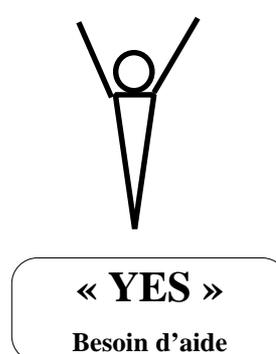
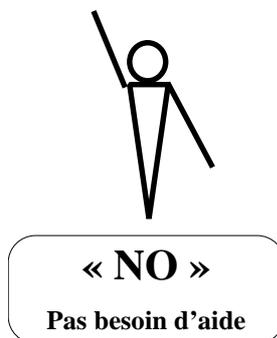


7. Les chercheurs désignés effectuent un balayage de la zone d'avalanche à environ 50m d'intervalle, jusqu'à obtenir un premier *bip*.
8. Lorsqu'un chercheur obtient un *bip* et démarre la recherche d'une victime particulière, il doit veiller à ce que les autres se concentrent sur d'autres victimes : un seul chercheur (le plus entraîné) par victime. **IL EST INUTILE D'ETRE PLUSIEURS A CHERCHER LA MEME VICTIME**. Les autres doivent explorer d'autres zones, ou bien regagner un endroit sûr si leur présence n'est plus indispensable dans la zone dangereuse. Il est primordiale d'assurer une communication entre les chercheurs pour éviter de tels comportements et conduire une recherche efficace.
9. Lorsqu'une victime est localisée, le chercheur demande du renfort, estime la profondeur de la victime avec une sonde ou un bâton. Creuser un trou d'autant plus **LARGE** que la victime est profonde.
10. Dégager la victime doucement, passer son ARVA en mode réception pour ne pas gêner les autres chercheurs. Estimer son état et prodiguer des soins adaptés. L'évacuer si possible vers un endroit sûr.
11. Lorsque toutes les victimes ont été dégagées, balayer à nouveau toute la zone pour s'assurer qu'il ne subsiste personne sous l'avalanche.
12. Si des secours organisés ont été prévenus par radio ou téléphone portable, rendre compte du résultat des recherches.

Signaux d'alerte

Il existe des signaux internationaux permettant d'appeler à l'aide :

- **Position des bras** : à utiliser pour signaler à un hélico de passage que l'on a besoin, ou pas besoin, d'aide :



- **Signaux sonores ou lumineux** : six coups réguliers en une minute, une minute de pause, et recommencer. Attention, ce signal est moins connu que le bon vieux SOS morse : trois signaux brefs + trois signaux longs + trois signaux brefs, puis une pause.
- **Fusée rouge** : Il faut disposer d'un stylo-lanceur et de quelques fusées. Très utile pour se signaler à l'hélico lorsque le temps est nuageux.

Si vous avez besoin de vous signaler auprès d'un groupe visible au loin, rien ne vaut le **sifflet d'arbitre**, bien plus puissant et strident que la voix. A avoir absolument dans son sac : il sert aussi pour l'orientation par temps de brouillard.

Le message d'alerte

Qui prévenir ?

Téléphone : Le **112** est depuis quelques années un numéro de secours normalisé accessible même depuis un portable sans carte d'appel, et quelques soit votre opérateur. Ce service vous mettra en contact avec les secours les lieux adaptés. A défaut, appelez le SAMU(17) ou les pompiers (18).

Radio VHF : Il existe une fréquence de secours destinée aux pilotes de vol libre : 143.9875 MHz. Il y a souvent quelqu'un à l'écoute, mais ce n'est pas garanti.

Contenu du message

Pour être efficace un message d'alerte doit comporter les informations suivantes et être énoncé clairement et calmement :

1. Qui demande du secours : votre identité
2. Nature de l'accident : accident corporel, avalanche (précisez la taille)
3. Lieu de l'accident : massif, localisation précise par rapport à un point caractéristique, altitude, orientation, ...
4. Nombre présumé de victimes
5. Si possible donner l'état des victimes : âge, blessures apparentes, état de choc, inconscience. Cela aide les secours à savoir si l'hélicoptère doit être médicalisé et à estimer le degré d'urgence de l'intervention.
6. Y a-t-il un moyen de joindre le lieu de l'accident : radio avec la fréquence, téléphone portable avec le numéro.
7. Répondre aux questions de votre interlocuteur si vous l'avez directement en ligne, et surtout **NE PAS RACCROCHER AVANT D'Y AVOIR ETE INVITE.**

Comportement vis-à-vis des secours organisés

Les secours organisés sont des professionnels hautement qualifiés et très entraînés. N'essayez pas de vous substituer à eux. Lorsqu'ils sont arrivés, laissez les faire leur métier et diriger les secours comme bon leur semble. Restez humble et remerciez-les de vous porter secours : un vol de montagne en hélico n'est jamais anodin et ils risquent souvent leur vie pour nous.

Généralement, l'hélico débarquera un secouriste professionnel qui organisera la prise en charge des victimes. Vous pouvez éventuellement demander à accompagner la victime dans l'hélico, mais si les secouristes refusent, n'insistez pas. Placez-vous aux ordres du secouriste : c'est lui qui commande maintenant !

Vous aurez souvent à redescendre vous-même le matériel des victimes si la place manque dans l'hélico.

Précautions vis-à-vis de l'hélicoptère

Si une DZ (zone d'atterrissage) a été aménagée, le pilote pourra choisir, ou pas, de s'y poser : c'est lui et lui seul qui décide.

Rangez tous les vêtements, couvertures de survie, et le matériel léger dans les sacs et enfoncez ceux-ci au mieux dans la neige, loin de la DZ. Couchez les skis et les bâtons et enfoncez-les dans la neige.

Placez-vous en bordure intérieure de la DZ, **DOS AU VENT, BRAS ECARTES, A GENOUX**, afin que le pilote dispose d'un repère de hauteur sol, d'un repère horizontal, et d'un point fixe.

L'hélico se posera juste devant vous ou juste à coté : c'est assez stressant mais surtout **NE BOUGEZ PAS** : si le pilote ne vous « sent » pas, il redécollera sans hésiter : sécurité avant tout !

Montez et descendez **DOUCEMENT** de l'hélico, et seulement quand on vous y invite, jamais de votre propre chef. N'oubliez pas que l'hélico reste un appareil dangereux et que vous êtes aux ordres de l'équipage. Veillez à n'accrocher aucun câble en montant ou en manipulant du matériel.

Ne passer **JAMAIS DERRIERE** un hélico : le rotor est un danger qu'on oublie facilement et c'est strictement interdit.

Trousse de secours minimale

Il est souhaitable d'avoir dans son sac le matériel suivant :

- Pelle (indispensable) et sonde ou bâtons-sonde (très fortement conseillée)
- Matériel d'orientation : boussole, altimètre régulièrement recalé, carte du coin au 1 / 25000 ème
- Piles de secours pour les ARVA
- Sifflet à roulette en plastique, beaucoup plus efficace que la voix pour se signaler.
- Outils (tournevis léger, pince, fil de fer) pour bricoler un matériel défaillant
- Désinfectant, ciseaux, bande, pansements, Strapal et/ou Elastoplast
- Médicaments de confort : aspirine, paracétamol, anti-diarrhéiques, collyre
- Couverture dite de survie. Pratique, mais condense beaucoup. Utile pour isoler et se signaler (ça brille), mais pour réchauffer quelqu'un préférez quelques bonnes polaires !
- Matériel de signalisation : radio, téléphone portable, lanceur + fusées de détresses, miroir. Ne pas oublier avant de partir de noter la fréquence ou le numéro de téléphone des secours.
- En fonction du type de rando, on peut rajouter : traîneau léger, peau de rechange ou colle spéciale, médicaments plus « techniques » à utiliser avec précaution, pile de secours pour la frontale, bâton télescopique de rechange, piolet de secours, corde, etc.

Quelques éléments de nivologie...

La neige se forme dans l'atmosphère par congélation de la vapeur d'eau contenue dans une masse d'air saturée autour de noyaux de condensation (poussières, particules salines, résidus de combustion, etc.). A température négative, la vapeur d'eau passe directement à l'état solide, et la croissance d'un cristal de neige s'amorce. Lorsque son poids ne lui permet plus de rester en suspension dans le nuage, il tombe vers le sol, et si la température de l'air y est suffisamment basse (inférieure à +3°C environ), on observe alors une chute de neige.

Suivant les conditions atmosphériques du moment, la forme et la taille de ce cristal sont très variables. Plusieurs centaines de cristaux ont ainsi été dénombrés et répertoriés selon une classification établie par l'Organisation Mondiale de la Météorologie qui distingue dix variétés de cristaux, dont les types les plus fréquents sont les étoiles, les plaquettes, les colonnes et les aiguilles. Au terme de leur chute ces cristaux, plus ou moins agglomérés en flocons, participent à la constitution du manteau neigeux. Dès lors, ils subissent en permanence des contraintes mécaniques et des flux énergétiques conduisant à leur métamorphose.

Les métamorphoses de la neige

L'évolution d'une strate de neige au sol dépend des conditions de température et d'humidité auxquelles elle est soumise. Au cours de l'hiver, ces différentes métamorphoses se succèdent au gré des conditions météorologiques. Le manteau neigeux est donc un empilage de strates nombreuses aux caractéristiques de cristallographie, de cohésion, de densité, de teneur en eau liquide très différentes.

La métamorphose d'isothermie

s'observe lorsque les variations de température au sein de la couche de neige sont faibles. Le gradient est inférieur à 5° par mètre. Elle s'amorce par la destruction des dendrites, fines ramifications des cristaux, et se poursuit par des transferts de matière, par sublimation/congélation, des convexités vers les concavités des cristaux, dus à des déséquilibres de tension de vapeur saturante. Les cristaux s'arrondissent, leur taille se réduit et se calibre. On les appelle des **grains fins**.

Leur nombreux points de contact favorisent la formation de ponts de glace qui les soudent les uns aux autres (phénomène de frittage). Cette métamorphose aboutit ainsi à la densification et à l'augmentation de la cohésion de la couche de neige (au détriment de sa plasticité).

La métamorphose de gradient moyen

se déclenche lorsque le gradient thermique vertical affectant la couche de neige (c'est-à-dire la différence de température entre le sommet et la base de la couche, divisée par son épaisseur) est entre 5 et 20 degrés par mètre environ, et se montre d'autant plus active que la couche de neige est poreuse. Dans ces conditions, on assiste à des transferts de matière par sublimation/congélation, mais cette fois-ci suivant un axe privilégié : la verticale, et dans le sens du bas vers le haut. Ces transferts génèrent des grains particuliers aux arêtes planes visibles : les **grains à faces planes**.

La métamorphose de gradient fort

Se produit lorsque le gradient de température dans la couche est fort, supérieur à 20 degrés par mètre. Les flux de vapeur entre le bas et le haut sont francs. On passe par la phase « faces planes » pour aboutir, après une dizaine de jours, aux fameux "**gobelets**" ou **givre de profondeur**, pouvant atteindre des tailles respectables (plusieurs millimètres), et formant des strates de très faible cohésion.

Un phénomène similaire peut se produire à la surface du manteau neigeux par nuit claire et froide, conduisant rapidement à la formation de givre de surface, parfois de taille importante (plusieurs centimètres).

La métamorphose de fonte

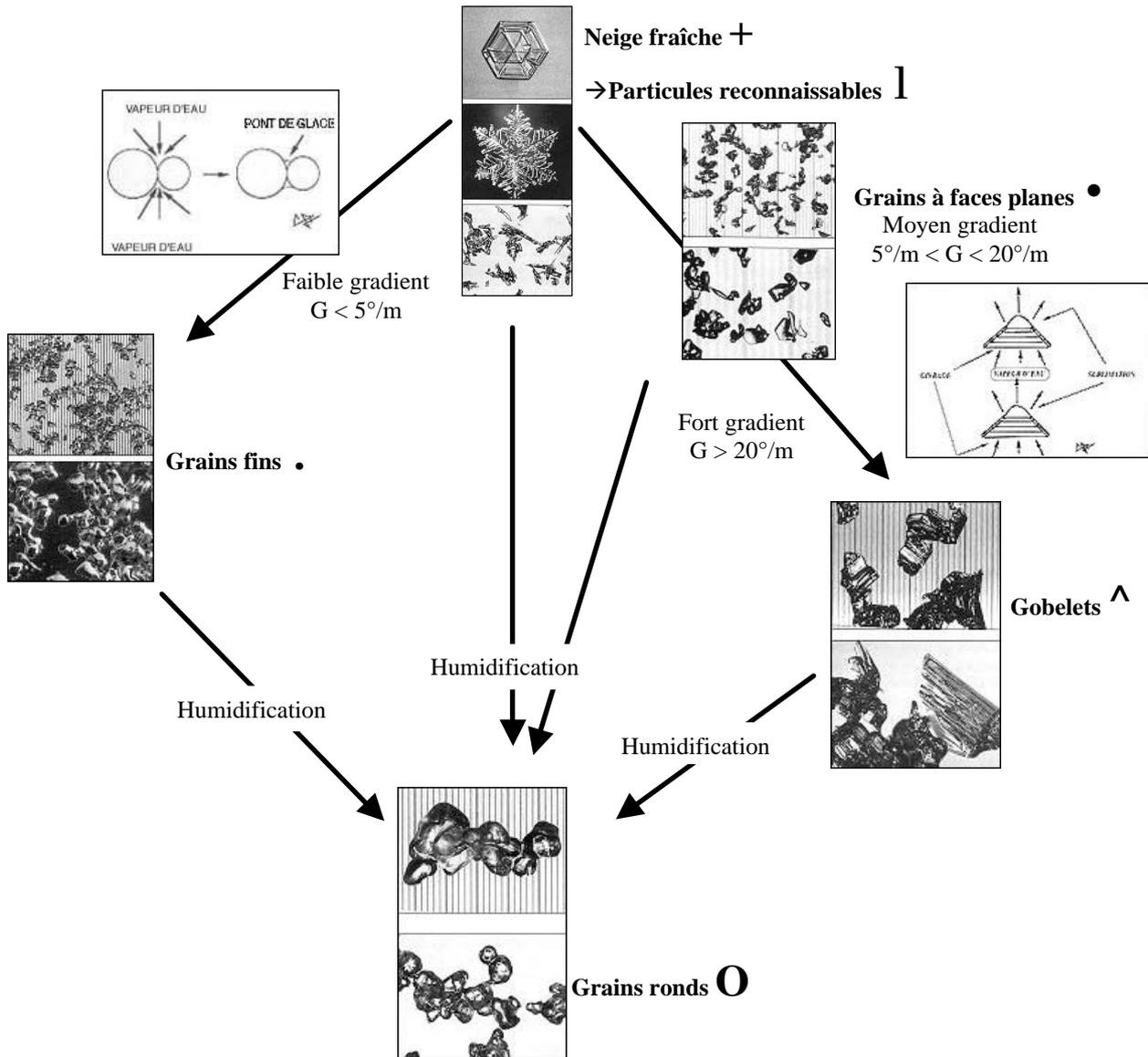
est consécutive à l'apparition d'eau liquide au sein du manteau neigeux, traduisant une fusion partielle des grains de neige. Elle accompagne les épisodes de redoux prolongés ou de pluie. Elle conduit à la formation d'agglomérats de plus en plus gros de grains dits **grains ronds**, liés plus ou moins fortement par cohésion de regel ou cohésion capillaire, suivant les températures qui règnent dans la couche de neige. Au-delà d'un certain seuil de rétention, l'eau liquide percole vers la base du manteau neigeux, dont la fonte est alors rapide.

La strate de grains ronds peut être très stable (neige dure et gelée), ou instable (neige mouillée dite « soupe » ou « gros sel »).

→ Retenons donc que **la neige est un matériau très complexe** qu'il faut apprendre à connaître. En un lieu donné, le manteau subit tout au long de la saison une série de transformations complexes. Certaines tendent à le stabiliser, d'autres à le déstabiliser.

→ **L'analyse d'un manteau neigeux pour estimer sa stabilité est donc très difficile** et doit faire l'objet d'un enseignement et d'un entraînement spécial. Mais même avec des connaissances poussées on ne peut émettre que des suppositions, des probabilités, jamais des certitudes. En toutes occasions la prudence s'impose et la règle du **doute systématique** doit être votre credo.

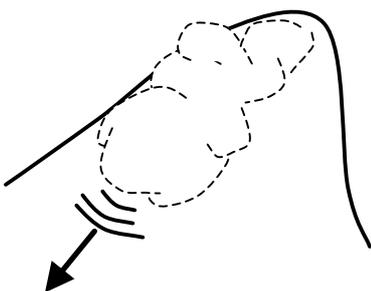
La figure ci-dessous récapitule schématiquement les métamorphose de la neige selon les conditions de gradient et de teneur en eau liquide. Les illustrations proviennent d'une étude de Claude Sergent, de Centre d'Etude de la Neige de Météo-France, publiée sur le site web de l'ANENA.



Quelques éléments sur les avalanches

Une avalanche est une masse de neige qui dévale une pente à plus ou moins grande vitesse. Schématiquement, on distingue trois types d'avalanche caractérisés chacun par le type de neige mise en cause dans le mouvement initial : l'avalanche de neige récente, l'avalanche de plaque dure, et l'avalanche de neige humide (ou de fonte). Mais la réalité est souvent complexe et, au cours de son trajet, une avalanche peut changer de caractéristiques.

L'avalanche de neige poudreuse



C'est l'avalanche « de cinéma », la plus connue, spectaculaire et rapide. La neige mise en mouvement est peu évoluée, sèche ou peu humide, pulvérulente ou de faible cohésion. Sa masse volumique est le plus souvent inférieure à 200 kg/m^3 .

Des avalanches spontanées de taille importante se produisent pendant ou peu après les chutes de neige, dès lors que l'épaisseur de neige fraîche cumulée dépasse une trentaine de centimètres. Le risque de déclenchement par le skieur peut persister plusieurs jours.

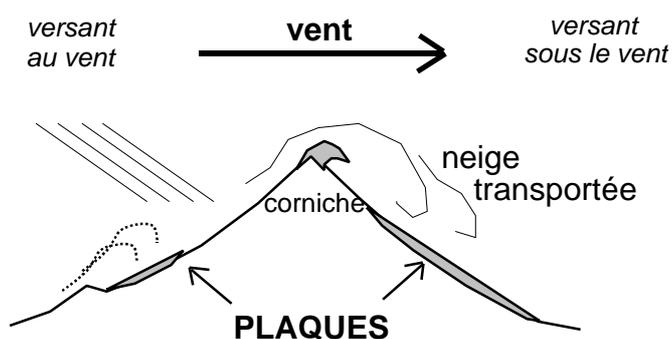
Ces avalanches se caractérisent par un départ ponctuel. L'avalanche s'élargit vers l'aval (trace en forme de cône ou de poire). Leur écoulement se fait en surface comme un fluide dense, et sous forme d'aérosol, mélange de neige et d'air (avalanche de poudreuse). Les plus grosses d'entre elles, qui déferlent à très grande vitesse (jusqu'à 200 à 300 km/h).

peuvent provoquer d'énormes dégâts. La zone de dépôt de ces avalanches de poudreuse est parfois difficilement détectable car elle s'étend sur une vaste superficie et les débris sont peu visibles.

Néanmoins, ces avalanches sont peu meurtrières en pratique, car elles correspondent à des périodes où le risque est grand et connu (fortes précipitations neigeuses), donc en général on reste à classer ses diapos plutôt que d'aller faire le zouave en montagne !

L'avalanche de plaque

C'est la plus dangereuse car elle est difficilement détectable et se déclenche au passage des skieurs, entraînant toute la pente d'un seul coup. Elle est responsable de près de 90% des victimes d'avalanches.



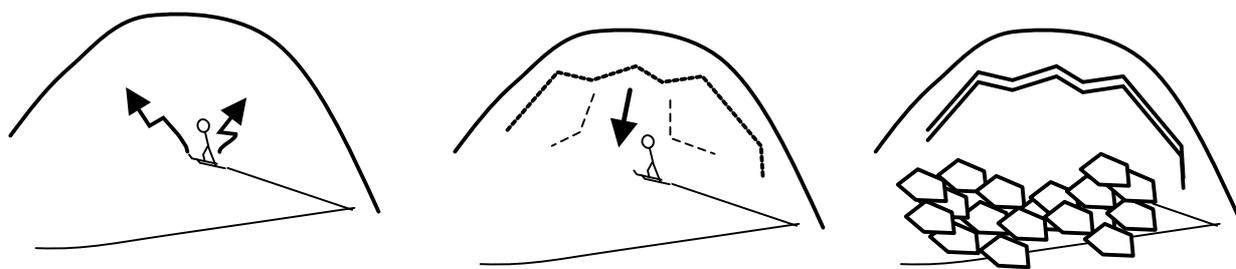
La cassure, toujours très nette, se propage rapidement suivant une ligne brisée. L'instabilité de ces plaques tient essentiellement à la présence d'une sous-couche fragile. Leur fragile équilibre peut être rompu sous l'effet d'une faible surcharge.

Une variété de plaques, dites plaques à vent, se forme sous l'action du vent en présence d'obstacles tels que crêtes, gros monticule rocheux. Brisés par le vent, les cristaux sont réduits en fines particules qui, en se déposant au sol, prennent rapidement une bonne cohésion, ce qui explique également la formation des corniches aux voisinages des crêtes.

La plaque formée peut posséder une certaine **rigidité**, bien qu'elle ne soit pas forcément dure : il existe des plaques dites *friables*, dont l'aspect ressemble à s'y méprendre à de la neige poudreuse un peu lourde. Mais la plaque ne tient que par des points d'ancrages assez fragiles. Si la neige sous-jacente est glacée ou sans cohésion, la plaque est très peu solidaire de la sous-couche et est très fragile.

Au passage d'un ou plusieurs skieurs, les **contraintes** sont transmises aux ancrages qui peuvent céder. Toute une plaque se détache alors, parfois sur plusieurs centaines de mètres, entraînant les skieurs. De la neige au sol peut être entraînée dans le mouvement, créant une avalanche mixte plaque / poudreuse.

Il est important de noter que la plaque cède souvent loin en amont des skieurs (déclenchement à distance), et non sous leur pieds : il est donc quasi impossible de s'enfuir, car dès le départ de l'avalanche le skieur est en plein milieu de l'écoulement !



1. Le passage du skieur crée des contraintes qui se propagent jusqu'aux ancrages fragiles

2. La plaque cède aux endroits fragiles, elle se fissure et commence à glisser dans la pente

3. L'avalanche est partie. La zone de dépôt mêle souvent neige compactée et restes de blocs de neige

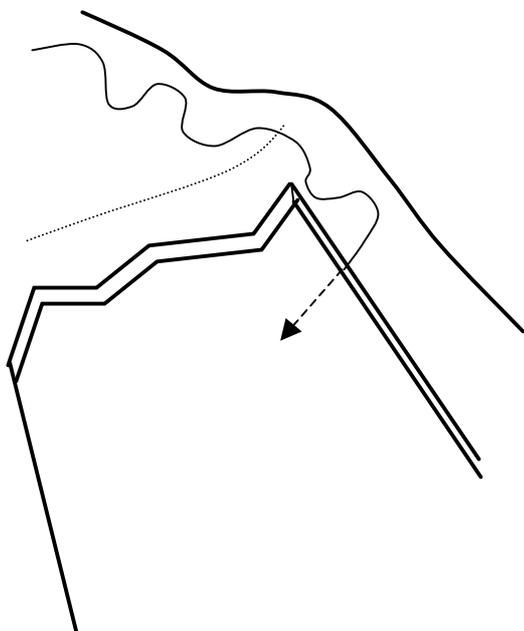
Autres remarques importantes : ce n'est pas parce qu'un ou plusieurs skieurs sont passés sains et saufs que la plaque tient : on a déjà vu des plaques céder au dixième passage, même lorsque les skieurs prennent soin de se faire légers ! Une plaque à vent en place reste dangereuse tant qu'elle n'est pas détruite par la fonte des neiges ou bien recouverte d'une couche de plus d'1 mètre 50 de neige stable.

Le cas le plus dangereux est donc celui d'une **plaque à vent enfouie** sous une faible épaisseur de neige stable : la neige paraît bonne et stable, mais la plaque est toujours active ! Seule une **stratigraphie** (coupe du manteau neigeux) minutieuse peut la révéler.

Une idée reçue veut qu' « une plaque, ça se reconnaît facilement à l'aspect et au bruit ». Ce n'est vrai que dans de rares cas. La neige ventée est en effet assez caractéristique sous les skis (aspect « soyeux », neige un peu collante). Mais d'une part, si la plaque est enfouie sous de la neige plus récente, elle est invisible. D'autre part, le bruit n'est pas forcément un critère : une plaque à vent peut ne pas faire de bruit particulier sous les skis jusqu'à ce qu'elle cède ! A contrario, une simple croûte de glace peut faire un bruit particulier, alors que le danger est faible. **Il est donc extrêmement difficile, même pour une**

personne habituée, de détecter toutes les plaques à vent. Bien malin qui peut reconnaître une plaque à vent au simple contact de ses skis, surtout si elle est enfouie !

Mieux vaut se fier à l'environnement de la pente (inclinaison, proximité des crêtes, position par rapport aux vents dominants, etc)... Et pourquoi pas à son instinct : quand tout paraît assez bon mais qu'on ne le « sent » pas, mieux vaut renoncer car on n'est pas dans de bonnes dispositions pour bien analyser le terrain.



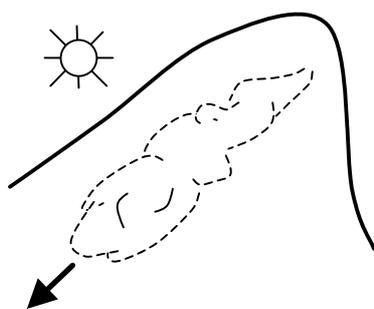
Par ailleurs, gaffe aux **ruptures de pentes** ! En ces endroits, la traction sur la neige est maximale et le manteau neigeux est donc particulièrement fragile. S'il y a une plaque à vent à l'intérieur, une surcharge même faible pourra la faire partir. Toujours analyser la pente avant de s'y engager, surtout à la descente en skiant comme un bourrin !

Il existe des **tests de stabilité (Rutschblock)** que l'on pratique en « découpant » un bloc de neige et en essayant de le déstabiliser. Néanmoins, il s'agit là d'une mesure ponctuelle et de valeur toute relative : si ça part on ne s'engage pas, mais si ça ne part pas on n'est pas sûr que la pente soit stable !

Il faudrait donc idéalement se souvenir du temps qu'il a fait depuis les premières chutes de neige, dans tous les massifs et à toutes les altitudes et toutes les expositions, pour avoir une chance d'évaluer le risque. Laissez cela à Météo-France : ils disposent des outils de simulation et de modélisation nécessaires et vous donnent leurs conclusions dans les **bulletins Neige et Avalanches**, dont la consultation est indispensable avant de choisir une course.

L'avalanche de neige humide (ou de fonte)

Ce type d'avalanche est directement lié à la présence d'eau liquide (fonte superficielle, pluie, etc.). La neige "mouillée" a une masse volumique élevée (350 à 500 kg/m³ en moyenne). Ces avalanches se produisent au cours de réchauffements importants, accompagnés ou non de pluie.



Les plus typiques des avalanches de neige humide sont les avalanches de printemps ou d'été qui se produisent dans les pentes bien ensoleillées. Elles peuvent intéresser des versants ou être canalisées dans d'étroits couloirs. Leur écoulement se rapproche de celui de la lave : les vitesses sont relativement faibles, de l'ordre de 20 à 60 km/h, mais ces avalanches ont une grande puissance destructrice. Les dépôts, parfois de plusieurs mètres d'épaisseur, sont constitués de blocs informes de neige très dense. Il n'est pas rare d'en trouver des restes en bas d'un couloir, alors que l'été est bien avancé.

Un skieur pris dans une telle avalanche est littéralement fauché, et la densité de la neige est telle qu'il est vraiment difficile de s'en échapper.

Toutefois, comme les avalanches de poudreuse, ces avalanches correspondent à des situations dangereuses connues : fort redoux, pluie, fort ensoleillement. Le risque est donc connu des skieurs de randonnée, qui au printemps commencent leur course de nuit de façon à être de retour en vallée assez tôt, avant les fortes chaleurs du début d'après-midi.

Les Bulletins Neige et Avalanches (BNA)

L'objectif des bulletins neige et avalanche (BNA) n'est ni d'autoriser ni d'interdire la pratique de la montagne, mais de permettre à chacun d'adapter son comportement en fonction des risques. Les informations nivologiques concernent l'état du manteau neigeux et le risque d'avalanche en dehors de pistes balisées et ouvertes.

Les BNA sont quotidiens et départementaux. Chaque département est découpé en zones, ou massifs, de quelques centaines de kilomètres carrés. Les informations sur les conditions de neige et de risque sont fournies à l'échelle de ces massifs.

La consultation des BNA doit devenir un réflexe pour les pratiquants de la montagne. Mais elle ne dispense pas d'une information locale.

Ce qu'il ne faut absolument pas faire : se fixer un seuil chiffré arbitraire ("en risque 2, je vais partout") !

Ce qu'il est recommandé de faire : prendre connaissance de l'intégralité du BNA, ne pas s'en tenir au seul indice chiffré de l'échelle, et choisir sa course en fonction de toutes les données.

Contenu des Bulletins Neige et Avalanche

Les bulletins neige et avalanche (BNA) sont diffusés du 15 décembre au 30 avril. Ils comprennent 6 rubriques :

1. **L'estimation des risques d'avalanche :** par massif et pour les 24 heures à venir avec la référence à l'échelle européenne (indice chiffré et signification) : voir plus loin pour la description de chaque niveau.
2. **Les conditions d'enneigement :** limites inférieures d'enneigement skiable, enneigement moyen, valeurs ponctuelles... ;
3. **L'état du manteau neigeux :** bilan des chutes de neige, descriptif des couches superficielles et internes en terme de qualité et de stabilité ;
4. **Un aperçu météo :** brève information sur les paramètres prévus ayant une influence sur l'état du manteau neigeux ;
5. **L'évolution du manteau neigeux :** transformation attendue de la neige avec les conséquences sur la stabilité, la nature et l'intensité du risque d'avalanche qui en découle ;
6. **La tendance ultérieure des risques :** sens probable de l'évolution du risque à échéance d'au moins 48 heures.

Au cours de cette même période, de la mi-décembre à la fin avril, des bulletins de synthèse hebdomadaire (BSH) sont disponibles du jeudi au dimanche. Ils résument les phénomènes marquants de la semaine écoulée, avec notamment le cumul des chutes de neige mesurées depuis le jeudi précédent.

En automne et au printemps, plus exceptionnellement en été si des chutes de neige remarquables venaient à se produire, des informations plus succinctes sur les conditions de neige sont délivrées au moins une fois par semaine, à la veille des week-end.

Comprendre et interpréter les bulletins

L'information neige et avalanche est fournie à l'échelle de massifs (superficie de l'ordre de quelques centaines de kilomètres carrés). Elle n'est valable qu'en dehors des pistes balisées et ouvertes. C'est une information de synthèse qui s'attache à donner les particularités les plus représentatives des conditions de neige existantes ou prévues. Des précisions sont souvent apportées en fonction de l'exposition, de l'altitude ou encore de la plage horaire.

La consultation des bulletins neige et avalanche doit devenir un réflexe quand on pratique la montagne enneigée en dehors des pistes balisées et ouvertes. En station, une information locale auprès des professionnels est également recommandée.

L'estimation des risques fait référence à l'échelle européenne de risque d'avalanche qui comporte 5 indices. Chacun de ces indices correspond à un niveau de danger pour le pratiquant de la montagne. Aucun d'entre eux n'est à négliger : en montagne, le risque 0 n'existe pas. Ces indices sont ordonnés selon la gravité du danger auquel s'expose l'utilisateur. L'augmentation du risque est basée sur l'aggravation et sur l'extension géographique de l'instabilité du manteau neigeux.

L'enseignement retiré du bulletin dépend bien sûr de l'expérience et de la connaissance du milieu montagnard que possède chaque utilisateur. Dans certaines situations le skieur peu expérimenté peut être amené à annuler la descente de hors-piste ou la randonnée projetée et à rester sur les pistes ouvertes. Le skieur expérimenté peut décider de maintenir une sortie prévue mais en choisissant un site moins exposé que celui initialement prévu.

Une fois sur le terrain, il convient d'apprécier si les conditions réelles sont dans l'ensemble conformes à celles qui étaient annoncées. En effet, la prévision du risque d'avalanche est établie à partir des conditions nivologiques existantes et des prévisions météorologiques, dont l'essentiel est indiqué dans la rubrique "aperçu météo" du bulletin. Elle peut être remise en cause si les conditions météorologiques évoluent différemment de ce qui était prévu.

Echelle européenne de risque d'avalanche

INDICE	STABILITE DU MANTEAU NEIGEUX	PROBABILITE DE DECLENCHEMENT
1 - FAIBLE	Le manteau neigeux est bien stabilisé dans la plupart des pentes.	Les déclenchements d'avalanches ne sont en général possibles que par forte surcharge sur de très rares pentes raides. Seules des coulées ou petites avalanches peuvent se produire spontanément.

2 - LIMITÉ	Dans quelques pentes suffisamment raides, le manteau neigeux n'est que modérément stabilisé. Ailleurs, il est bien stabilisé.	Déclenchements d'avalanches possibles surtout par forte surcharge et dans quelques pentes généralement décrites dans le bulletin. Des départs spontanés d'avalanches de grande ampleur ne sont pas à attendre.
3 - MARQUÉ	Dans de nombreuses pentes suffisamment raides, le manteau neigeux n'est que modérément à faiblement stabilisé.	Déclenchements d'avalanches possibles parfois même par faible surcharge et dans de nombreuses pentes, surtout celles généralement décrites dans le bulletin. Dans certaines situations, quelques départs spontanés d'avalanches de taille moyenne, et parfois assez grosse, sont possibles.
4 - FORT	Le manteau neigeux est faiblement stabilisé dans la plupart des pentes suffisamment raides.	Déclenchements d'avalanches probables même par faible surcharge dans de nombreuses pentes suffisamment raides. Dans certaines situations, de nombreux départs spontanés d'avalanches de taille moyenne, et parfois assez grosse, sont à attendre.
5 - TRÈS FORT	L'instabilité du manteau neigeux est généralisée.	De nombreuses et grosses avalanches se produisant spontanément sont à attendre y compris en terrain peu raide.

Quelques précisions :

Les « pentes raides » : Pentes particulièrement propices aux avalanches en raison de leur déclivité, de la configuration du terrain, de la proximité des crêtes...

Les « quelques pentes d écrites dans le bulletin » : les caractéristiques de ces pentes sont généralement précisées dans le bulletin: altitude, exposition, topographie...

Les surcharges : données à titre indicatif. Forte (par exemple skieurs groupés) ou faible (par exemple skieur isolé, piéton).

Le terme **déclenchement** concerne les avalanches provoquées par surcharge, notamment par le(s) skieur(s). Le terme **départ spontané** concerne les avalanches qui se produisent sans action extérieure.

Pour aller plus loin : quelques références...

- Une mine : l'ANENA (Association Nationale pour l'Etude de la Neige et des Avalanche) peut vous aider à trouver la documentation la mieux adaptée ce que vous recherchez : 15 rue Ernest Calvat, 38000 Grenoble. Site web : <http://www.anena.org>
- La FFME propose aussi des pages sur la neige et les avalanches : <http://www.ffme.fr>
- Un autre lien intéressant, en anglais : <http://www.avalanche.org>
- Les sports de montagne – sous la direction de Jean-Paul Zuanon – CAF. *Très complet, bonnes parties sur les avalanches, l'orientation en montagne, ...*
- Ski et Sécurité - François Valla - Publié par l'ANENA, Editions Glénat Grenoble, 1991. *Bon petit bouquin clair et concis, nombreuses photos superbes, centré sur la pratique : un excellent choix.*
- La neige, formation et Evolution - Edmond Pahaut et Claude Sergent - Brochure Météo-France, Centre d'Etudes de la Neige. *Bonne référence pour une première approche.*