

MÉMENTO NEIGE & AVALANCHES



SOMMAIRE



Les avalanches sont des phénomènes redoutés des skieurs et alpinistes évoluant en milieu enneigé. Très médiatisés et souvent spectaculaires on en recense des centaines par an dont les causes commencent à être mieux connues.

LA MÉTHODE DE RAISONNEMENT 3X3

Raisonnement 3x3 5

1-PRÉPARATION DE COURSE

Je fais quoi ? 7

1-A : Facteurs humains 8

1-B : Conditions 9

1-C : Terrain 17

2 - SUR LE TERRAIN

Je fais quoi ? 25

2-A : Facteurs humains 26

2-B : Conditions 28

2-C : Terrain 37

3 - AUX PASSAGES CLÉS

Je fais quoi ? 39

3-A : Facteurs humains 40

3-B : Conditions 44

3-C : Terrain 48

DÉBRIEFING

Débriefing 57

NIVOLOGIE - THÉORIE

La neige 59

Évolution 60

Neige sèche / humide 62

Couches fragiles 63

Mécanisme de propagation 66

Cohésions 67

Métamorphoses 68

Sondage par battage 70

SECOURS

Chances de survie 73

Check DVA avant le départ 74

RIO PASO 75

Alerte 76

Recherche 77

Sondage 79

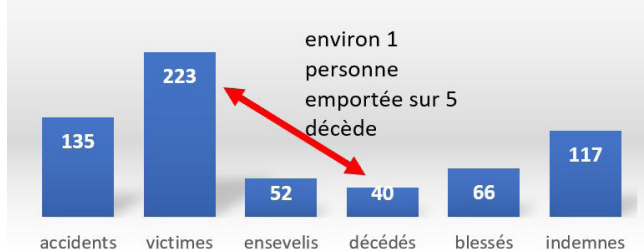
Pelletage en V 81

Premiers secours 82

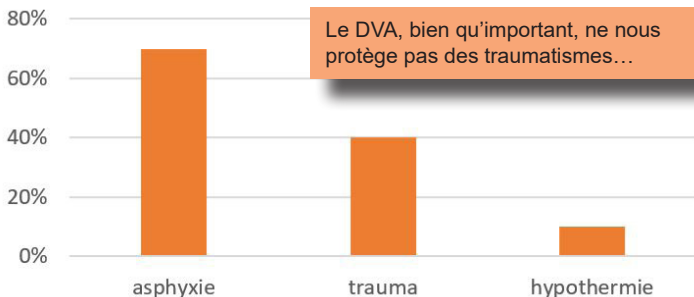
L'ACCIDENTOLOGIE EN AVALANCHE

Les bilans saisonniers font état d'une moyenne de **30 morts par an** dans les massifs montagneux français. Cela reste un accident rare au vu de la fréquentation hivernale qui a fortement augmenté ces dernières années (de 150 000 pratiquants en 2012 selon la FFME il y en aurait plus de 200 000 en 2021).

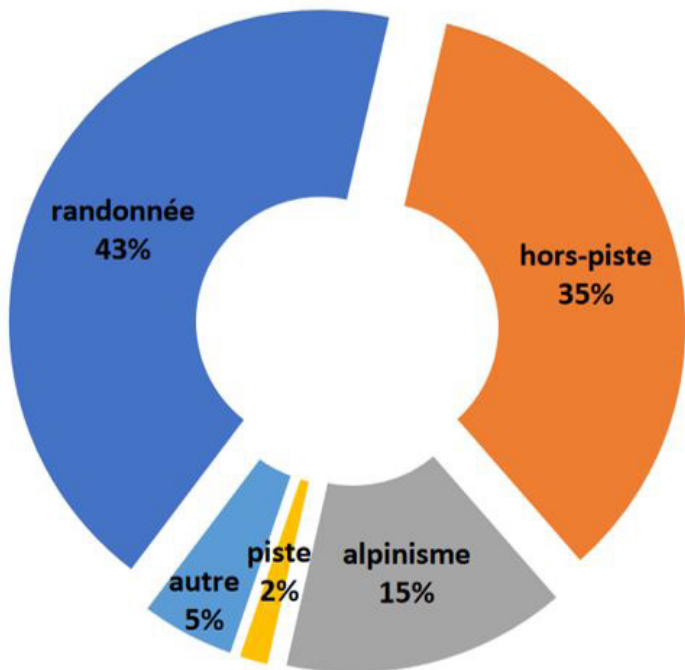
Bilan des accidents d'avalanche recensés en France saison 2020-21



Causes des décès en avalanche moyenne sur plusieurs saisons



Enfin, l'accidentologie en avalanche concerne également d'autres activités telles que le hors-piste en station, la randonnée en raquette et l'alpinisme entre-autre.



LA MÉTHODE DE RAISONNEMENT 3X3

Avoir des connaissances théoriques sur la neige doit s'associer à une analyse méthodique sur le terrain et à un comportement adapté au risque rencontré.

Nous avons volontairement laissé de côté quelques méthodes pourtant célèbres qui ont fait la preuve de leurs limites (méthode de réduction du risque de Munther, règle des 3 jours...).

La méthode de raisonnement 3x3






Il s'agit d'une méthode de raisonnement mise au point par Werner Munther, qui ne permet pas d'évaluer avec certitude le risque. Le choix de poursuivre ou de renoncer est laissé à l'utilisateur. Ainsi, il pourra en résulter une large gamme d'option, selon le degré d'expertise du pratiquant.

Elle consiste à croiser trois critères :

- Le critère humain : avec qui, pour quelles raisons, quel est mon rôle...
- Le critère nivo-météo : quel type de temps, quel risque nivologique...
- Le critère topographique : sur quel terrain j'évolue, dans quelle pente...

Et cela à trois temps distincts :

- Avant ma sortie : phase de préparation ;
- Au départ de ma sortie : observation des conditions en corrélation ou pas avec ma préparation ;
- Aux différents passages clés : quelle adaptation, quelles précautions supplémentaires...

		A Facteur humain	B Conditions (météo - neige)	C Terrain
		 HUMAIN	 CONDITIONS	 TERRAIN
avant 	1 : Filtre à la préparation	Niveau & nombre des participants ?	Prévisions ?	Topos/cartes - Itinéraires alternatifs
Maintien du projet ? Solution alternative ? Annulation ?				
P au départ	2 : Filtre sur le terrain	Etat des participants ?	Neige ? Météo ?	Représentation mentale juste ?
Maintien du projet ? + de précaution ? Solution alternative ? Renoncement ?				
passage clé 	3 : Filtre avant les passages clés	Etat des participants ? Précautions ?	Évaluation locale ? DCMR TECAP	Relief local - Fréquentation ?

1-PRÉPARATION DE COURSE

avant



Je fais quoi ?

MON PROJET EST-IL COHÉRENT EN FONCTION DES FACTEURS HUMAINS, DES CONDITIONS ANNONCÉES ET DE L'ITINÉRAIRE SUR LE TERRAIN ?

Idéalement (et contrairement aux principes habituels), je prévois **un plan A "tout temps et toutes conditions"**, qui peut être exécuté sereinement, **et un (ou des) plan(s) B "en plus"** en fonction des conditions du moment :

- Plan A = col, épaule ou sommet atteignable en toutes conditions ;
- Plan B = ajouter un couloir, un sommet, un équipement pour travailler la technique, etc.



1-A : Facteurs humains lors de la préparation

Les 3 «déclencheurs» d'avalanche :



Déclencheur ?
Pente ?
Neiges ?

DÉCLENCHEUR HUMAIN ?

Dans 90% des accidents faisant des victimes, ce sont les pratiquants eux-mêmes qui ont déclenché l'avalanche.

METTRE EN ADÉQUATION PARTICIPANTS / TERRAIN

Plutôt que de chercher à faire un sommet précis avec un groupe mal adapté !

Les facteurs humains à prendre en compte sont :

LEADER

- Etat physique, technique et moral ;
- Compétences et expérience (Notamment en nivologie) ;
- Objectif de la sortie (sommet, apprentissage, ...) ;
- Pression institutionnelle.

GROUPE

- Effectif ;
- Etat physique et technique (Homogénéité , sacs à dos chargés,...) ;
- Encadrants (Compétences, diplômes montagne).

ORGANISATION

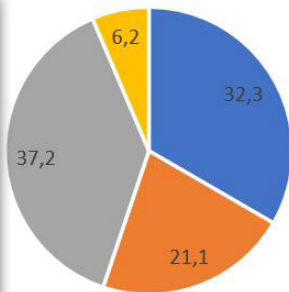
- Soutien logistique ;
- Contraintes horaires.

1-B : Conditions lors de la préparation

INGRÉDIENT DES AVALANCHES : LA NEIGE

Avalanches en % par caractéristique
source DATA AVALANCHE

La majorité des avalanches est liée à une formation de **plaque**, ces plaques sont dues à la formation d'une **couche fragile**.

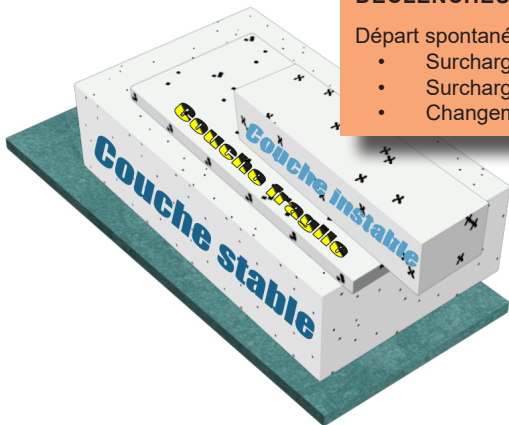


■ Plaque à vent ■ Plaque friable ■ Plaque de fond ■ Départ ponctuel

DÉCLENCHEUR NATUREL ?

Départ spontané :

- Surcharge nouvelle neige ;
- Surcharge due au vent ;
- Changement d'état.



1-B : Conditions lors de la préparation**LA PRÉVISION****L'ÉCHELLE EUROPÉENNE DU RISQUE**

Météo France ainsi que les organismes européens équivalents, publient un Bulletin d'Estimation du Risque d'Avalanche (BERA ou BRA) quotidien concernant chaque massif. Une échelle européenne du risque d'avalanche divisée en 5 niveaux permet d'avoir un aperçu rapide du risque.

STABILITÉ DU MANTEAU NEIGEUX	PROBABILITÉ DE DÉCLENCHEMENT
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 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.

1-B : Conditions lors de la préparation

LE BERA* ET LA MÉTÉO

Bulletin d'estimation du risque d'avalanche : Édité sur le site Internet de météo France (par massif)

Il existe plus de 30 bulletins d'estimation du Risque Avalanche :

- 1 bulletin avalanche par massif pour les montagnes des Alpes, de Corse et des Pyrénées, dont l'Andorre.

Ils sont diffusés **de début novembre à fin mai quotidiennement, vers 16h00.**

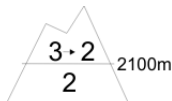
RUBRIQUES DU BERA

PENTE : rose de localisation des pentes les plus dangereuses



à l'abri du nord-est

Pentes plus dangereuses



RISQUE : l'estimation chiffrée des risques d'avalanche

Stabilité du manteau neigeux

Stabilité du manteau neigeux jusqu'au jeudi 23 novembre 2023 au soir



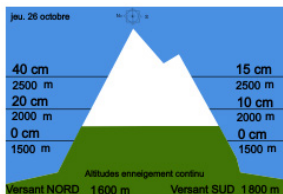
** Bulletin élaboré à partir d'informations réduites.**
Situation typique : neige ventée (à haute altitude).

DEPARTS SPONTANES : Peu probables. En haute-montagne, une accumulation de neige par le vent pourrait céder très localement. Taille 1 (petite).

DECLENCHEMENTS PROVOQUES : Plus bas que 2800 m : peu probables.

Plus haut que 2800 m : rares plaques formées dans la neige récente froide, accumulée par les vents forts de NE. Plaques friables ou dures selon la force du vent en divers secteurs. Elles sont peu nombreuses mais facilement déclenchables au passage d'un seul skieur. Taille 1 à 2 (petite à moyenne).

Enneigement

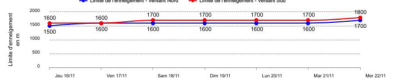
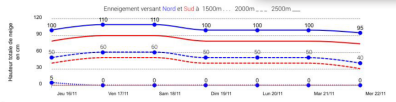


1-B : Conditions lors de la préparation

Neige fraîche

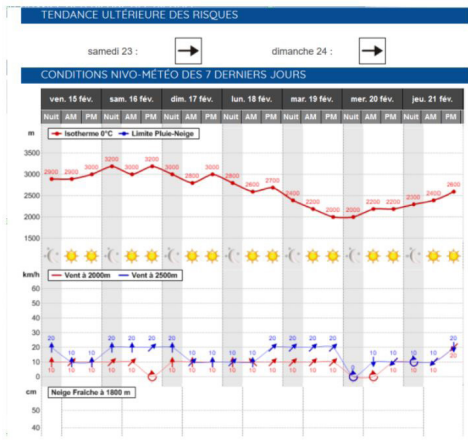
Aperçu météo

Aperçu météo



Historique des derniers jours

Une partie du Bera informe sur l'historique des derniers jours : **informations importantes pour comprendre les problématiques.**



1-B : Conditions lors de la préparation

CE QU'IL FAUT ÉVITER ! : NE S'INTÉRESSER QU'À L'INDICE CHIFFRÉ.

Le chiffre n'indique qu'une estimation à l'échelle d'un massif de départ d'avalanche spontanée (1 à 5) ou accidentelle (1 à 4).

Le risque local peut être plus élevé et bien réel même par « risque 1 » lorsqu'on se trouve dans la zone de risque spécifiée.

Un risque 2 au printemps ou en Janvier ne demandent pas du tout la même gestion du risque !

CE QU'IL FAUT FAIRE !

RECHERCHER 3 INFORMATIONS :

PROBLÉMATIQUES

Quels sont les problèmes du jour ?

Neige récente, risque de plaque, vent, réchauffement...

LOCALISATIONS

Quels sont les secteurs concernés ?

Orientation, altitude, pentes...

OBSERVABLES

Quels seront les indices ?

Vent en cours, quantités de neige, températures, avalanches récentes...

1-B : Conditions lors de la préparation

TYPES D'AVALANCHES ET NIVEAUX DE DANGER

Les avalanches sont classées de 1 à 5 en fonction de leur taille :

Type 1 Coulée : Peut déséquilibrer une personne, longueur inférieure à 50 m.

Type 2 Avalanche moyenne : Peut ensevelir une personne, s'arrête au pied de la pente.

Type 3 Grande avalanche : Peut emporter un groupe, emporter une voiture, l'écoulement peut parcourir un terrain plat.

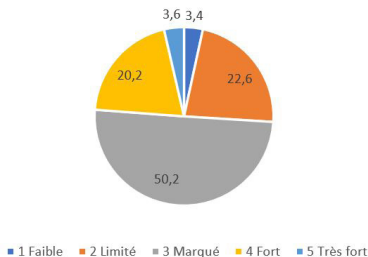
Type 4 Très grande avalanche : peut endommager une forêt, un bâtiment, emporter un camion et arriver en fond de vallée même sur du terrain plat.

Type 5 Avalanche d'ampleur exceptionnelle : Dévaste le paysage en laissant une empreinte durable (avalanche du siècle).

Une importante base de données (www.data-avalanche.org) a recensé les avalanches observées et tente de les caractériser.

Il existe une corrélation directe entre l'indice chiffré du risque et la probabilité de déclencher une avalanche : Parmi les avalanches observées on voit que le nombre d'avalanche a plus que doublé en passant du risque 2 à 3. Cependant, si les observations sont moins fréquentes par risque 4, cela ne doit pas laisser penser que le nombre d'avalanche diminuerait.

Avalanches par niveau de danger
source DATA AVALANCHE



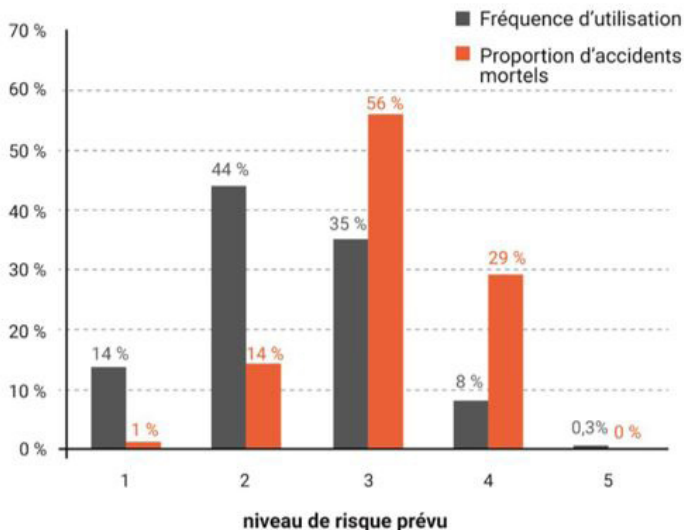
Remarque : De nombreuses avalanches ne sont pas observées ou pas transmises par les observateurs. Il est donc probable qu'un nombre plus important d'avalanche soit déclenché pendant un épisode de risque 3, 4 ou 5 mais ne soit pas comptabilisé.

1-B : Conditions lors de la préparation

Statistiquement, hormis le risque Très Fort (5), ce sont bien les niveaux de danger les plus élevés qui apportent la plus grande part des accidents mortels : **85%* des accidents mortels surviennent, en France, par risque Marqué -3- (56%) ou Fort -4- (29%).**

* : La grande majorité de ces accidents mortels est liée à des avalanches de plaque !

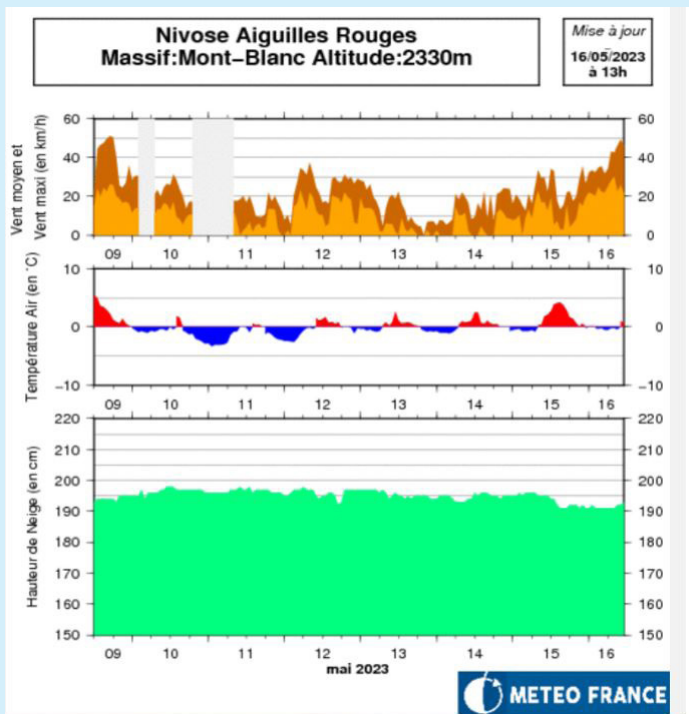
Le seul risque Fort -4- représente près d'un tiers des accidents mortels alors même que l'indice n'est utilisé que dans 8% des journées de publication du BERA.



1-B : Conditions lors de la préparation

LES STATIONS NIVOSES

Ces stations automatiques sont libres d'accès et fournissent des renseignements importants sur l'historique d'un secteur tels que : le vent, les températures et les hauteurs de neige.

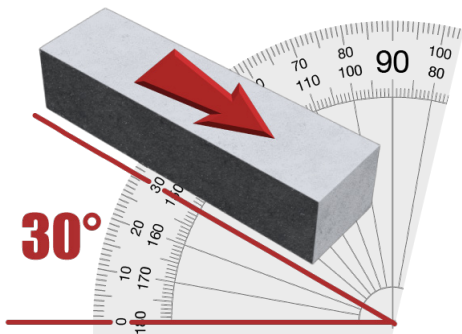
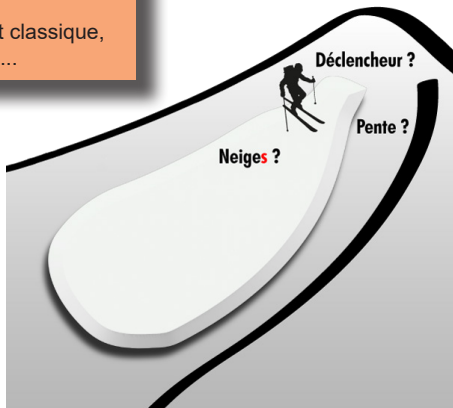
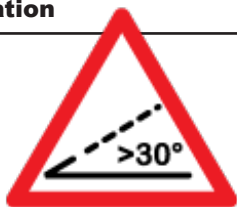


1-C : Terrain lors de la préparation

DÉCLENCHEUR : PENTE

Un ingrédient nécessaire aux avalanches est la pente sur laquelle la neige est posée : **à partir de 30°** de pente environ (parfois 28-29°) une avalanche est possible.

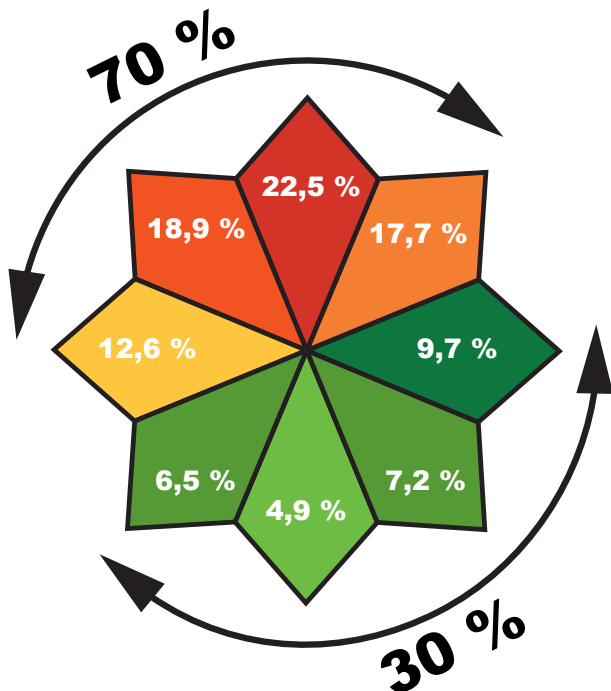
30 ° c'est une pente de toit classique, une piste noire, un éboulis...



1-C : Terrain lors de la préparation

RÉPARTITION, PAR ORIENTATION, DES ACCIDENTS MORTELS D'AVALANCHE

La majorité des accidents se produisent dans des combes, les crêtes offrant donc une meilleure sécurité !



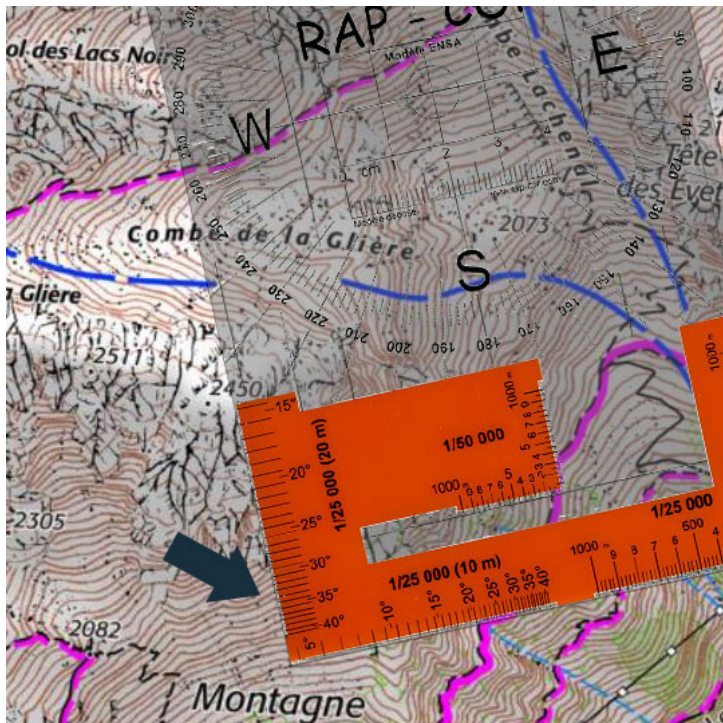
1-C : Terrain lors de la préparation**LE FACTEUR TERRAIN**

C'est l'analyse de la raideur de la pente, de l'orientation et de la couverture.

ÉVALUER LES PENTES SUR LA CARTE

La mesure peut se faire sur la carte grâce à un réglett pour mesurer l'écartement des courbes de niveau et le convertir en pente (RAP-COR, outil disponible avec le carnet de gestion des risques).

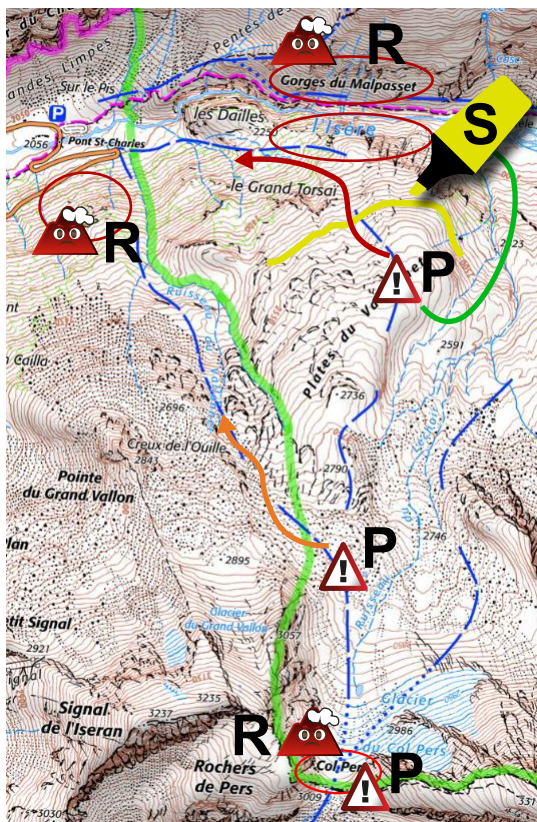
Précision : +/- 3°



1-C : Terrain lors de la préparation

PRÉPARATION CARTOGRAPHIQUE

- Quels sont les reliefs que je vais rencontrer ?
- Où se situeront les passages clés ?
- Où se situeront les points de décision ?
- Quelles barrières horaires dois-je m'imposer ?
- Aurais-je la possibilité de varier ? de faire demi-tour ?



R : Identification des zones à risque :

Talweg, forte pente, barre...

S : Surlignage des courbes maîtresses : Identifier clairement la forme du relief (crête, combe...)

P : Déterminer des points de décision en zone sûre et avec bonne visibilité sur la suite, permettant d'effectuer des choix.

1-C : Terrain lors de la préparation

OUTILS NUMÉRIQUES D'AIDE À LA PRÉPARATION D'UNE SORTIE

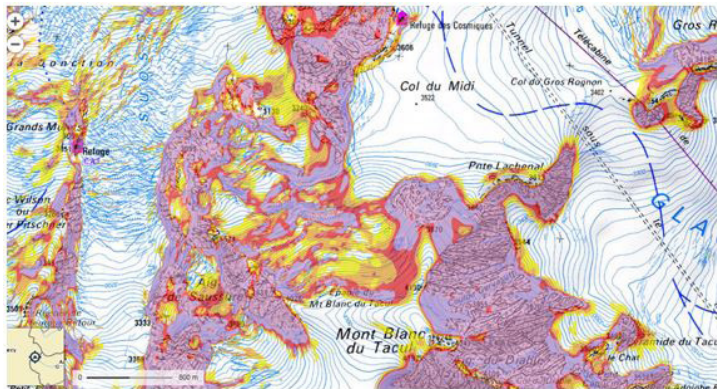
De nombreuses applications pour smartphones ou sites internet permettent de visualiser les pentes propices aux avalanches.

Géoportail

Iphigénie

AlpineQuest

...



Pente > 30°

Pente > 35°

Pente > 40°

Pente > 45°

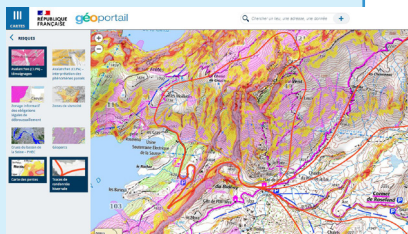
1-C : Terrain lors de la préparation

GÉOPORTAIL

En plus des cartes topographiques, Géoportail dispose de calques disponibles dans [CARTES] – [DÉVELOPPEMENT DURABLE, ÉNERGIE] – [RISQUES] ou en saisissant le mot clé "avalanche" dans la zone de recherche :

- Traces de randonnée hivernale
- Carte des pentes
- Avalanches (CLPA) - témoignages
- Avalanches (CLPA) - interprétation des phénomènes passés

Les itinéraires les plus sûrs en évitant autant que possible les terrains avalancheux sont en orange et remplaceront bientôt les itinéraires bleus des cartes papier



SKITOURENGURU.CH

« Le couteau suisse » en ligne permet à la fois de se baser sur le bulletin d'estimation du risque d'avalanche mais également sur une



base de données statistiques ainsi que des mesures numériques de terrain (inclinaison et forme du terrain).

2 - SUR LE TERRAIN



Je fais quoi ?

AU DÉPART DE LA COURSE ET LORS DE LA PROGRESSION

- Maintien du projet, variantement ou renoncement ?
- Le projet est-il compatible avec les conduites à tenir ?

EN CAS DE NEIGE RÉCENTE



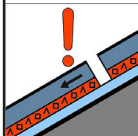
Tous les versants peuvent être concernés !
S'éloigner des grandes pentes ;
 Stratégie du 1 par 1 !

APRÈS UN PASSAGE VENTEUX



Attention aux versants «sous le vent» !
 Observer les **accumulations** ;
S'éloigner des versants spécifiés dans le BERA.

EN PRÉSENCE DE COUCHES FRAGILES



Etre attentif aux signaux :

Woom (Bruit sourd lié à l'effondrement de la couche fragile au passage de skieurs) ;

Fissuration au passage de skieurs ou déjà présentes ;
 Nombreuses **avalanches observées** (naturelles ou artificielles) ;

Déclenchement à distance au passage de skieurs.

Éviter les versants froids et spécifiés dans le BRA ;

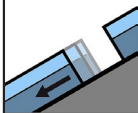
Éviter les pieds de ces versants ;

Pratiquer des **tests d'instabilité** et s'éloigner des grandes pentes si test significatif.

SI LE MANTEAU EST HUMIDE



Tenir compte des **horaires** et de l'**orientation** des pentes.
 Plus de **danger sur les versants froid** auparavant poudreux, moins en versants déjà réchauffés et transformés.



Ne pas stationner !

2-A : Facteurs humains au départ

LE BRIEFING (OSERER)

Au départ, formuler clairement au groupe :

- **Objectifs** : de formation, d'entraînement, de vérification des acquis...
- **Séquences** : horaires des pauses, zones d'équipement, sommet...
- **Effectif** : tous les membres du groupe doivent connaître le nombre de personnes
- **Risque** : dangers d'avalanche, crevasses, séracs, barres rocheuses, pente raide...
- **Équipement** : découle du risque nécessitant l'usage d'un matériel spécifique.
- **Règles** : Consignes, distance, organisation...



2-A : Facteurs humains au départ

10 BONNES PRATIQUES UNIVERSELLES

Franck Debouck a tiré d'analyses post-accidentelles dans différents milieux professionnels (transport aérien, milieu hospitalier, industrie chimique et nucléaire) une série de 10 bonnes pratiques :

1. **Briefing** : faire connaître les enjeux
2. **Auto contrôle** (ex. vérifier son propre matériel)
3. **Contrôle croisé** (ex. contrôle DVA, vérification encordements, crampons...)
4. **Communication sécurisée** : vérifier que l'information importante soit comprise (consignes claires), ne pas sanctionner l'erreur (favoriser l'échange)
5. **Do-list** : liste de tâche à accomplir avant ma sortie (BERA, analyse topo, carte, FACM, ...)
6. **Check-list** : liste de tâche à ne pas oublier sur le terrain, au passage clé... (distances, stratégies, équipements...)
7. **Répartition des tâches** (ex. trace, matériel, serre file...)
8. **Redondance des tâches** (chacun peut prévenir d'un problème, danger, respect des distances...)
9. **No-go** : un renoncement n'est pas un échec.
10. **Débriefing** : ne pas négliger les incidents, insister sur les points à retenir...

LEADER

Il apparaît aujourd'hui qu'un nombre conséquent d'accidents arrivent par une défaillance de l'organisation :

- Absence de leader : petit groupe informel constitué de personnes plus ou moins expérimentées.
- Plusieurs leaders sans concertation : c'est le cas parfois de sortie avec plusieurs cadres pour un groupe.
- Leader ayant peu ou mal défini ses objectifs : sortie d'initiation sur un terrain mal adapté.
-

Il semble donc important qu'à chaque sortie, une bonne communication soit donnée par le leader principal qui désignera, si besoin, des personnes capables de le seconder dans son rôle.

2-B : Conditions réelles**SIGNES D'AVALANCHES**

Il n'existe pas de meilleur signe d'instabilité que l'observation d'avalanches récentes.



Il faut systématiquement rechercher dans le paysage les signes d'une éventuelle activité avalancheuse (Tirs d'explosifs en station, avalanches observables...). Ces observations vous renseigneront sur les versants à risque, la taille et la quantité d'avalanche.



Ici, en versant Nord-Ouest fin janvier 2012, une avalanche de fond est bien visible : elle traduit une reptation importante de la couche de neige composée de grains à bonne cohésion (grains fins) cependant, plus à droite des plaques se sont déclenchées (au départ de la plaque de fond ?) en surface, dans des pentes situées sous une zone plus raide (écoulements dus au vent ?). L'orientation NW semble être favorable à ce type d'avalanche à cet instant de l'année. Mieux vaut alors s'orienter sur le versant opposé.

2-B : Conditions réelles**SITUATIONS AVALANCHEUSES CARACTÉRISTIQUES**

- **Hiver pauvre en neige** : le gradient de température dépend de l'épaisseur du manteau neigeux, la faible épaisseur dans les versants froids favorise les gradients forts : une nouvelle chute de neige ou un épisode de vent vont favoriser la formation de plaques friables.
- **Longue période de beau temps** : une à plusieurs semaines d'anticyclone produisent des gradients de température moyens à forts dans les versants froids. Une neige récente va donc se déposer sur des couches fragiles.
- **Premier redoux significatif** (isotherme 0° > 3000m) : la neige sèche maintenue par cohésion de frittage va s'humidifier et les ponts de glace seront détruits. Le manteau neigeux va être très instable jusqu'au retour d'un temps plus froid.

Il faut être alerté pendant un épisode de neige significatif !

**Le cocktail mortel :**

- **Pente > 30°**
- **Risque > 3 problématiques**
- **Brouillard ou mauvais temps**

2-B : Conditions réelles

LES 4 MODES DE VIGILANCE *d'après Alain Duclos*



Mode détendu : Loin de pentes supérieures à 30° avec une visibilité correcte : « ici aucune avalanche ne peut m'atteindre ».



Mode méfiant : L'inclinaison dépasse les 30°, il y a eu du transport de neige par le vent, la stabilité est douteuse.



Mode alerté : L'inclinaison dépasse les 30°, il y a eu du transport de neige, des chutes de neige récentes, la pente est large et uniforme, sans protection, on a entendu des wouff, la saison est piégeuse, on connaît mal le site, les conditions...



Mode hasardeux : Les conditions sont mauvaises. Mieux vaut renoncer ou faire demi-tour si on s'est engagé.

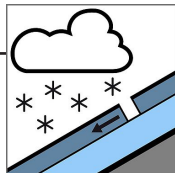
LES 5 PROBLÉMATIQUES D'AVALANCHE

Les bulletins d'estimation du risque d'avalanche (BERA) soulignent cinq problématiques d'avalanche.

1. Surcharge par nouvelle neige
2. Surcharge due au vent
3. Présence de couches fragiles
4. Réchauffement
5. Reptation

Une avalanche peut être la combinaison de plusieurs problématiques !

1- Surcharge par nouvelle neige



RESPONSABLE DE LA SURCHARGE

Les avalanches ont lieu le plus souvent pendant la chute de neige et dans les quelques heures qui suivent. La notion de « quantité critique » de neige est à prendre en compte (**QCNR = quantité critique de neige récente**).

QUANTITÉ CRITIQUE PAR CONDITIONS DÉFAVORABLES

= 10 à 20 cm

- Froid
- Froid puis « chaud »
- Vent
- Couches fragiles

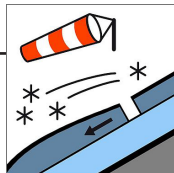
QUANTITÉ CRITIQUE PAR CONDITIONS FAVORABLES

= 30 à 60 cm

- Absence de vent
- Pas de couche fragile
- Redoux modéré
- Chaud puis froid

2 - Surcharge due au vent

Responsable de la **prise de cohésion** à la surface de la neige (cohésion de frittage), et du déplacement de grands volumes de neige, le vent favorise le départ d'avalanche par surcharge ou/et par différence de densité (couche dense sur couche aérée).

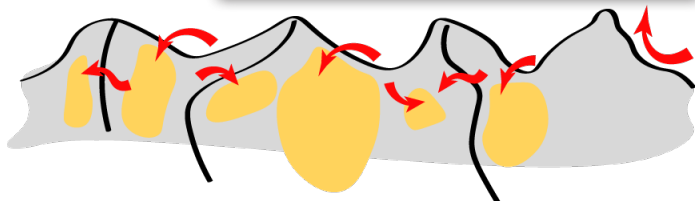


Le vent favorise une **hétérogénéité dans l'épaisseur** du manteau. Ainsi l'impact d'un skieur dans une couche mince, posée sur une couche fragile, peut déclencher, plus loin, le départ d'un gros volume accumulé par le vent.



En résumé :

Vent = surcharge + cohésion de frittage



Un vent fort va favoriser des déplacements de neige dans toutes les directions !

3 - Présence de couches fragiles

Le principe d'une couche fragile est une strate de neige enfouie ayant une plus faible résistance que la couche supérieure.

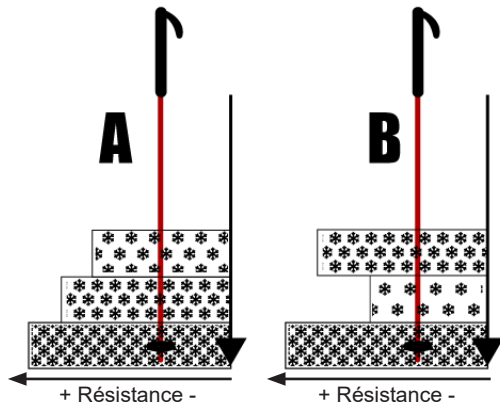
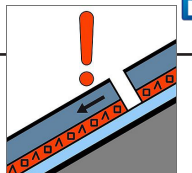


Illustration simple :

J'enfonce mon bâton de ski dans la neige. Dans le cas A, le bâton s'enfonce en rencontrant de plus en plus de résistance. Dans le cas B, le **bâton traverse une sous-couche de très faible résistance**. Il s'agit d'une couche fragile.

Remarque : Ce test ne permet pas de détecter une couche fragile très mince.

L'axe horizontal correspond à la "résistance" de chaque couche, voir le chapitre «sondage par battage».

COUCHES FRAGILES PERMANENTES ET COUCHES FRAGILES TEMPORAIRES

Dans de nombreux cas, lors d'une nouvelle chute de neige, l'interface entre la neige ancienne et la neige récente est fragile.

Dans le cas d'une chute de neige tombant sur des **gobelets**, la couche fragile ne sera pas réversible et restera enfouie jusqu'à la fonte des grains.

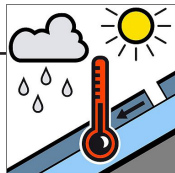
On parle alors de **couche fragile permanente**.

Ce n'est pas le cas d'une chute de neige tombée sur une couche de grains à face plane, d'étoiles ou de particules reconnaissables qui, une fois enfouie, sera fragile pendant un temps limité et finira par se tasser après quelques heures jusqu'à plusieurs jours - Voir les chapitres «théorie».

4 - Réchauffement

LES AVALANCHES DE NEIGE HUMIDE

La masse volumique de ce type de neige est très élevée (600 à 800 kg/m³) et les avalanches causées par ce phénomène sont très destructrices.



Ces situations sont relativement faciles à identifier :

Signes observables : Sensation de chaleur, escargots, arbres gouttent, neige s'alourdit, collante...

Lors d'un réchauffement important dû à l'ensoleillement, la pluie ou un vent chaud, la neige s'humidifie. On parle d'**augmentation du TEL (teneur en eau liquide)**. Cette fonte provoque une augmentation de la taille des grains qui forment des billes de glaces entourées d'eau en plus ou moins grande quantité. La **cohésion capillaire** est plus ou moins bonne selon la quantité d'eau.

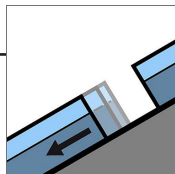
La pluie provoque un réchauffement très rapide du manteau neigeux (1 heure de pluie = 1 journée de soleil).

Cependant toutes les couches ne sont pas forcément humidifiées car l'eau a tendance à sillonner la neige et à s'infiltrer par des sortes de colonnes de percolation. Le résultat est, que des zones du manteau sont détrempées tandis que d'autres peuvent conserver leurs caractéristiques (poudreuse, gobelets...).



5 - Reptation**LES AVALANCHES DE GLISSEMENT**

Il s'agit d'un phénomène mécanique proche de celui d'un glacier lié à la charge de neige. La neige peut glisser n'importe quand dans des pentes parfois inférieures à 30° sans forcément d'influence des températures (on dit souvent que le sol doit être chaud mais ce n'est pas parfaitement vérifié). On ne relève pas d'influence lors du passage d'un skieur. Ce phénomène est lié principalement à la nature du sol : herbeux ou dalles rocheuses. L'avalanche peut se former avec des neiges sèches.



Cas particuliers

CAS PARTICULIER : LES DÉPÔTS DE SABLE (EFFETS DU VENT DU SAHARA OU SIROCCO)

Tendance récente de plus en plus fréquente, cette couche de sable modifie les propriétés de la neige et favorise les départs d'avalanche sur la couche de sable. Le sable dont la couleur est plus foncée que la neige absorbe

mieux la chaleur et produit une fonte autour de cette couche de poussières rendant les couches supérieures moins stables.



LA NEIGE ROULÉE

Lors de perturbation avec formations de nuages à développement vertical de type cumulonimbus, la neige va monter et descendre dans le nuage

en se chargeant de gouttelettes d'eau qui gèlent instantanément. Les grains vont grossir et devenir ronds comme des « grains de mimosa ». Cela va pouvoir devenir une couche fragile.

Ces formations se déroulent dans des températures « douces » comme au printemps ou en été en altitude.

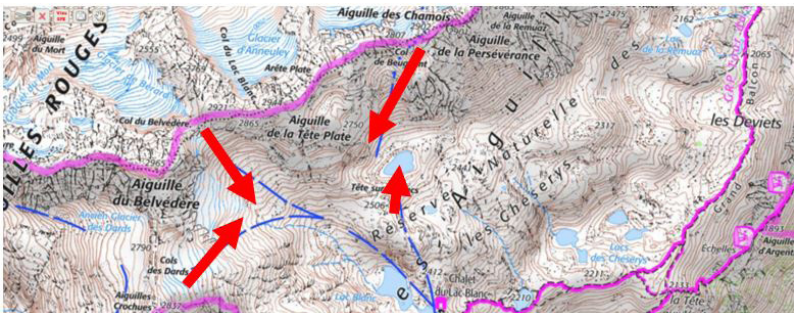


2-C : Terrain réel

ORIENTATION DE LA PENTE

Il est important de savoir distinguer l'orientation globale d'un versant de l'**orientation fine de la pente**. Ici dans les Aiguilles Rouges, le versant Sud Est dominant Chamonix est parcouru de combes et de crêtes qui ont chacune des orientations spécifiques :

- Col des Dard orienté NE
- Col du Belvédère orienté SSE
- Col de Beugeant orienté SSW
- Tête sur les lacs orienté N



3 - AUX PASSAGES CLÉS

**passage
clé** 

Je fais quoi ?

MÉTHODE DCMR

Au niveau d'un passage clé le leader doit posséder les éléments permettant d'évaluer les risques : **DANGER** (Évalué plus précisément avec les tests d'instabilité) x **CONSEQUENCES** (Pièges du terrain - chapitre 3-c...)

Aux passages clés, il sait aussi précisément les **MESURES** (Distances de sécurités, varientement, ...) qui peuvent être prises pour diminuer le **RISQUE** :

DANGER x CONSÉQUENCES - MESURES = RISQUE

Reste à prendre la décision : «Stop» ou «Go» !



3-A : Facteurs humains à un passage clé

TECAP

Lors d'un passage clé les prises de décisions peuvent sembler complexes. Cet acronyme permet de ne négliger aucun aspect de la course.

TIMING

- L'horaire est-il conforme (dead line, point de passage) ?
- L'estimation du temps de course restant est-il favorable ?

ETAT

- L'état physique/moral de mon détachement permet-il de poursuivre le projet sereinement ?
- Le niveau technique de mon détachement est-il en adéquation avec le terrain rencontré ?
- Comment est-ce que je me sens (physique, stress, concentration) ?
- Suis-je sous l'effet d'un des pièges de l'inconscient ?
- Sommes-nous en phase avec l'objectif cible ?

CONDITIONS

- Quels sont les éléments factuels que je peux observer sur le terrain (météo, nivologie) ?
- Ces observations sont-elles en adéquation avec ce que j'avais prévu ?
- Sont-elles objectivement favorables à la poursuite de la sortie ?

ADAPTATION

- Suis-je en mesure de varier en sécurité l'itinéraire si ma prochaine observation est défavorable ?

PRATICABILITÉ

- Est-ce que la représentation du terrain est conforme à ma préparation cartographique ?
- Quels sont les dangers objectifs ?
- Y a-t-il des facteurs aggravants (barre rocheuse, cuvette,...) ?
- Est-ce qu'un cheminement favorable peut être envisagé (évitement, croupe...) ?
- Que puis-je mettre en place pour limiter le risque ?

3-A : Facteurs humains à un passage clé

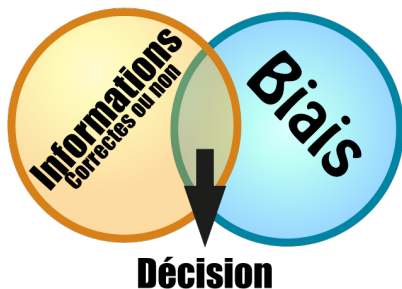
LES FACTEURS HUMAINS DANS LA PRISE DE DÉCISION

Délicat à analyser par la complexité des interactions dans les relations humaines et difficile de s'en extraire !

Cependant, l'analyse de l'accidentologie, dans le milieu montagne comme dans d'autres milieux à risques (conduite automobile, pilotage aérien, milieu industriel...) montre que nos décisions sont couramment affectées par des « biais » plus ou moins inconscients qu'il est important de connaître afin de mieux les éviter.

La prise de conscience des biais et de leurs effets pervers est déjà un premier pas.

LES BIAIS À LA PRISE DE DÉCISION (BIAS COGNITIFS)



- **L'habitude** : j'ai l'habitude de ce secteur donc ça va passer.
- **L'obstination** : quand j'ai pris une décision, je ne la remets pas en cause.
- **Le désir de séduction** : je souhaite (inconsciemment ou pas) « épater la galerie »
- **Le sentiment de rareté** : « il y a longtemps qu'on n'a pas vu des conditions pareilles... » ou « je n'ai pas eu

l'occasion de profiter des conditions depuis trop longtemps... »

- **L'aura de l'expert** : passivité dans la prise de décision (ou le partage d'information) en s'en remettant à « l'expert »
- **Le positionnement social** : votre place dans la hiérarchie (parfois informelle) du groupe vous incite à prendre une décision contraire à celle que vous auriez pris sans la « pression sociale » de ce groupe.
- **La surcharge cognitive** : on peut « saturer » lorsque la situation est trop complexe ou trop stressante.

D'autres aspects peuvent être énumérés tels que le **biais logistique** qui nous poussent à maintenir un projet clairement identifié délicat parce qu'il serait plus compliqué d'organiser autre chose.

3-A : Facteurs humains à un passage clé

LE BIAIS DE CONFIRMATION

La persévérance dans l'erreur. Vous avez fait un choix, dès lors, vous interprétez toutes les informations qui vous arrivent de manière à ce qu'elles corroborent votre idée initiale.

LE BIAIS DE FAUX CONSENSUS

Il nous fait présupposer que les autres sont d'accord avec nous – sans que nous l'ayons vérifié. Le plus simple pour savoir si les autres sont d'accord avec nous est encore de leur demander leur avis. Le plus efficace pour les convaincre étant de les inclure le plus tôt possible dans le processus de décision.

LE BIAIS DE LA RÉUSSITE

Le fait de réaliser sans incident ou accident majeurs, une quantité de sortie, ne valide pas forcément que l'on ait fait les bons choix pour la sécurité. Peut-être est ce le facteur **chance** qui aura joué.

Importance de l'analyse et du debriefing de la sortie !

CORRIGER LES BIAIS

Prendre conscience de ces facteurs en analysant les sorties effectuées ultérieurement, permet de prendre du recul sur sa pratique et de mieux accepter de modifier sa prise de décision.

- **Rester factuel (observables...)**
- **Recourir à la méthode 3x3**
- **4 modes de vigilances**
- **TECAP**
- **DCMR**

3-A : Facteurs humains à un passage clé

LES FACTEURS**Facteurs humains individuels**

- Motivations personnelles : faire ma liste, épater, obéir...
- Mon profil de leader : analytique, obstiné, empathique, intuitif.

Facteurs humains interpersonnels

- Émulation, désir du toujours plus, séduction, conflits, intérêts divergeant, manque de communication...

Facteurs organisationnels

- Etat du matériel, réservation du refuge, véhicule de l'autre côté, manque de temps pour poser une nouvelle F.A.C.M...

Ces aspects, théorisés par l'américain Daniel Kahneman, « système 1 / système 2, les deux vitesses de la pensée » tendent à démontrer que notre pensée n'est pas rationnelle dans de nombreuses prises de décision :

Le système 1 est rapide, intuitif et émotionnel ;

Le système 2 est réfléchi, contrôlé, rationnel mais plus lent.

LES DIFFÉRENTS PROFILS DE LEADER**Analytique Vs Intuitifs :**

- Trop analytique : Perte de temps dans la prise de décision (trop de paramètres).
- Trop Intuitif : Risque de passer à côté d'une info capitale.

Empathique Vs Directif :

- Trop empathique : Décisions complexes, prise en compte de facteurs humains anecdotiques.
- Trop directif : Ne prends pas assez en compte le niveau du groupe.

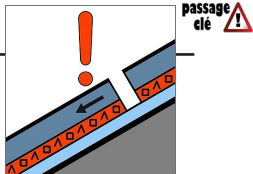
3-B : Conditions à un passage clé

LES TESTS D'INSTABILITÉ

Tester la couche fragile !

Les tests suivants ne permettent pas toujours d'identifier clairement un risque, ils sont une aide à la prise de décision.

Certains sont assez longs à mettre en place (Ruschblock) ; ils apportent pourtant des informations précises. D'autres sont rapidement mis en œuvre (test du bâton) et malgré la pauvreté des informations qu'ils révèlent, la possibilité de les effectuer souvent apporte des éléments essentiels.



Hauteur de neige au dessus de la couche fragile : on parle de "bridge index".

- *Plus la couche de neige supérieure est tendre (poudreuse, on peut rentrer le poing, la main à plat), plus il est facile d'atteindre et déstabiliser la couche fragile ;*
- *Plus la couche supérieure durcie (main à plat, 1 doigt, crayon, couteau), plus elle devient résistante et empêche d'atteindre la couche fragile.*

FISSURATION OU BRUITS (WOUM)

Pendant la progression : sur un plat ou dans une pente on perçoit parfois un bruit caractéristique d'effondrement d'une couche fragile accompagné parfois d'une fissuration sans départ d'avalanche.

Avantages : Pas de mise en œuvre spéciale, ils se font au hasard de la progression. Ils traduisent la présence d'une couche fragile.

Inconvénients : Vous êtes bien en zone d'avalanche, une propagation vers des pentes qui vous dominent est possible... Prudence !



3-B : Conditions à un passage clé

TEST DU BÂTON

On enfonce son bâton coté dragonne dans la neige afin de sentir la fragilité éventuelle des couches sous-jacentes : un enfoncement de plus en plus difficile traduit un manteau neigeux plutôt stable, tandis qu'un enfoncement soudain traduit la présence d'une couche friable.

Avantage : Facile à réaliser.

Inconvénient : Les couches fragiles minces ne sont pas détectées.

TEST DE COMPRESSION À LA PELLE (CT COMPRESSION TEST)

Après avoir dégagé une colonne de neige de 30 X 30 cm (hauteur 120 cm maximum), on effectue 3 séries de 10 chocs à la main :

- 10 depuis l'articulation du poignet ;
- 10 depuis le coude ;
- 10 depuis l'épaule.

Si une partie de la colonne s'effondre on peut noter le score (et comparer avec d'autres scores obtenus ailleurs).

Stabilité du manteau neigeux à l'endroit du test

- Si la colonne se brise après le 3e coup donné à partir du coude, ou avant : manteau peu stable
- Si la colonne se brise entre le 4e et le 8e coup donné à partir du coude : stabilité moyenne
- Si la colonne se brise au 9e coup donné à partir du coude, ou plus tard : manteau plutôt stable

Avantage : Permet de détecter les couches fragiles, même très minces.

Inconvénients : Test qui demande tout de même du temps. Le score n'est pas significatif et peut varier à quelques mètres près.



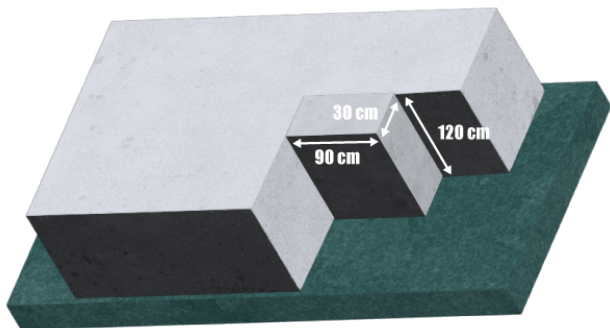
3-B : Conditions à un passage clé

TEST DE LA COLONNE ÉLARGIE (ECT : EXTENDED COLUMN TEST)

Isoler une colonne de 30 x 90 cm (hauteur 120 cm) et procéder sur un côté comme pour le test précédent.

Avantages : détecter une éventuelle propagation dans la couche de neige.

Inconvénients : idem test précédent



3-B : Conditions à un passage clé

LE RUSCHBLOCK

Il s'agit de tailler dans une pente représentative (mais non exposée), un rectangle d'1 m d'épaisseur sur 2m de large par 1,5 m de profondeur. Les parties arrière et latérales sont sciées afin de la dégager de l'ensemble du manteau neigeux. Un skieur se présente sur cet édifice, il effectue une compression par flexion, puis un petit saut, puis... jusqu'à l'effondrement d'une ou plusieurs strates.

Avantage : Intéressant à titre pédagogique.

Inconvénients : Temps de mise en œuvre.



TEST DE PROPAGATION À LA SCIE (PST EN ANGLAIS)

Après avoir identifié une couche fragile caractéristique on fait glisser une scie à neige dans celle-ci (sur quelques centimètres) pour voir si une propagation de l'effondrement est possible.

On peut surcharger la couche supérieure du manteau neigeux si celle-ci n'est pas assez chargée.



Avantages : Très pédagogique lorsque l'effondrement se produit et relativement significatif.

Inconvénients : Long à mettre en œuvre et devient très artificiel si on a chargé le manteau neigeux.

3-C : Terrain à un passage clé**LES PIÈGES DE TERRAIN ET LEURS CONSÉQUENCES**

Il est nécessaire d'observer la configuration du terrain et être capable d'imaginer les conséquences d'une avalanche, même petite. La présence en contrebas de **barres rocheuses, de crevasses (risque de chute), d'un torrent, lac (risque de noyade), d'une forêt ou de rochers (risque de collision) d'un talweg ou d'un simple replat (risque d'enfouissement profond)** seront autant de facteurs défavorables qu'il faudra éviter ou savoir gérer par un équipement si nécessaire.



Risque de chute



Risque de noyade

Risque d'enfouissement
profond

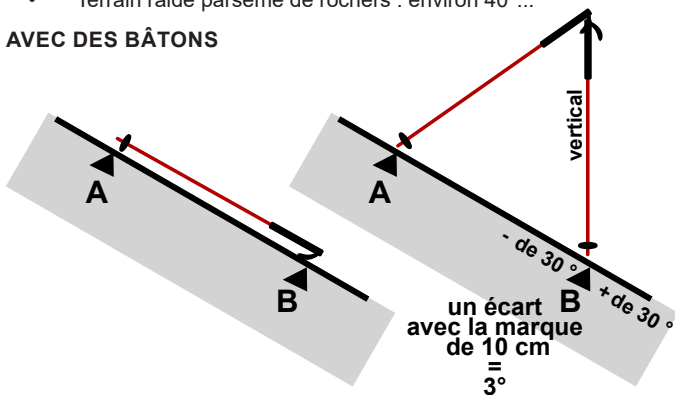
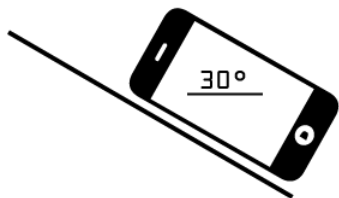
Risque de collision



3-C : Terrain à un passage clé**ESTIMER LA PENTE****A L'ŒIL**

Avec un peu d'expérience, il est possible d'avoir une idée approximative de l'inclinaison de la pente. Cette « expertise » est un gage de choisir la bonne inclinaison en fonction des conditions et de ses personnels. Cependant, l'habitude d'évoluer dans des terrains raides incite parfois à sous-estimer la raideur des pentes.

- Conversion nécessaires à la montée : + de 30° ;
- Pierrier au-dessous de parois rocheuses : environ 35° ;
- Terrain raide parsemé de rochers : environ 40°...

AVEC DES BÂTONS**AVEC UN INCLINOMÈTRE**

3-C : Terrain à un passage clé**LA TRACE DE MONTÉE**

L'objectif d'une bonne trace à la montée sera d'assurer :

- Le confort (trace pas trop raide) ;
- La fluidité (timing) ;
- La sécurité (éviter d'exposer plusieurs personnes à un risque qu'on ne peut éviter).

D'où l'importance d'une bonne préparation cartographique permettant d'anticiper.



- 1 - Zone menaçante $> 40^\circ$, froide & chargée (vent en cours).
 2 - Secteur moins raide mais exposé aux pentes et sans zone refuge.
 3 - Col raide entre 30 et 35° et chargé.
 4, 5 - Plusieurs ressauts $> 30^\circ$ + accumulations dues au vent.
 6, 7, 8 - Quelques zones refuges permettant des regroupements sûrs.

Rôle des guetteurs : Transmettre et faire respecter le consignes.

3-C : Terrain à un passage clé

LES DISTANCES

Objectifs :

- **Confort** pour ne pas s'arrêter à chaque conversion : 3 à 5 m ;
- **Ménager le manteau neigeux** (Ne pas se regrouper dans une même zone !) : 10 à 20 m ;
- **Traverser une zone dangereuse** : 50 m à +...



3-C : Terrain à un passage clé

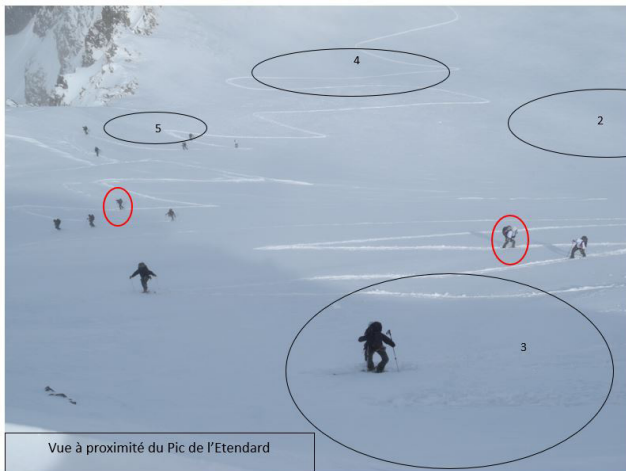
LA TRACE DE MONTÉE

Si possible :

- Trace dissymétrique quand on ne peut éviter de passer dans une même ligne de pente;
- Rester sur les reliefs dominants (crêtes, épaules...).

Remarques sur la communication

- Veiller à l'écoute et au respect des consignes (moment favorable, vérifier que chacun ait compris...);
- Réorganiser le détachement en cours d'action via radio ou jalonneur;
- Lorsque le chef de détachement perd le visuel sur son groupe, il est impératif qu'il puisse disposer des guetteurs avec qui il sera en contact radio pour pouvoir intervenir en cas de soucis. Il peut aussi mettre en place une stratégie « **boule de billard** » - voir stratégie de descente-.



3-C : Terrain à un passage clé

STRATÉGIE DE DESCENTE

La descente est bien souvent synonyme de plaisir et de retour. Cet état émotionnel ne doit pourtant pas l'emporter sur le bon sens qui vous demande d'éviter une prise de risque inconsidérée, et en tout cas, de n'exposer qu'un nombre limité de personnels lorsqu'on ne peut pas contourner le danger.

Le rythme rapide de la descente peut éloigner considérablement le leader de son groupe : il est donc primordial d'anticiper pour éviter un éclatement du groupe.

Le respect de règles simples va permettre au groupe, tout en conservant la notion de plaisir, de limiter la prise de risque. Pour cela le chef de détachement doit respecter la procédure 3 x 3, les 4 modes de vigilances, DCMR.

- Le personnel est-il capable techniquement d'entreprendre la descente ?
- Fatigue ?
- Comment est la neige ?
- Quelle quantité ?
- Quelle visibilité ?
- Raideur ?
- Exposition ?
- Dangers en aval ?

3-C : Terrain à un passage clé

STRATÉGIE « BOULE DE BILLARD »

Au-delà de cette procédure systématique, le leader doit aussi, si une partie de la descente comporte des risques, faire passer son personnel un par un. Cela demande souvent beaucoup de temps lorsque le groupe est important. On a recours alors à la stratégie « boule de billard » :

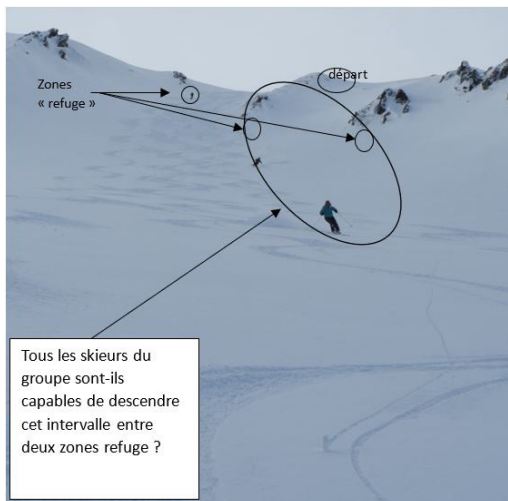
Un premier skieur s'engage dans la pente jusqu'à une zone d'attente définie comme sûre (sous une barre rocheuse, une crête ou relief éloigné de la pente par exemple).

Lorsqu'un second skieur le rejoint, ce dernier se met en zone d'attente, tandis que le premier skieur repart jusqu'à une nouvelle zone d'attente et qu'un troisième skieur peut démarrer.

Cette stratégie permet de gagner en fluidité mais encore faut-il :

- Avoir clairement défini les zones « refuge » sûres : (sous un ressaut rocheux, sur un replat ne risquant pas d'être enseveli...) ;
- Avoir clairement défini les limites gauches et droites ;
- Que les distances de ski soient adaptées au niveau du groupe (même des plus faibles) ;
- Que le contact visuel ou radio soit permanent !

D'autre part la place du leader doit lui permettre d'intervenir à tout moment. Si la pente le permet, il passera en dernier pour être ainsi rapidement disponible en cas d'incident.



3-C : Terrain à un passage clé



Si la visibilité n'est pas bonne, la stratégie consiste à effectuer des « sauts de puces » avec des regroupements dans des zones suffisamment larges et sûres pour accueillir l'ensemble du détachement.

DÉBRIEFING

PARI

Bien souvent, nos réussites sont insuffisamment analysées et nos échecs sont mis de côté. Il est important pour que l'expérience se construise de manière structurée, d'avoir un moment de bilan collectif après une sortie. Ce bilan doit permettre à chacun de comprendre les choix qui ont été effectués lors de la sortie :

Plaisir : Avons-nous fait une sortie adaptée ? Me suis-je senti à ma place ?

Analyse : Sur quels éléments observables ais-je pris mes décisions ?

Risques : Avons-nous géré ou pris des risques ? A quoi ai-je été attentif à ce moment-là ?

Incidents : Même un faible incident doit être discuté pour qu'on en tire une expérience « ne pas cacher la poussière sous le tapis ».

Débriefing

Rechercher « l'arbre des causes »

Lorsqu'un incident s'est produit il est important de débriefer en se posant plusieurs fois la question « **Pourquoi ?** ».

L'exemple suivant concerne un incident survenu au cours de l'hiver 2011 où lors d'une traversée des Périades par la Brèche Puiseux, en rejoignant le glacier de Leschaux, nous avons déclenché une plaque importante sur la rive gauche du glacier du Mont Mallet.

- Pourquoi avons-nous déclenché l'avalanche ? --> Parce que nous avons traversé une pente Nord à + de 35° -
- Pourquoi avons-nous traversé ? --> Parce que c'était notre itinéraire le plus direct (Sinon encordement nécessaire pour traverser une zone crevassée et atteindre la rive droite moins raide, soit + 15 à 30 mn).
- Pourquoi vouloir faire plus court ? --> Pour ne pas manquer le dernier train du Montenvers. --> Le facteur logistique l'a emporté sur la sécurité.

A l'avenir il vaudra mieux perdre plus de temps mais gagner en sécurité !

DÉBRIEFING COLLECTIF CLASSIQUE

- Les objectifs de la journée ont-ils été remplis ?
- Y a-t-il des blessés ? Malades ?
- Y a-t-il de la casse ou de la perte d'équipement ?
- Pour la prochaine sortie, que doit-on collectivement :
 - Changer
 - Améliorer
 - Garder

DÉBRIEFING INDIVIDUEL

- Sur quels éléments observables ai-je pris ma décision ?
- A quoi étais-je attentif à ce moment-là ?
- Sur une échelle de 1 à 10, quelle était mon Estimaion Personnelle du Risque ?
- Comment ai-je utilisé les outils à ma disposition ?

APPRENTISSAGE PERSONNEL :

- Qu'est-ce que je ne ferai plus ?
- Qu'est-ce que je modifie ?
- Qu'est-ce que je garde ?

NIVOLOGIE - THÉORIE

La neige

Comprendre la formation de la neige et son évolution permet d'anticiper les pièges de la montagne enneigée. Pour autant, cette théorie ne dispense pas le pratiquant d'une formation technique et d'un respect de règles comportementales adaptées au terrain et aux conditions du moment.

La neige est un matériau complexe et en permanente évolution. Formée dans le nuage de la rencontre entre une goutte d'eau et une poussière en suspensions, elle évolue sous différentes formes en fonction des conditions rencontrées dans le nuage.

FORMATION

La structure la plus courante observée sous nos latitudes est une forme étoilée hexagonale. Il en existe cependant des centaines de variantes !




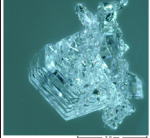
Les flocons de neiges sont quant à eux constitués d'un amas enchevêtré de cristaux de neige.




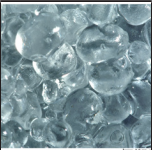



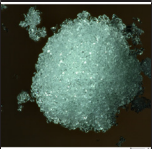


Évolution

Une fois tombée au sol la neige va plus ou moins rapidement évoluer sous d'autres formes sous l'effet de facteurs mécaniques (tassement, vent...) ou thermodynamiques (échanges de chaleur dans le manteau neigeux) jusqu'à leur retour à l'état liquide (fonte).

On observe ainsi 9 formes courantes de neige au sol.

 <p>Etoiles +</p>		<p>Formes éphémères, elles ne sont pratiquement observables que durant la chute de neige ou en surface si la neige est tombée sans vent.</p>
 <p>Particules reconnaissables</p>		<p>Ce sont des fragments d'étoiles où on retrouve quelques formes de l'étoile initiale. La sensation sous les skis est une neige poudreuse plus ou moins tassée.</p>
 <p>Grains fins</p>		<p>Ce sont des grains minuscules (10ème de mm) soudés par des ponts de glace. Ils forment les neiges tassées d'aspect blanc opaque, encore tendres sous les skis.</p>
 <p>Grains à faces planes</p>		<p>Ils forment un «sucre en poudre» que l'on ne peut pas agglomérer en boule de neige. Sous les skis ils sont indétectables et composent la poudreuse.</p>
 <p>Gobelets</p>		<p>Ils ont l'aspect du «gros sel» on ne peut pas former une boule avec, on voit à l'œil nu des stries sur les grains.</p>

Évolution

 <p>Grains ronds</p>		<p>Ils forment des croûtes de glace quand la temp. est inf. à 0°C et des couches molles et mouillées lorsque les ponts de glaces fondent sous l'effet d'un réchauffement. L'aspect est translucide.</p>
 <p>Givre de surface</p>		<p>Forme des champs de pétales. La sensation sous les skis est assez semblable à la poudreuse.</p>
 <p>Neige roulée</p>		<p>Semblables à des petites boules, ces grains forment un tapis de billes opaques sans cohésion entre les grains.</p>
 <p>Givre opaque</p>		<p>Il se forme par vent fort et recouvre la végétation, les rochers ou les objets par contact des gouttes d'eau en suspension avec une surface. Souvent présent sur les crêtes et les plateaux. Aspect dur.</p>

Le givre de surface n'est pas le résultat de précipitations, il se forme à la surface du manteau neigeux par cristallisation de la vapeur d'eau contenue dans l'air.

Neige sèche / neige humide



Lorsque les températures extérieures à la couche de neige restent **inférieures à 0°C**, la neige ne contient pas d'eau sous forme liquide. On parle de **neige sèche**.

A partir de l'instant où la couche de neige **se réchauffe et fond**, on parle de **teneur en eau liquide (TEL)**. C'est la neige « lourde », « collante » ou « polenta ».



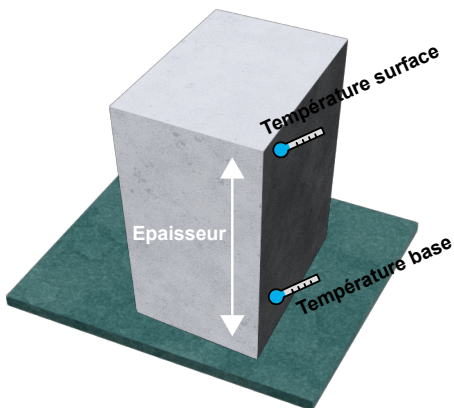
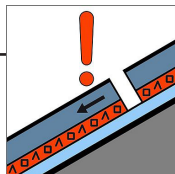
COHÉSION

On observe que les grains anguleux de type gobelets, ont une relative cohésion entre eux. Cependant cette cohésion est fragile, il suffit parfois d'un petit choc pour que tout cet assemblage s'effondre. C'est ce qui explique en partie les départs d'avalanche de plaque au passage d'une personne.

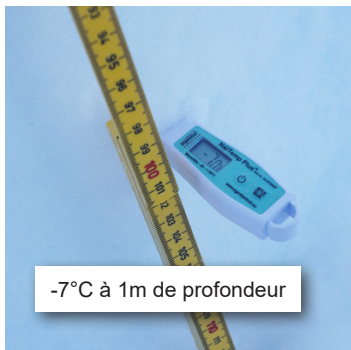
Formation de couches fragiles

LE GRADIENT DE TEMPÉRATURE

Le gradient de température est **le principal responsable des couches fragiles**, il traduit la variation de température dans une épaisseur de neige.



$$\text{Gradient} = \frac{\text{Température base} - \text{Température surface}}{\text{Epaisseur}} \text{ } ^\circ\text{C/m}$$



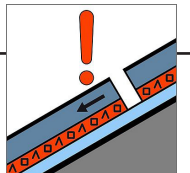
Formation de couches fragiles

MÉTAMORPHOSE

GRADIENT FAIBLE < 5°C/M

Il y a peu de variation de température dans la couche de neige.

L'évolution des grains tend à tasser la couche de neige, la taille des grains devient inférieure au mm, ils se soudent entre eux (cohésion de frittage).



5°C/M < GRADIENT MOYEN < 20°C/M < GRADIENT FORT !

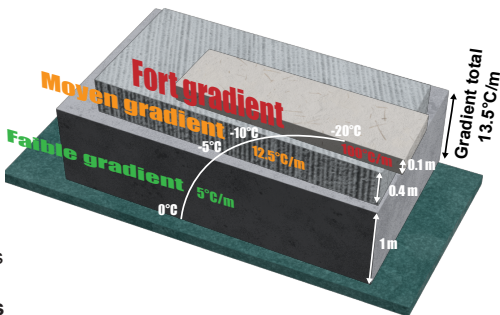
La variation de température par unité de hauteur devient sensible et entraîne des phénomènes complexes de migration de matière entre les couches de neige. La taille des grains augmente donnant tout d'abord des grains à face plane (phénomène rapide = une nuit) puis des gobelets si le gradient persiste (plusieurs jours).

Ce phénomène entraîne **une diminution de la cohésion** de la neige (formation de **grains anguleux type face plane**) et constituera la future **couche fragile** causant les avalanches les plus courantes.

Remarque : le gradient ne doit pas être considéré sur toute la couche de neige mais on doit l'évaluer entre chacune des strates du manteau neigeux. Le gradient de la couche superficielle est souvent très parlant.

On voit ici que le gradient du total des couches n'est pas représentatif : 13.3°C/m est un gradient moyen tandis que le gradient de la couche supérieure est très élevé (100 °C/m).

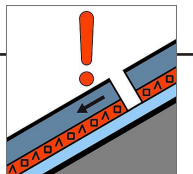
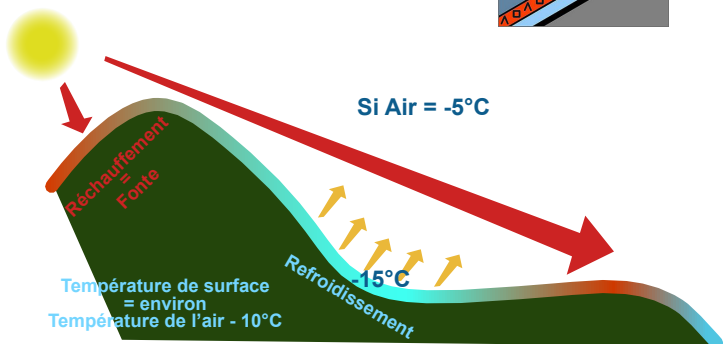
Même lors de périodes où l'air est doux, la surface neigeuse **dans les versants ombragés et pendant les nuits claires**, va se refroidir de 10 à 15°C par rapport à la température de l'air. Ce **fort gradient à la surface** va provoquer la formation de grains anguleux (faces planes, gobelets).



Formation de couches fragiles

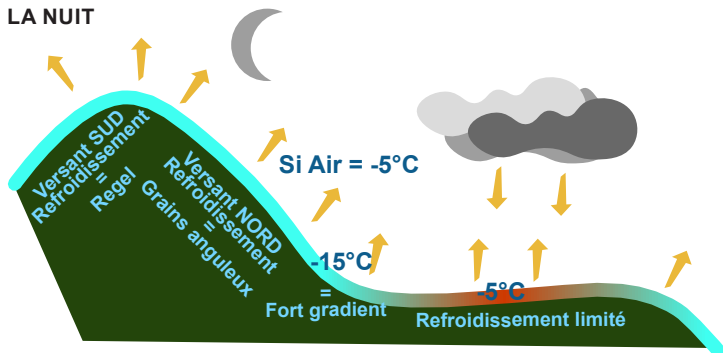
LE RAYONNEMENT INFRAROUGE

LE JOUR



Le jour le rayonnement d'énergie du sol enneigé refroidi la surface dans les zones ombragées où la température de surface de la neige est d'environ -10°C inférieure à celle de l'air.

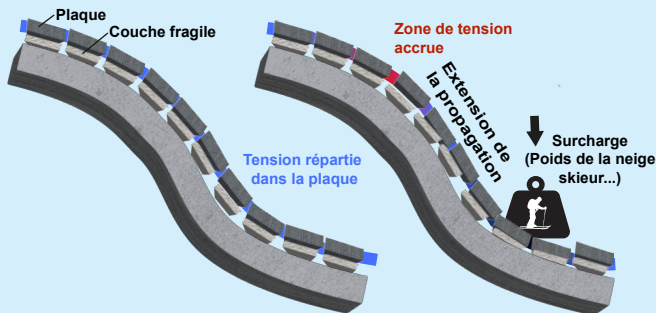
LA NUIT



La nuit, si le ciel est dégagé, ce rayonnement d'énergie se poursuit sur tous les versants. Si par contre, le ciel est couvert, une partie du rayonnement est renvoyée au sol, limitant ainsi le refroidissement.

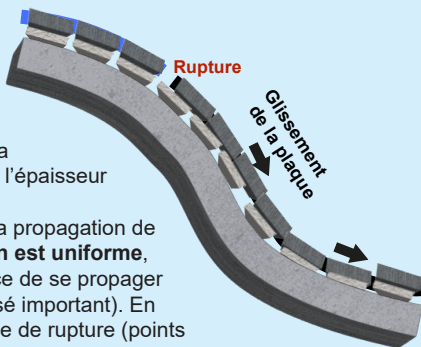
Mécanisme de propagation dans la couche fragile

Un cisaillement va produire un effondrement de la couche fragile, une propagation de l'effondrement jusqu'au cisaillement et à la rupture de la plaque.



Paradoxe : Plus l'épaisseur du manteau neigeux est importante, plus les contraintes sur la couche fragile sont élevées et la propagation de la rupture va être rapide (peut même se propager en absence de la couche fragile lorsque celle-ci est discontinue). Cependant lorsque la couche fragile est profondément enfouie, (sous environ 1 m) la probabilité pour un skieur de toucher la couche fragile sera faible mais pas impossible si l'épaisseur n'est pas uniforme.

Importance du relief dans la propagation de la rupture : lorsque le terrain est uniforme, la rupture a de grande chance de se propager loin (volume de neige mobilisé important). En revanche, les points d'amorce de rupture (points chauds, mines...) sont peu fréquents. Lorsque le terrain est au contraire très accidenté, les points de rupture sont nombreux mais la propagation a moins de possibilité de s'étendre.



Cohésions

C'est la caractéristique permettant d'unir les grains entre eux pour former un ensemble enneigé. Il existe 4 mécanismes connus permettant la cohésion des grains entre eux.



Etoiles



Particules reconnaissables



Particules reconnaissables



Grains fins



Neige sèche

COHÉSION DE FEUTRAGE

C'est l'imbrication des branches des cristaux de neige qui permet leur tenue parfois improbable sur des fils électriques ou des branches. Cette cohésion est très fragile.



COHÉSION DE FRITTAGE

L'action du vent ou la compression brisent les particules reconnaissables et des ponts de glace se forment entre les grains.

Attention : cohésion ne signifie pas stabilité du manteau neigeux. Avec une bonne cohésion, on peut obtenir des avalanches de grande ampleur.

Neige humide

COHÉSION CAPILLAIRE

Les grains sont maintenus entre eux par la teneur en eau liquide (TEL). Comme un château de sable : il tient si le sable n'est ni trop sec ni trop mouillé, cette cohésion se dégrade lorsque la TEL augmente trop.

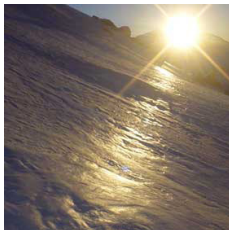


Grains ronds



COHÉSION DE REGEL

Si après un épisode de réchauffement conséquent, les températures redescendent sous les zéro degrés, l'eau liquide va regeler et donner une excellente cohésion à la couche de neige.



Métamorphoses

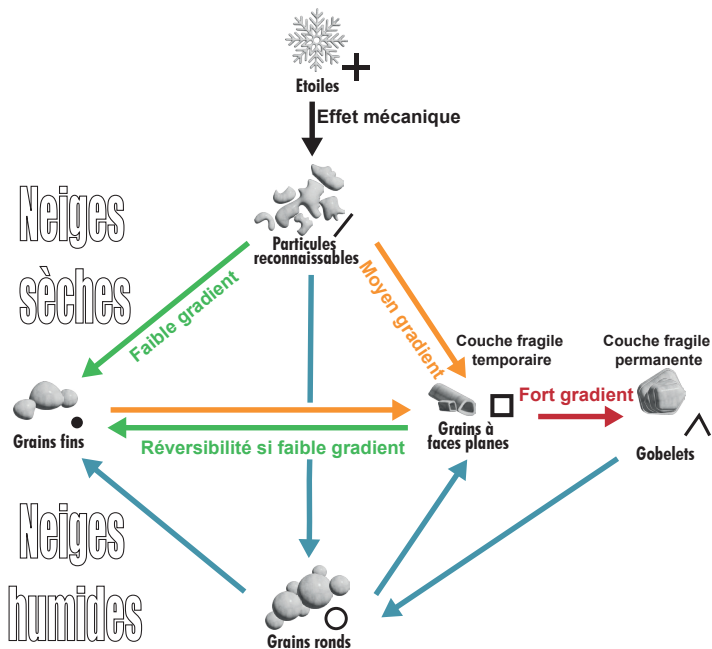
La neige n'est pas dangereuse en soi, c'est l'empilement des strates de neige qui peut composer un ensemble stable ou instable.

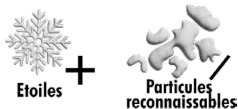
Exemples :

- Une sous couche en grain fin + faces planes en surface = skiabilité excellente et pas de danger.
- Sous couche en face plane + grain fin en surface = risque d'avalanche.

La question qu'il faut se poser est donc bien de savoir ce qu'il y a sous la couche de surface.

SCHÉMA SIMPLIFIÉ DE LA MÉTAMORPHOSE DE LA NEIGE PAR FUSION ET PAR GRADIENT FAIBLE, MOYEN, FORT.

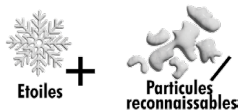


Métamorphoses**TEMPÉRATURES CHAUDES (0°C)**

se transforme en :

**TEMPÉRATURES DOUCES (-5°C)**

se transforme en :

**TEMPÉRATURES FROIDES (-10°C)**

se transforme en :

**TEMPÉRATURES TRÈS FROIDES (-20°C)**

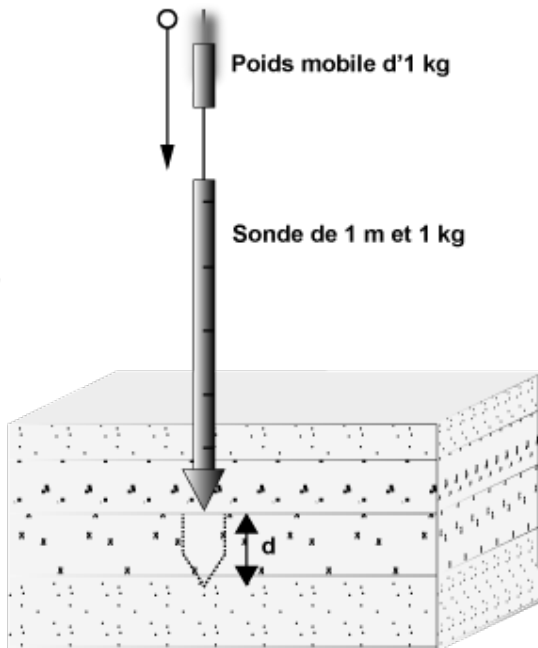
se transforme en :



Le sondage par battage

Le sondage par battage est un relevé permettant de connaître résistance, température et cristaux sur une tranche caractéristique du manteau neigeux :

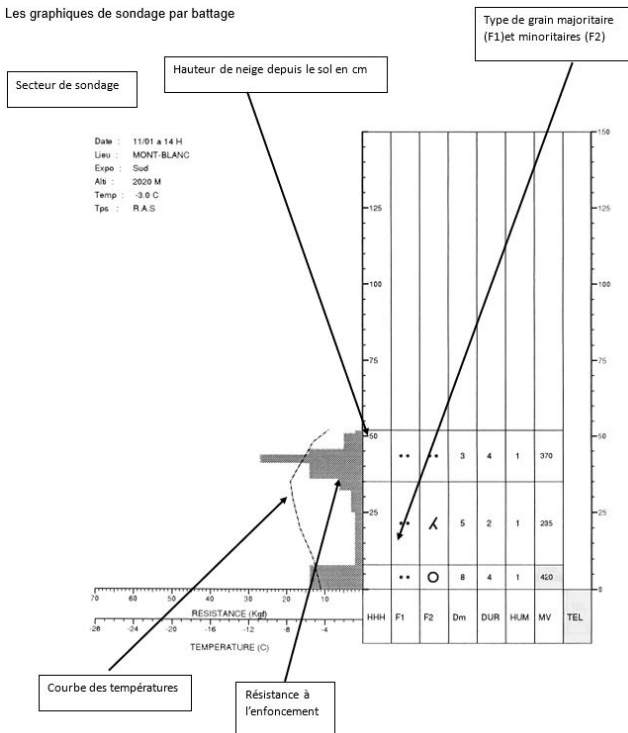
- Sondage pour mesurer l'épaisseur ;
- Test de la résistance grâce à une sonde spéciale équipée d'un poids mobile ;
- Mesure de la température tous les 10 centimètres ;
- Estimation de la dureté de chaque couche observée ;
- À l'aide d'une loupe et d'une mire (une plaquette graduée), on observe les cristaux de chaque couche pour établir leur forme et leur diamètre. Puis on pèse un échantillon de chaque couche pour établir la masse volumique (poids au mètre cube de neige).



Le sondage par battage

EXEMPLE DE GRAPHIQUE DE SONDAGE PAR BATTAGE

Les graphiques de sondage par battage



Sur ce graphique, on voit clairement qu'une couche supérieure formée de grains fins offre une bonne résistance mais celle-ci repose sur une couche de moindre résistance formée de grains fins et particules reconnaissables. On suppose ici que c'est l'effet du vent qui a densifié la couche de surface.

La courbe des températures depuis le sol, passe de -4 à -8 °C jusqu'à 35 cm d'épaisseur, puis augmente progressivement pour revenir à -4 °C à la surface. Cela peut-être dû à un phénomène de réchauffement en surface (vent doux, ou rayonnement solaire ici en exposition Sud).

SECOURS

Chances de survie

LES 4 PHASES DE LA COURBE DE SURVIE

1 : la phase de survie

De 0 à 15 minutes. La probabilité de survie est de 93%, le risque de mourir est faible.

2 : la phase d'asphyxie

De 15 à 45 minutes. C'est lors de cette phase que le risque de mourir par asphyxie est le plus important, aucune survie n'étant possible sans poche d'air ou avec un thorax comprimé.

3 : la phase d'attente

De 45 minutes au sauvetage. Quelques victimes disposant d'une poche d'air, réussissent à survivre durant cette phase. Elles se trouvent alors dans une phase de relative sécurité qui leur permet de survivre plus ou moins longtemps.

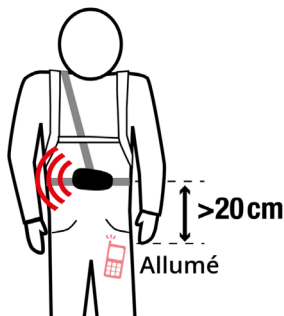
4 : la phase de sauvetage

Du sauvetage jusqu'à l'arrivée à l'hôpital. De nouveau le risque d'une issue fatale est très grand : dangers encourus lors du sauvetage, hypothermie rapide.



La nécessité de secourir rapidement les ensevelis est bien visible sur ce graphique : **plus la victime est secourue rapidement, plus ses chances de survie sont élevées.**

Check DVA avant le départ



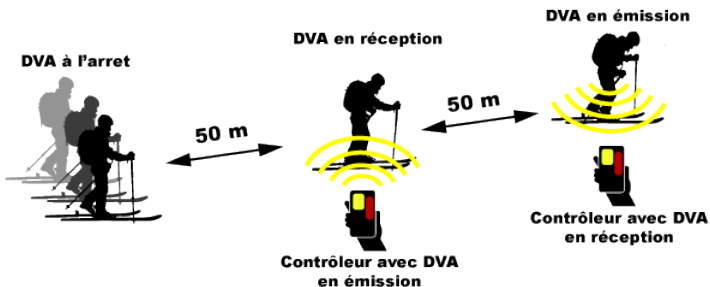
TESTS DVA

© MountainSafety.info® | Licence FRA-INCS-3935 pour EMHM | 2023-9

- Passage, 1 par 1, porte 1 en mode «check group» (pas en mode recherche car trop de «bruits») ;
- Rangement du DVA dans son holster en mode émission ;
- Passage porte 2 en mode émission ;
- DVA rangé, s'éloigner et rester dans ce mode émission.

Lorsque tout le groupe est contrôlé :

- Passage du responsable de la porte 1 dans la porte 2 ;
- Basculement du responsable de la porte 2 en émission.



RIO PASO

STRATÉGIE DE RECHERCHE EN AVALANCHE

Désigner un leader et un guetteur

R : RÉCEPTION (Tous les DVA en mode réception -ou allumés si risque de sur-avalanche- et téléphones portables éteints) ;

I : INDICES de surface (Le leader désigne une personne qui repère les indices -ne pas les enlever-) ;

O : ORGANISATION de la recherche (Le leader définit des couloirs si grosse coulée et désigne chercheurs, sondeurs, pelleteurs, guetteurs, radio, secours...) ;

P : PRISE D'INFO
auprès des témoins (Nombre de victimes, équipées de DVA...) ;

A : ALERTE
(Peut être donnée immédiatement si groupe suffisamment nombreux) ;

S : SECOURS
(Adapté aux victimes) ;

O : ORGANISATION de l'arrivée des secours
(Préparer les brancards, mettre une personne sur la drop zone pour l'hélico, regrouper les sacs, ne pas polluer la zone pour les chiens).

OPTIMISER LES CHANCES DE SURVIE POUR L'ENSEMBLE DES ENSEVELIS



PE = Profondeur d'ensevelissement

= chances de survie plus élevées.

= chances de survie plus faibles.

♥ = chances de survie plus élevées
(données vitales - disponibles sur certains appareils).

Alerte

Alerter les secours une fois la recherche organisée !

Pour les petits effectifs (- de 3 personnes), privilégier la recherche !

Appeler directement le PGHM plutôt que le 112 qui peut générer une perte de temps.

LE MESSAGE :**Je suis**

- Identité
- Position de l'avalanche

Je vois

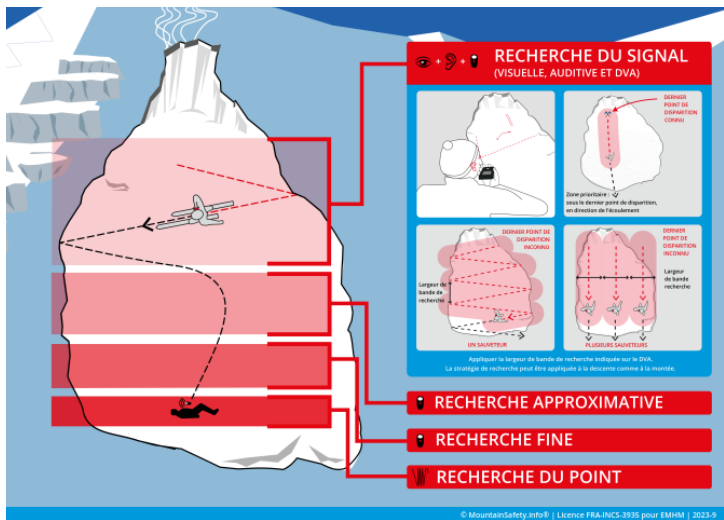
- Circonstances & heure
- Nombre, nature et état des victimes

Je fais

- Actions entreprises

Je demande

- Évacuation hélico
 - Météo sur zone
 - Obstacles, nature du sol



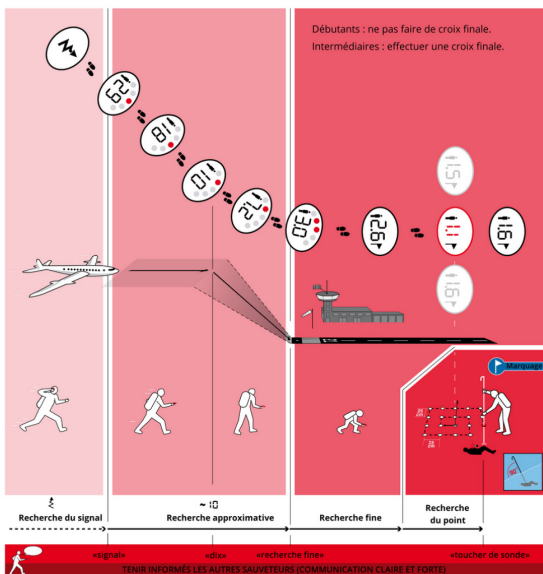
Recherche

Attention :

- Les chiffres affichés sur l'écran ne correspondent pas à une distance et varie selon les appareils !
- Lors de la recherche secondaire, la direction est bonne lorsque les chiffres diminuent et que le signal sonore s'intensifie ;
- En recherche finale l'indication de profondeur est à considérer, perpendiculairement à la surface et dans le rayon de la distance indiquée, le sondage doit donc être assez étendu ;
- Ne pas se focaliser sur une «idée intuitive» mais faire confiance aux instrument DVA + sonde !

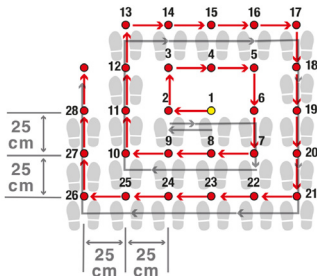
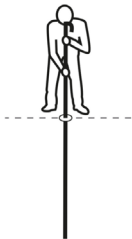
L'entraînement est primordial !

- S'entraîner à retrouver un DVA / plusieurs DVA ;
- Entraînement multivictime en groupe.



Sondage

SI LOCALISATION DVA



© MountainSafety.info® | Licence FRA-INCS-3935 pour EMHM | 2023-5

© MountainSafety.info® | Licence FRA-INCS-3935 pour EMHM | 2023-9

VAGUE DE SONDAGE SANS LOCALISATION DVA

Sondage grossier

- 20 hommes
- 1 hectare
- 4 heures de recherche
- 76 % de chance de trouver

Sondage fin

- Lors d'une vague de sondage «fin», réduire l'écart à 25 cm.
- 20 hommes
- 1 hectare
- 20 heures de recherche
- 100 % de succès

Réserve /
Vérification

Vague

Chef



en avant

ORDRES :

- 1 : "sondez"
- 2 : "en avant"

Si nécessaire : "Alignez-vous de gauche à droite !" Positions: ●

Réaligner toujours la vague en arrière, jamais en avant !

© MountainSafety.info® | Licence FRA-INCS-3935 pour EMHM | 2023-9

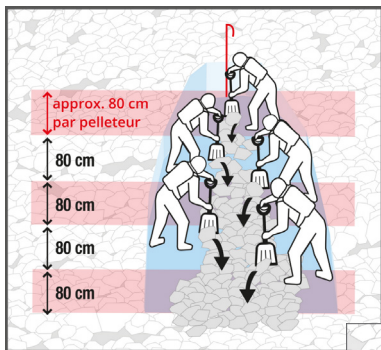
Sondage**S'ENTRAÎNER À MONTER SA SONDE**

Lancer la sonde vers l'aval en tenant la partie supérieure

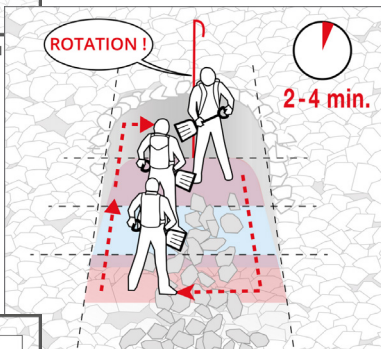


Assembler en tirant la partie supérieure

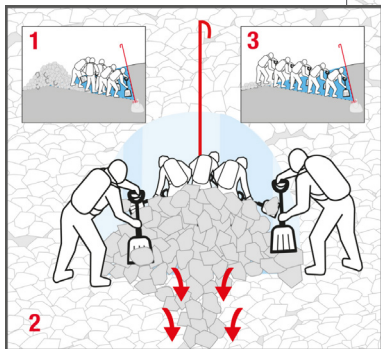
Pelletage en V



© MountainSafety.info® | Licence FRA-INCS-3935 pour EMHM |



© MountainSafety.info® | Licence FRA-INCS-3935 pour EMHM | 2023-9



© MountainSafety.info® | Licence FRA-INCS-3935 pour EMHM | 2023-9

Premiers secours**PREMIER CONTACT VISUEL / DÉGAGEMENT TÊTE ET THORAX**

Premier contact visuel :

- plus aucune rotation.
- deux sauveteurs près de l'enseveli, à genoux, manche de pelle raccourci, dégagent une cavité.

Éviter d'utiliser la pelle lorsque l'on est proche de la tête.

Voies respiratoires dégagées ?

Signes de vie ?

Au besoin, démarrer immédiatement la RCP.

© MountainSafety.info® | Licence FRA-RICS 3935 pour EMHM | 2023-9

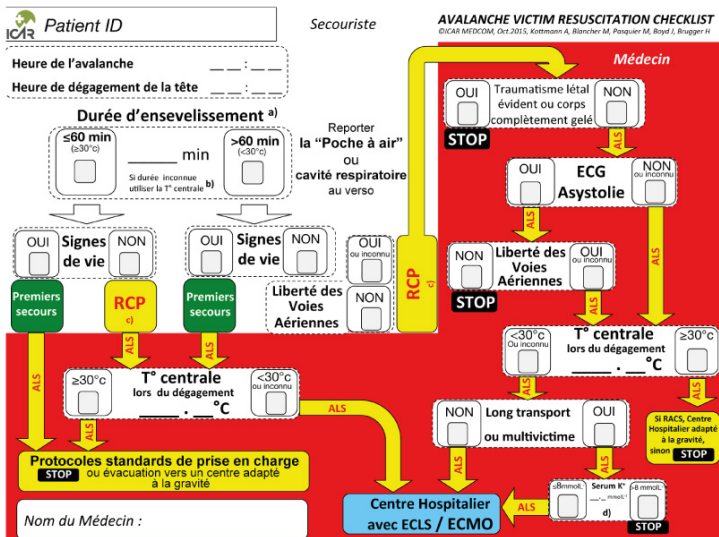
Victime inconsciente = urgence vitale**LA VICTIME VENTILE**

- Isoler du froid
- PLS
- Surveiller

LA VICTIME NE VENTILE PAS

- Dégager les voies aériennes ;
- 5 insufflations
- 30 compressions
- 2 insufflations
- ...

Premiers secours



Premiers secours**Poche à air**

- Oui, ___ x ___ x ___ (cm)
- Non
- Inconnu

SMUR:

Base hélicoptère :

Téléphone:

H

La check list doit rester avec le patient tout au long du parcours pré-hospitalier et intra hospitalier jusqu'à la destination finale.

**Secours
en
montagne**

A l'arrivée au centre hospitalier, faire une copie, une photographie ou scanner la présente fiche et garder un exemplaire dans le dossier de secours.

Abréviations:

RCP = Réanimation Cardio Pulmonaire

ALS = Advanced Life Support: réanimation spécialisée

ECLS= Extracorporeal Life Support (CEC / ECMO)

- Temps entre l'ensevelissement et le dégagement de la face.
- Si la durée d'ensevelissement est inconnue, la T° œsophagienne peut être utilisée en remplacement, pour les victimes en arrêt cardiaque.
- Il est licite de ne pas débiter une réanimation si le niveau de prise de risque est trop élevé pour l'équipe de secours, en cas de traumatisme fatal évident (section de la tête ou du tronc) ou si le corps est complètement gelé.
- Si [K+] à l'admission est > 8 mmol/L-1 envisager l'arrêt de la réanimation (considérer l'impact d'un crush syndrome ou l'utilisation d'un curare dépolarisant sur la kaliémie).

En cas d'instabilité rythmique ou hémodynamique (arythmie ventriculaire, pression artérielle systolique < 90 mm Hg) ou si la T° centrale est < 30°C, la victime doit être transportée vers un centre hospitalier disposant des techniques de circulation extra corporelle (ECMO / CEC) .

**AVALANCHE VICTIM RESUSCITATION CHECKLIST**

© ICAR, MEDCOM Octobre 2015, Kottmann A, Blancher M, Pasquier M, Boyd J, Brugger H



A retrouver sur la page EMHM de : eform.defense.gouv.fr

Réalisation :
EMHM Chamonix

07/2024