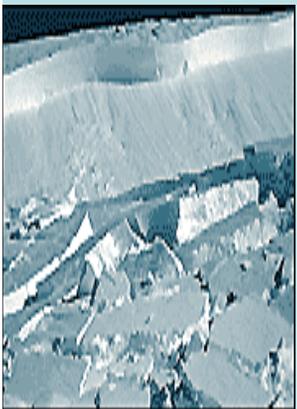


# Approche de la nivologie

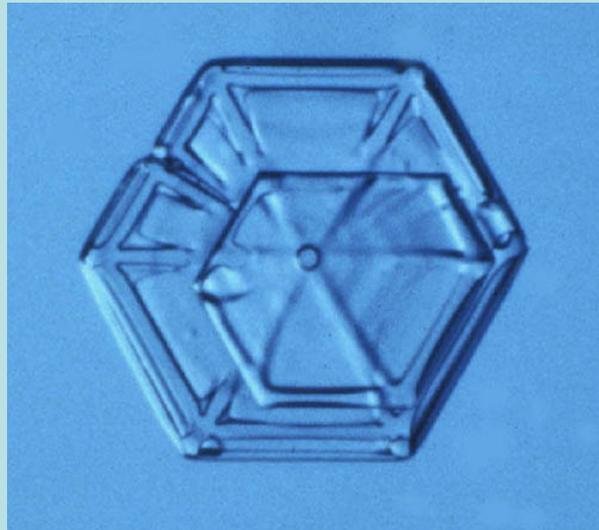


- Cristaux de neige
- Métamorphoses de la neige
- Cohésion des cristaux de neige
- Influence des conditions météorologiques
- Avalanches de neige
- BRA
- Méthodes de décision
- Les moyens de secours

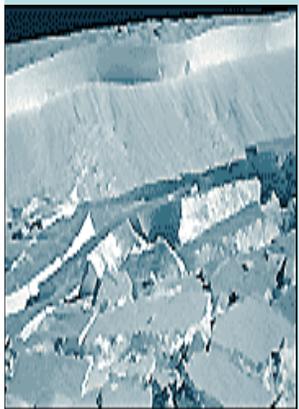
# Les cristaux de neige

Les 6 familles de cristaux rencontrées durant la saison de ski

- La neige fraîche (+)

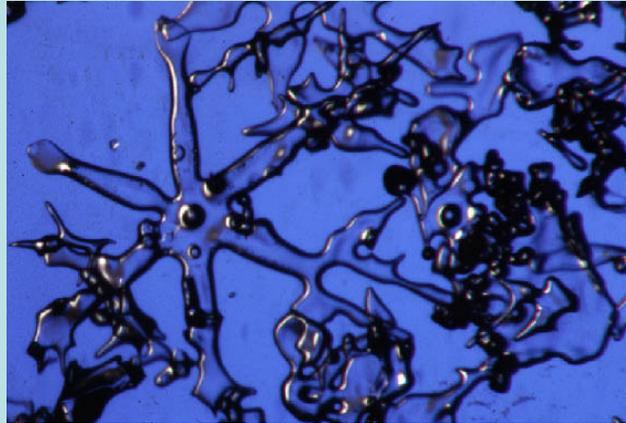


- La neige roulée (⊗)

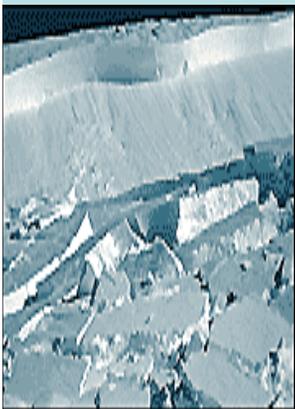
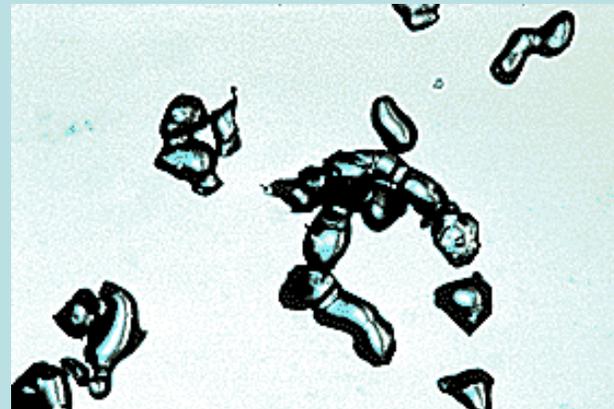


# Les cristaux de neige

- Les particules reconnaissables ( $\lambda$ )



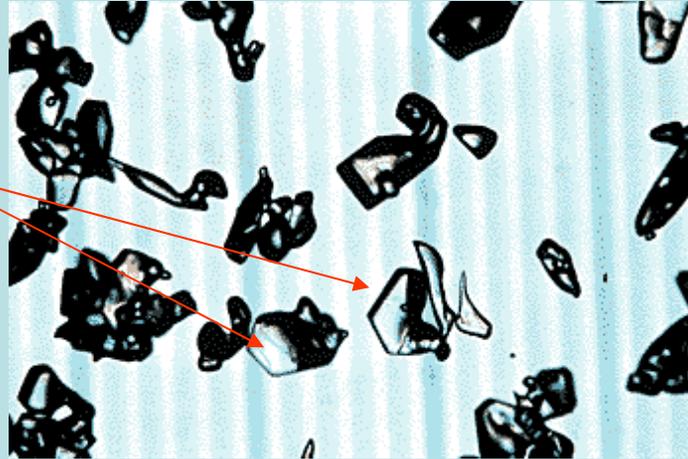
- Les grains fins ( $\bullet$ )



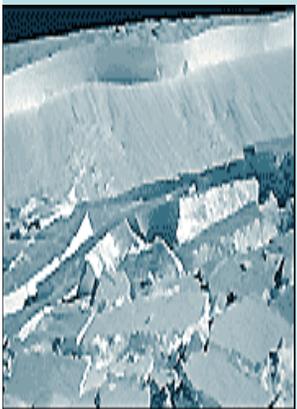
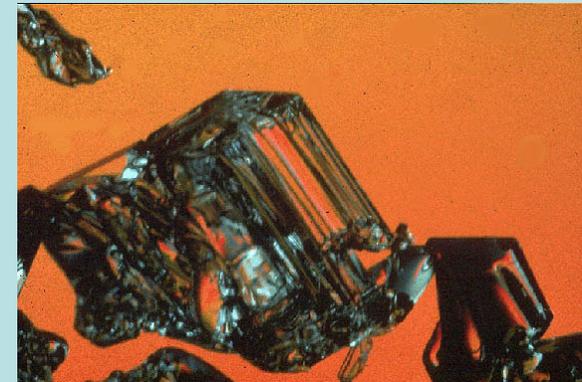
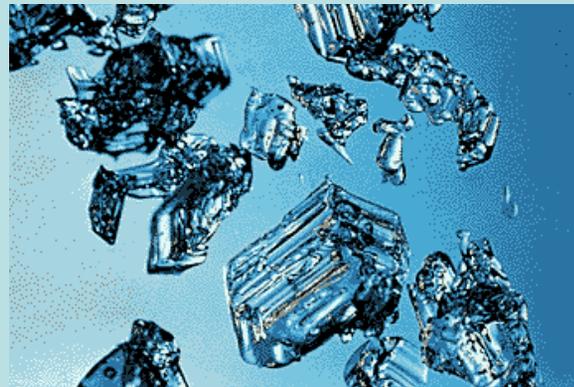
# Les cristaux de neige

- Les grains à face plane (□)

Angle :  $120^\circ$



- Les gobelets (∧)

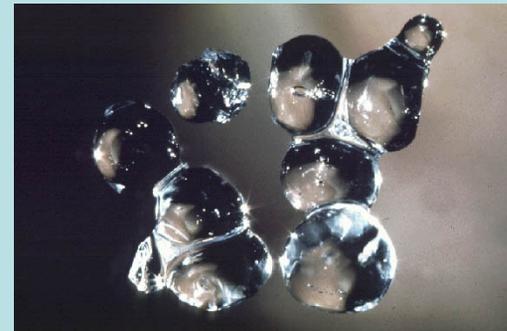


# Les cristaux de neige

- Le givre de surface (∇)



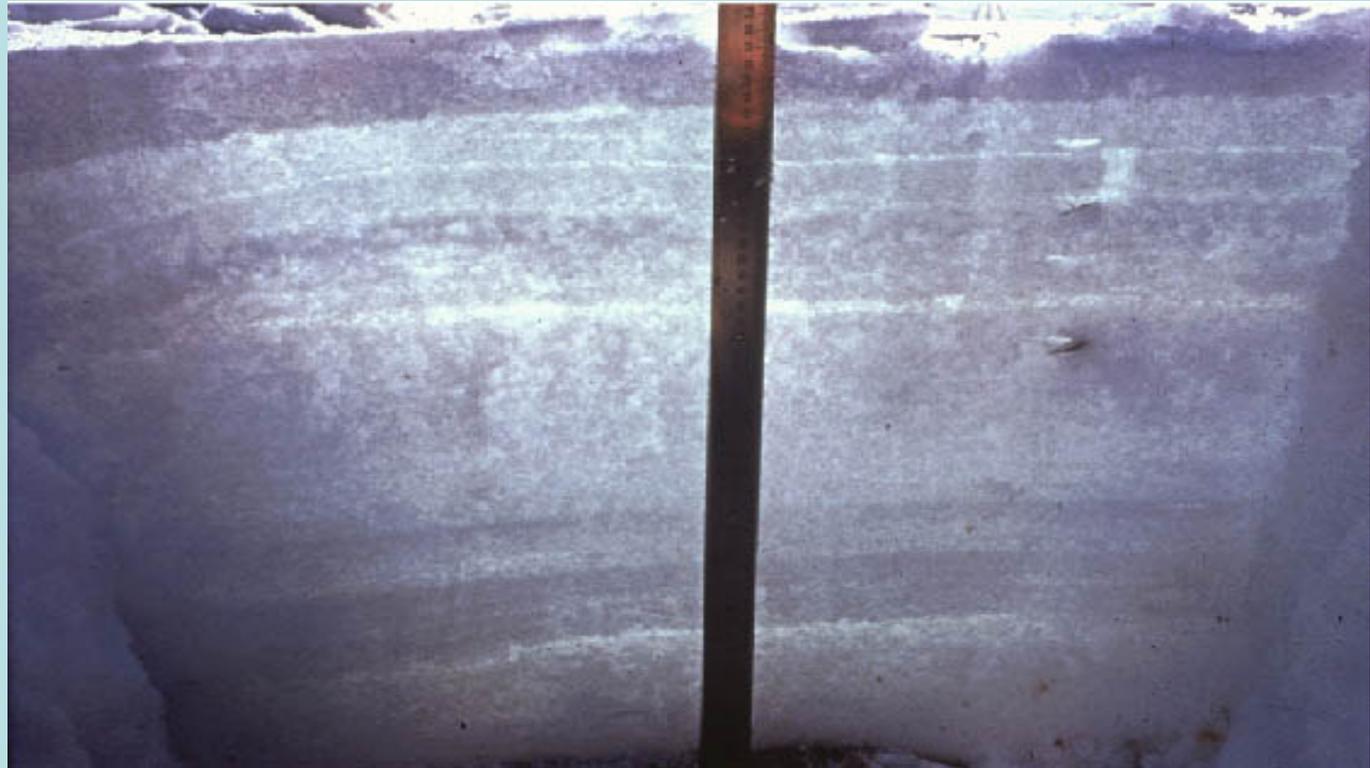
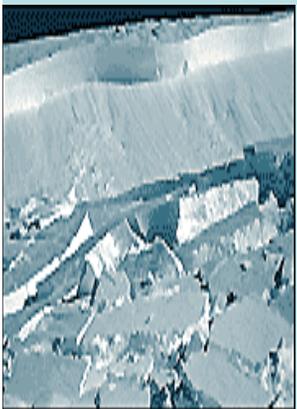
- Les grains ronds (o)



# La métamorphose

Le manteau neigeux est un empilement de strates de neige.

- Chaque strate correspond à un épisode neigeux.
- Chaque strate a sa propre évolution jusqu'à sa fonte totale

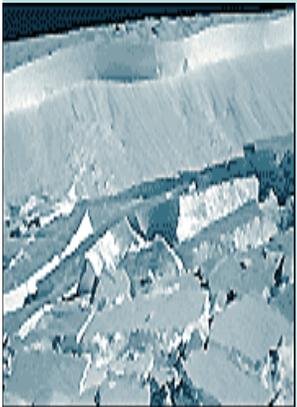


# La métamorphose

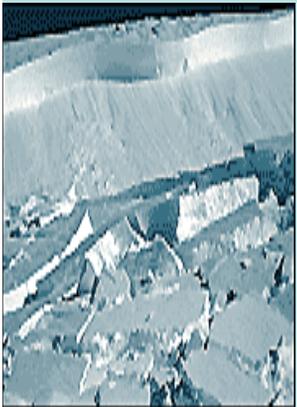


La métamorphose des grains de neige est de trois types :

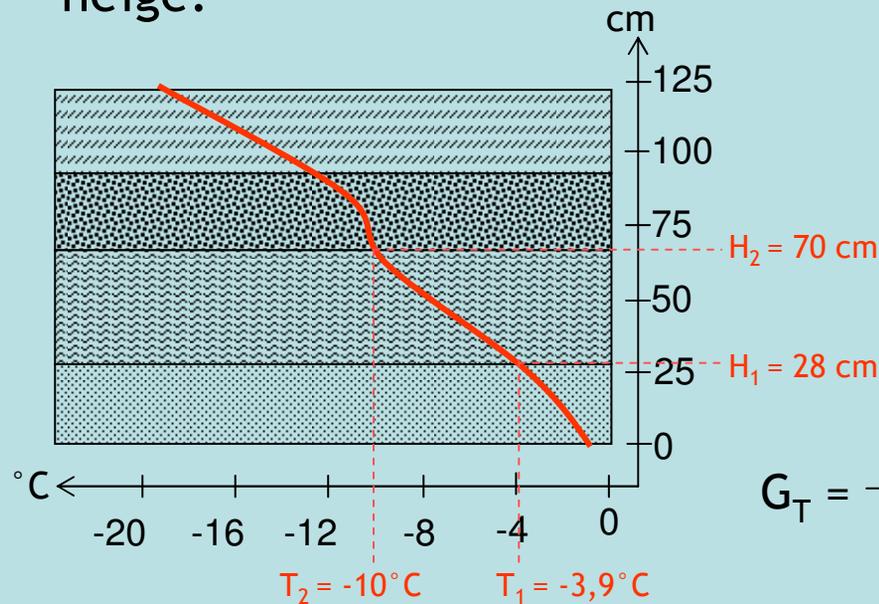
- La métamorphose de la neige sèche
- La métamorphose de la neige humide
- La métamorphose mécanique (par le vent)



# La métamorphose de neige sèche



- La neige sèche est une neige ne contenant pas d'eau liquide. L'absence d'eau liquide se traduit par une température négative de la neige.
- La métamorphose de la neige sèche est fonction du gradient de température ( $G_T$ ) à l'intérieur de la strate de neige.



$$G_T = \frac{T_2 - T_1}{H_2 - H_1} = \frac{6,1}{42} = 0,14 \text{ °C/cm}$$

# La métamorphose de neige sèche



La neige sèche se métamorphose suivant trois classes de gradient de température.

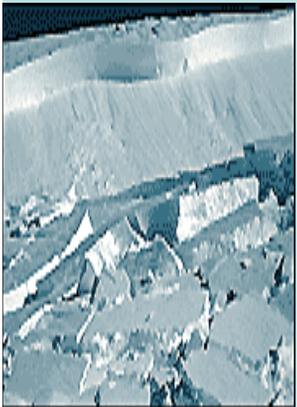


- Faible gradient

$$GT < 0,05 \text{ } ^\circ\text{C/cm}$$

- Moyen gradient

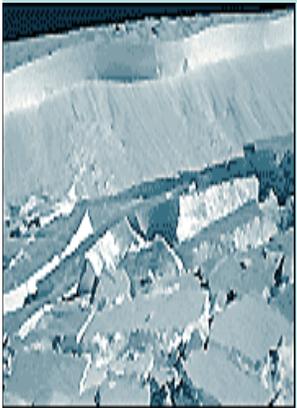
$$0,05 \text{ } ^\circ\text{C/cm} < GT < 0,2 \text{ } ^\circ\text{C/cm}$$



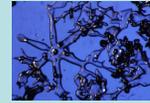
- Fort gradient

$$GT > 0,2 \text{ } ^\circ\text{C/cm}$$

# La métamorphose de neige seiche

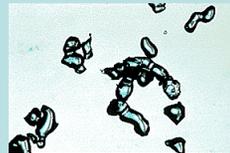


$\lambda$



Faible gradient

Moyen et fort gradient

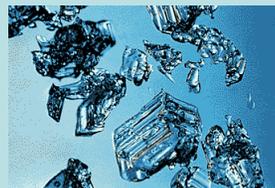


Moyen et fort gradient



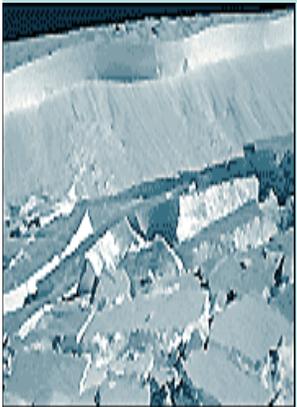
Faible gradient

Fort gradient



$\wedge$

# La métamorphose de neige humide



- La neige humide est une neige contenant de l'eau liquide. La présence d'eau liquide se traduit par une température égale à 0°C.
- La métamorphose de neige humide signifie la fonte de la neige. Le grain de neige qui en résulte est le grain rond.



# La métamorphose mécanique

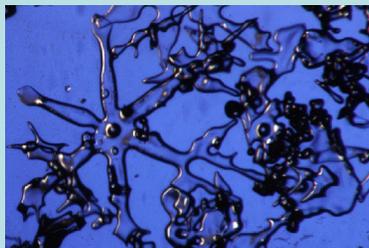
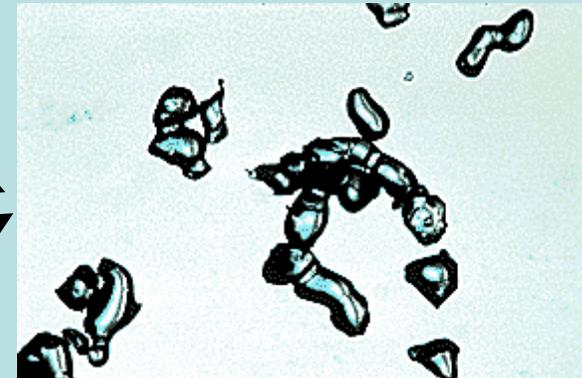
La neige fraîche ou les particules reconnaissables se métamorphosent en grain fin par action mécanique soit :

- par action humaine (damage des pistes de ski)
- par action naturelle (le vent)

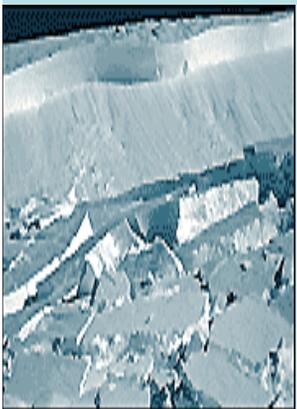


+

Vent  
ou  
damage

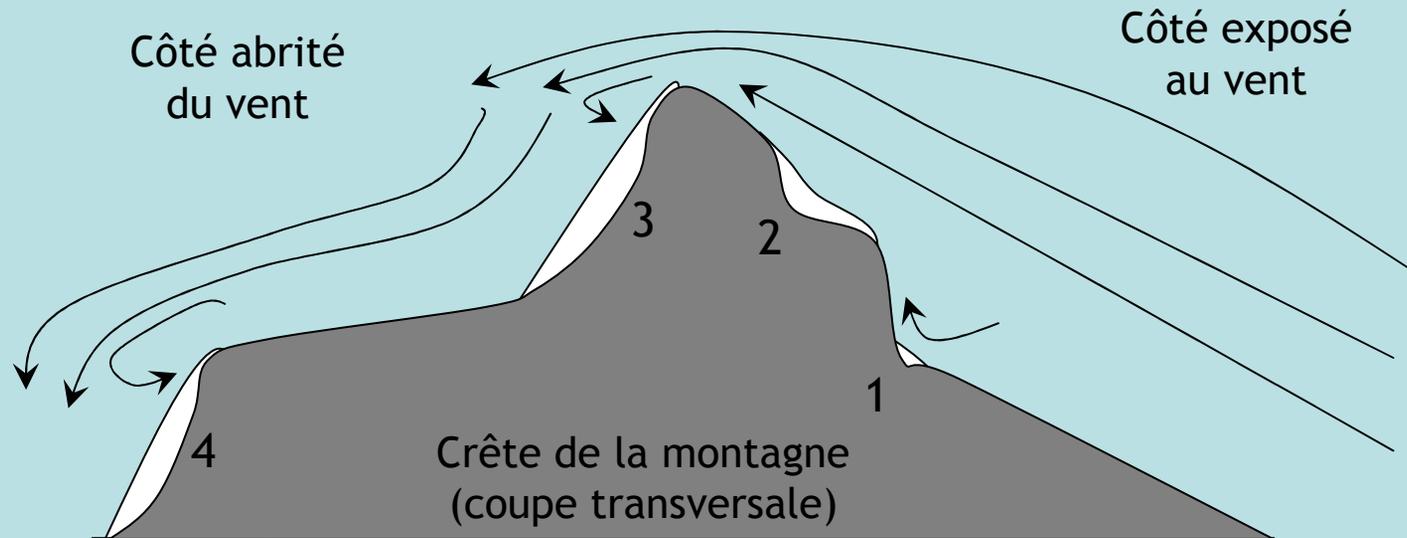


$\lambda$



# La métamorphose mécanique

Accumulation de neige dans une pente à l'abri du vent et dans une pente exposée au vent

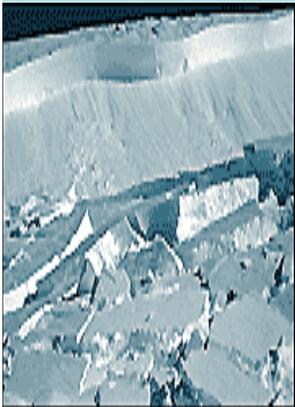


1 : au pied de ressauts

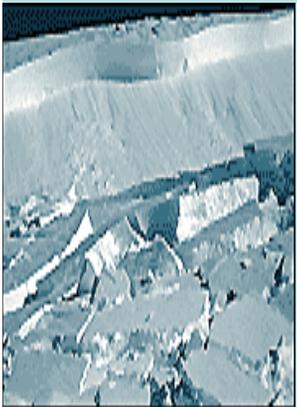
2 : dans les combes ou petits couloirs

3 : à l'abri du vent, sous les crêtes et points saillants

4 : sous les replats

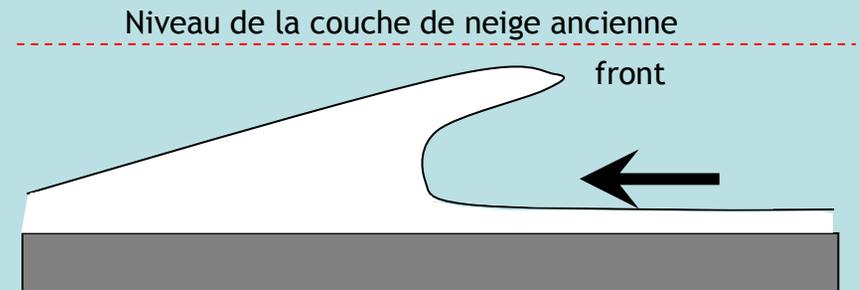


# La métamorphose mécanique

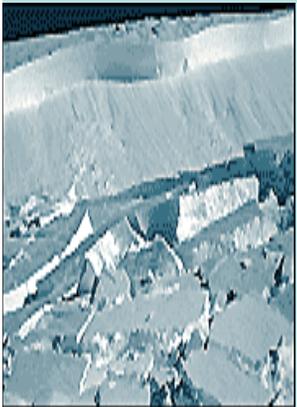


## Formation de zastrugis

- sculptures dans la neige dues à l'érosion du vent,
- Formations découpées par le vent à la surface de la neige.
- Les zastrugis indiquent la direction du vent, le côté du front (le plus élevé) fait face au vent.
- Toujours se poser la question : Où se trouve la neige qui a été dérobée ?

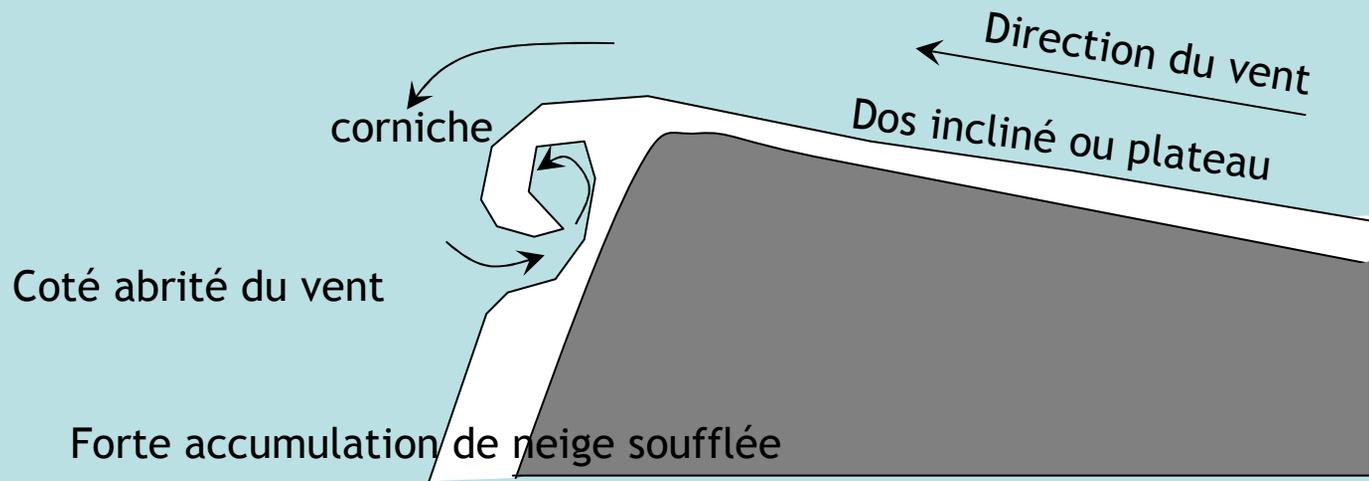


# La métamorphose mécanique

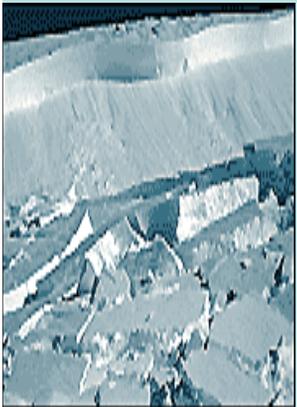


## Formation de corniche

- Les accumulations de neige soufflée se retrouvent en contre-bas des corniches qui surplombent le coté sous le vent.
- Présence de corniche → danger aigu

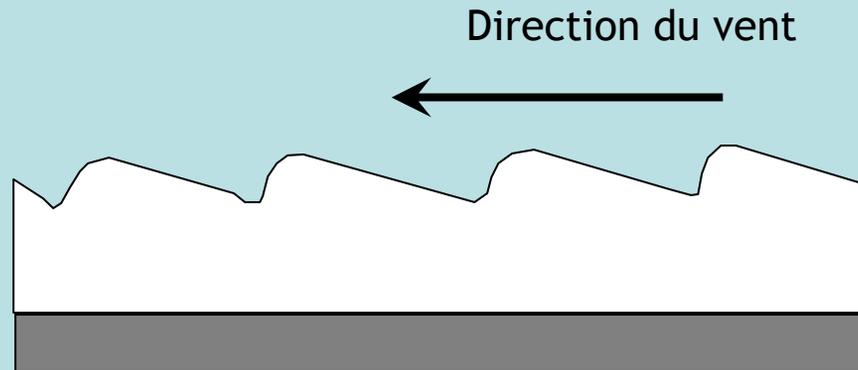


# La métamorphose mécanique



## Les dunes ou vaguelettes

- Surface de neige ondulée,
- Direction du vent perpendiculaire aux crêtes de dunes ou vaguelettes,
- Signe univoque d'importants transports de neige et accumulations de neige soufflée → danger aigu

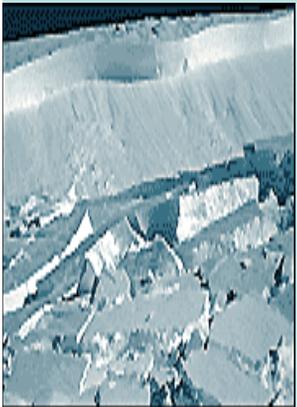


Les vagues ou vaguelettes et les corniches sont  
des accumulations de neige soufflée

# La cohésion de la neige

La cohésion de la neige est fonction du type de grain mis en jeu. Il existe 5 types de cohésion.

- Cohésion de feutrage
- Cohésion de frittage
- Cohésion de regel
- Cohésion de capillarité
- Absence de cohésion



# Cohésion de feutrage

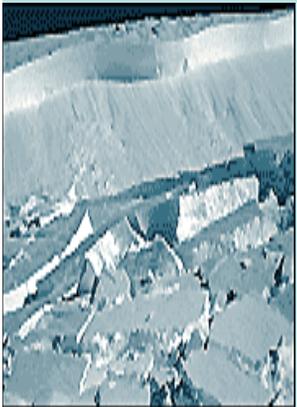


La cohésion de feutrage concerne uniquement les particules reconnaissables. La cohésion de feutrage est due à l'enchevêtrement des dendrites des particules avoisinantes.



La cohésion de feutrage est une cohésion fragile. Elle disparaît vite dès qu'il y a métamorphose.

Neige « tendre »

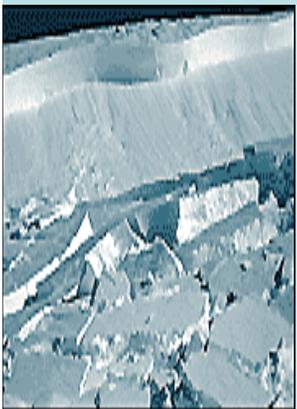


# Cohésion de frittage

La cohésion de frittage concerne essentiellement les grains fins et dans une moindre mesure les particules reconnaissables. La cohésion de frittage se caractérise par la présence de soudure (pont de glace) entre les grains.

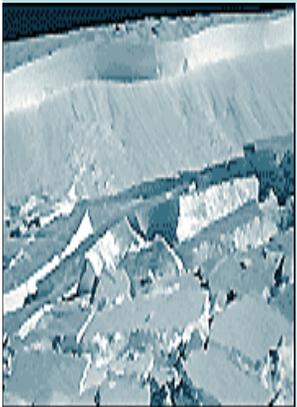


La cohésion de frittage est bonne mais propice à la propagation de cassures. La neige est « mi-dure » à dure.



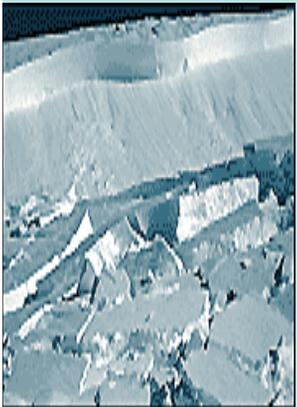
# Cohésion capillaire

La cohésion capillaire concerne la neige humide donc les grains ronds. Cette cohésion est obtenue par la présence d'une pellicule d'eau qui entoure les grains et crée la liaison entre ces derniers. Sa qualité dépend de la teneur en eau liquide (T.E.L). Pour des faibles teneurs la cohésion capillaire est assez bonne mais diminue rapidement si la TEL augmente.



# Cohésion

de regel



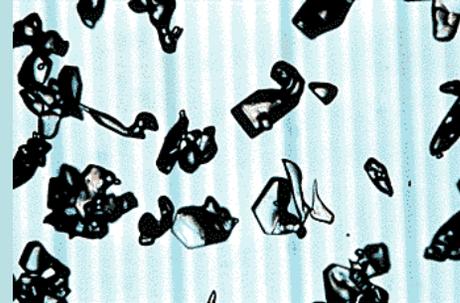
La cohésion de regel concerne la neige humide donc les grains ronds.  
Lorsqu'il y a gel de l'eau liquide présente dans la neige, les grains se soudent. Cette cohésion est la meilleure.



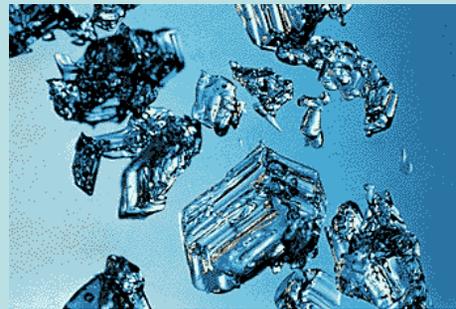
# Absence de cohésion

Certains types de grains ne présentent aucune cohésion. Ces grains de neige sont :

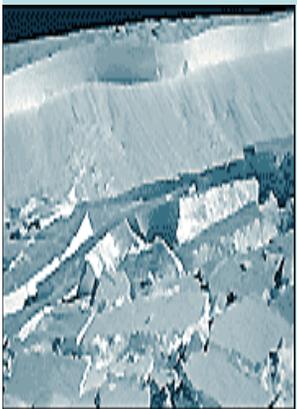
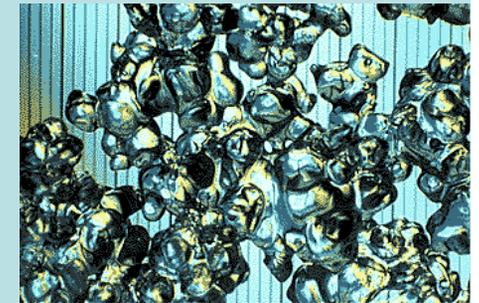
- Les grains à face plane



- Les gobelets

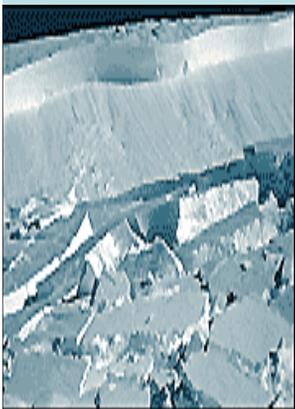


- Les grains ronds si la T.E.L est importante



# Récapitulatif sur la neige

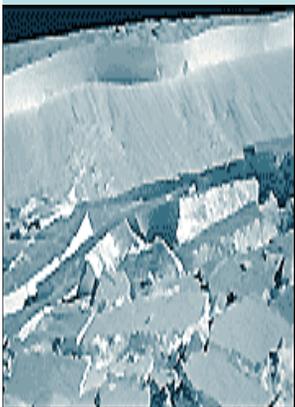
## La neige sèche



Type de grains	Neige fraîche	Particules reconnaissables	Grains fins	Grains anguleux	Gobelets
<b>Aspect du cristal</b>	Forme originale intacte (étoile)	Éléments dissociés de taille inégale mais identification du cristal d'origine	Grains arrondis de taille de plus en plus homogène.	Grains à facettes brillantes au soleil. Taille inégale. Gros sel de cuisine.	Grains prismatiques, cristal cassant.
<b>Qualité de la neige</b>	Cohésion faible de feutrage. Neige très « tendre »	Cohésion faible de feutrage. Neige « tendre »	Bonne cohésion de frittage. Neige mi-dure à dure	Absence de cohésion. Neige friable.	Absence de cohésion. Neige friable
<b>Masse volumique (kg/m<sup>3</sup>)</b>	20-180	50-200	200-350	180 - 280	200 - 350
<b>Diamètre (mm)</b>	0,5 - 2	0,3 - 0,8	0,1 - 0,8	0,8 - 1,5	1,5 - 3 ou plus
<b>Symbole graphique</b>	+	/	•	□	^

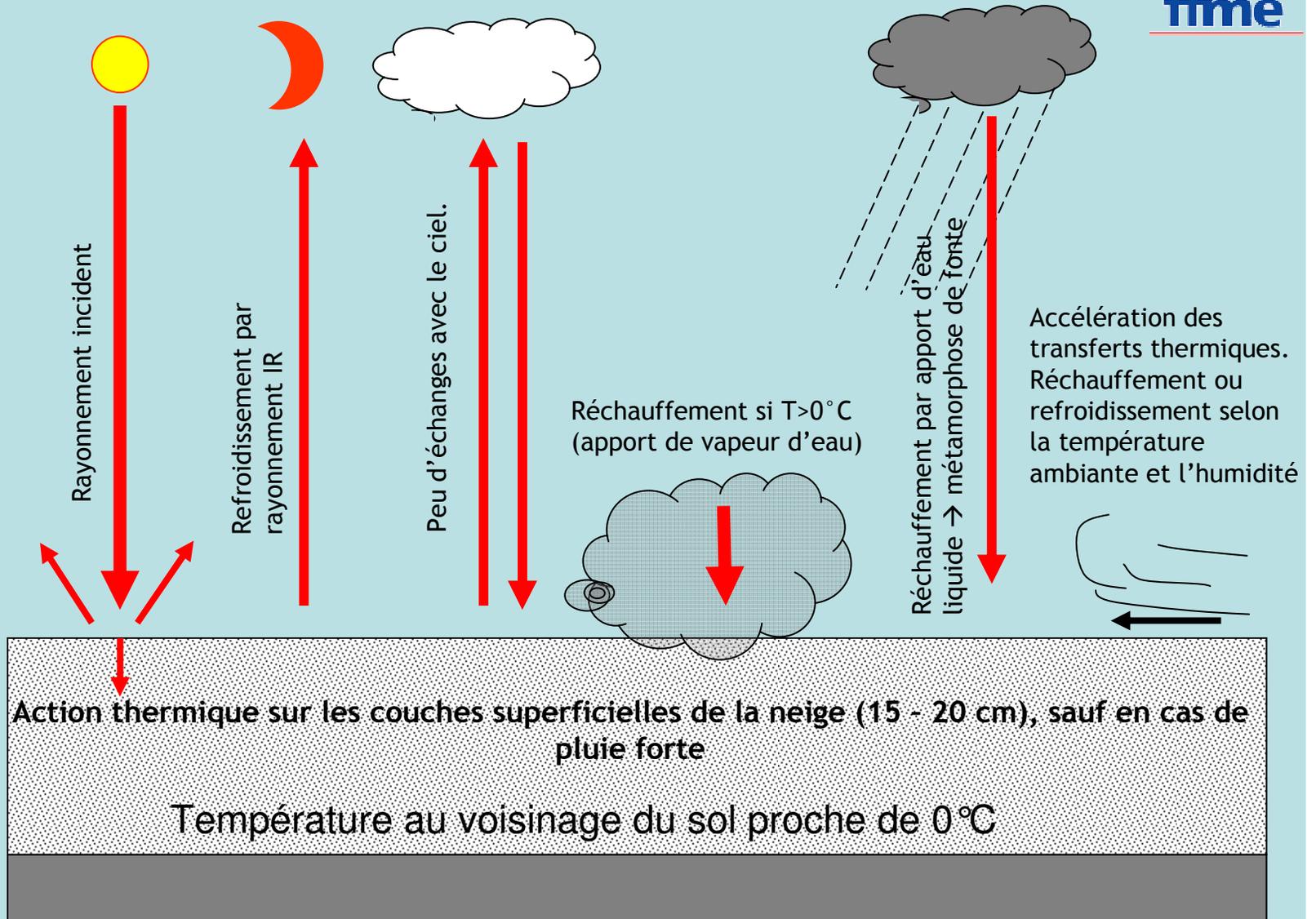
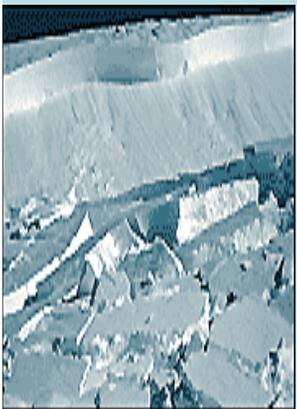
# Récapitulatif sur la neige

## La neige humide et grains particuliers



Type de grains	Grains ronds	Neige roulée	Givre de surface
Aspect du cristal	Grains ronds grossiers. Aspect terne, neige de printemps.	Boules de mimosas opaques	Feuilles aiguilles à texture fragile. Très brillant (paillettes)
Qualité de la neige	Cohésion de regel si température de la neige < 0°C (neige dur) sinon cohésion capillaire de bonne à mauvaise suivant la T.E.L. Neige dur à molle.	Absence de cohésion. Neige friable.	Pas de cohésion. Neige friable.
Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	280 - 550	100 - 250	
Diamètre (mm)	0,8 - 2	1 - 5	2 – 50 ou plus
Symbole graphique	○ ○	⊗ ⊗	∨ ∨

# Condition météorologique sur la neige



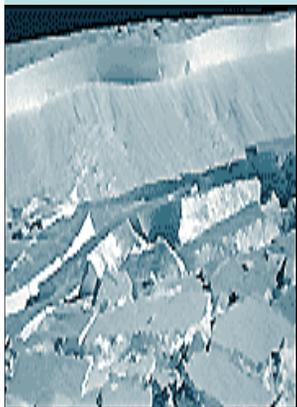
# Les avalanches

## de neige

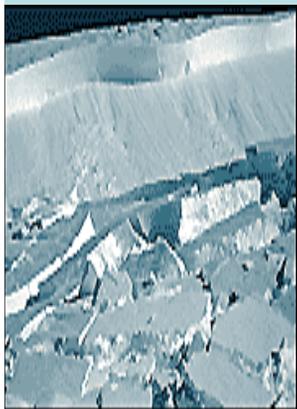


Les avalanches sont de trois types :

- Avalanche de neige récente
- Avalanche de plaque
- Avalanche de neige mouillée



Type d'avalanche	Avalanche de neige récente	Avalanche de plaque	Avalanche de neige mouillée
% de type d'avalanche (Alpes françaises)	80	10	10
% d'avalanches à l'origine d'accidents (Alpes et pyrénéens françaises)	12,5	73	14,5

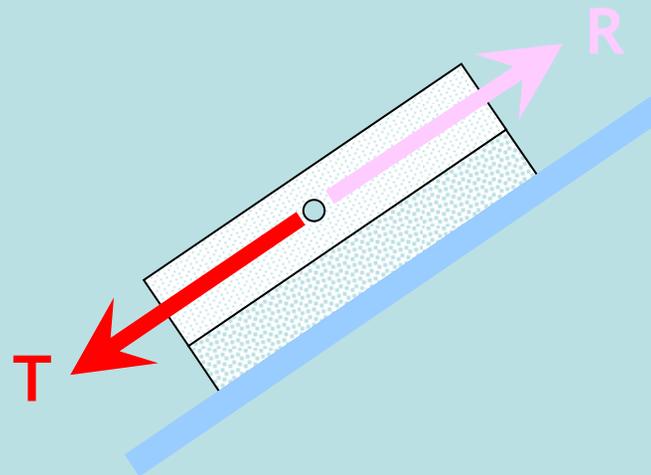


# Les avalanches

## le mécanisme de déclenchement

### Les forces en présence

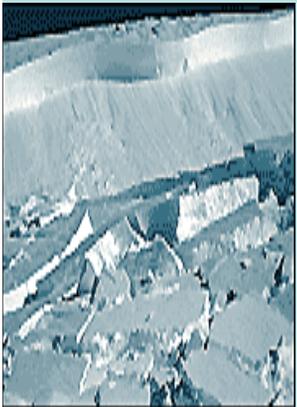
Un bloc de neige sur une pente est soumis à deux grands types de forces. Celles qui l'attirent vers le bas (**Traction**, **T**), et celles qui le maintiennent en place (**Résistance**, **R**).



Pour que le bloc de neige reste en place sur la pente il faut que **T** = **R**. Si **T** > **R** le bloc de neige dévale la pente.

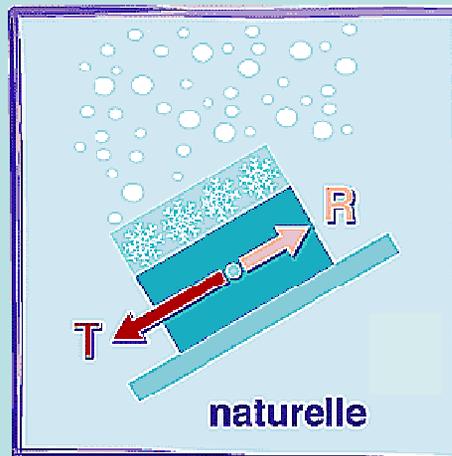
# Les avalanches

## le mécanisme de déclenchement



Le facteur d'augmentation de la traction est :

- Soit naturel
- Soit accidentel



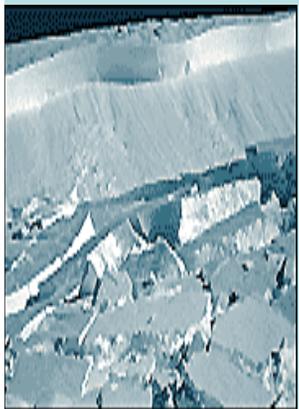
# Les avalanches

## le mécanisme de déclenchement



La diminution de la traction est due à la diminution des liaisons entre strates suite à la métamorphose de la neige.

- Perte de la cohésion capillaire des grains ronds les après-midi de printemps.



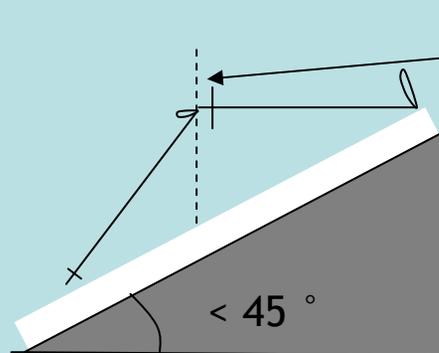
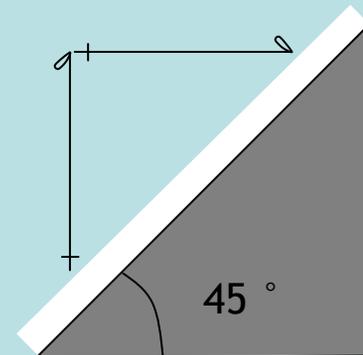
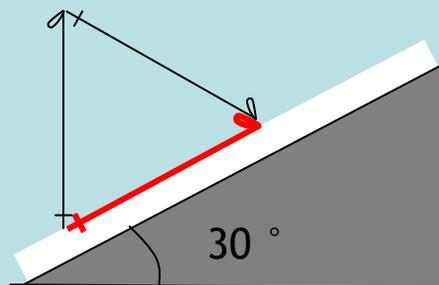
# Les avalanches

## le mécanisme de déclenchement

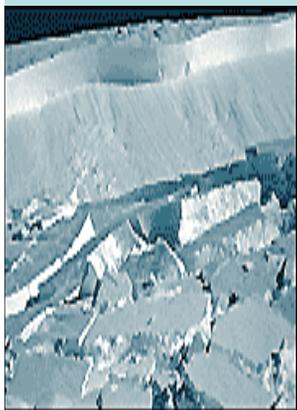
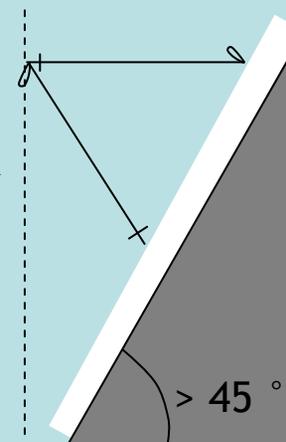


Pour qu'il y ait avalanche, il est nécessaire que la pente soit suffisamment raide. L'angle de la pente doit être d'au moins  $30^\circ$ .

Comment mesurer l'angle sur le terrain ?

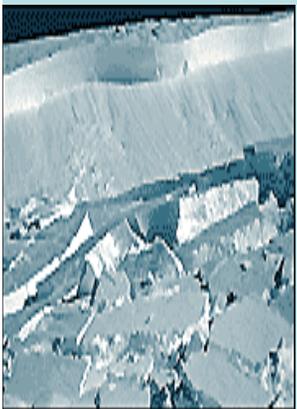


Verticale



# Les avalanches

## le mécanisme de déclenchement



### Tassement, compression et traction

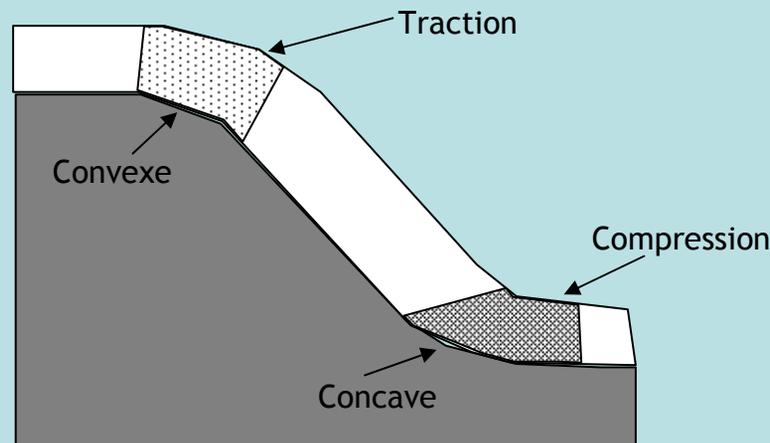
La neige résiste assez bien à la compression mais très mal à la traction.

Sur les pentes,

- les zones de convexité sont des zones de traction donc potentiellement dangereuses au déclenchement d'avalanche
- Les zones de concavité sont des zones de compression, donc non sujettes au déclenchement d'avalanche.

La compression et le tassement de la neige lui confèrent une plus grande résistance.

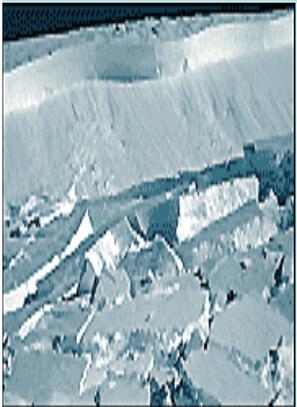
Pour les neiges fraîches, le tassement naturel est de l'ordre de 15 à 20% de la couche en 24h.



Approche de la nivologie

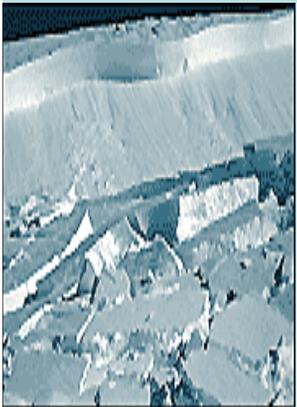
# Les avalanches de neige récente

- Neige récente constituée de neige fraîche ou particules reconnaissables
- Avalanche inoffensive ou énorme aux conséquences dévastatrices mettant en mouvement des milliers de tonnes de neige et dont la pression peut atteindre plusieurs tonnes par m<sup>2</sup>.
- Se déclenche au moment des précipitations neigeuses ou juste après.
- La vitesse d'écoulement des avalanches de neige récente peut dépasser les 100 km/h.



# Les avalanches

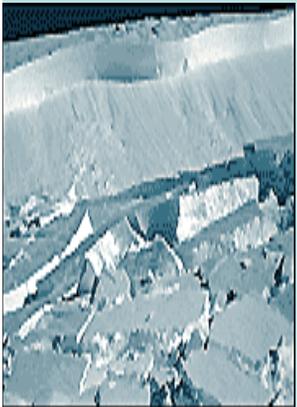
## de neige récente



- Cause de déclenchement
  - Importance de la chuteL'épaisseur de la précipitation à un rôle essentiel.

Épaisseur des précipitations	Seuil de risque
De 30 à 60 cm	Le risque d'avalanches concerne plus particulièrement les pentes fortes.
De 60 à 90 cm	Le risque s'étend aux pentes moyennes et les avalanches peuvent atteindre les voies de communication.
Plus de 90 cm	Le danger est général pour tout le massif concerné par telles chutes. Les avalanches peuvent être catastrophiques et atteindre des zones habitées.

# Les avalanches de neige récente



- Cause de déclenchement

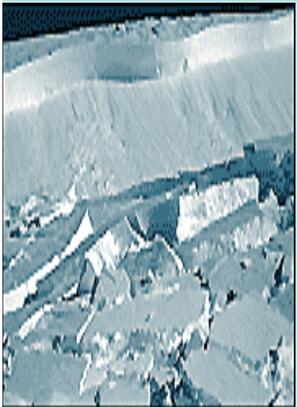
- L'intensité de la chute de neige

Une chute de neige fraîche sans vent pendant une période de 2 à 3 jours engendre un risque de déclenchement d'avalanches moindre que la même hauteur tombée en 10-12 heures



- La température de l'air au moment de la chute de neige  
Lorsque la température est proche de 0°C, le danger d'avalanche s'estompe très vite puisque le tassement qui s'opère consolide la strate

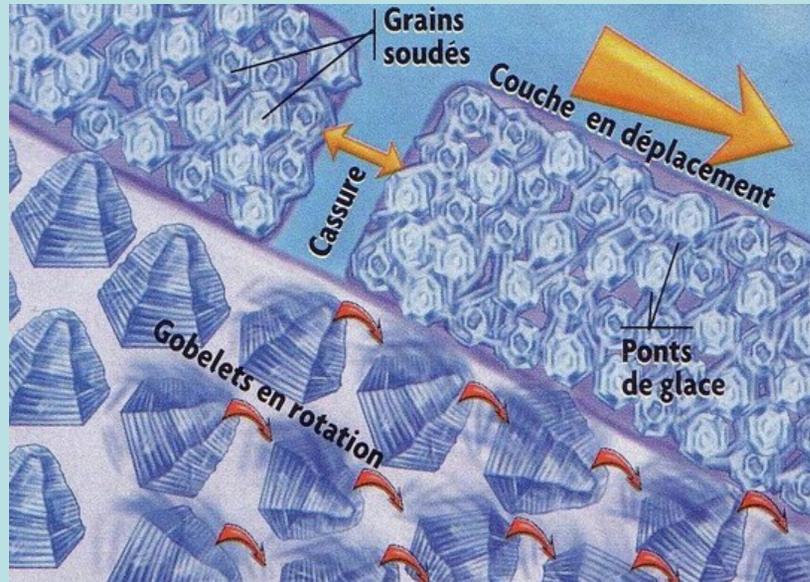
# Les avalanches de plaques



- Les plaques sont constituées de grains fins
- Les plaques apparaissent :
  - sous l'action du vent (plaque à vent)
  - ou par une métamorphose de faible gradient
- Les plaques peuvent être :
  - de consistance dure,
  - ou friables (début de la cohésion de frittage)
- Le mécanisme de déclenchement est la rupture de la plaque qui est peut plastique et mal solidarisée avec la sous couche.
- La sous couche peut être :
  - La neige sous forme de gobelets,
  - Les grains à face plane,
  - Une strate de givre de surface enfouie,
  - Une couche de neige roulée
  - Une croûte de regel
  - ...

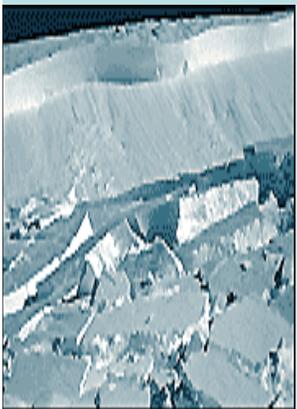
# Les avalanches de plaques

- Le mécanisme des avalanches de plaques



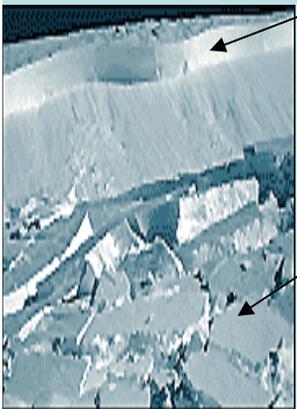
Une plaque se déclenche lorsqu'un ancrage faiblit et disparaît ou suite à une intervention extérieure :

- Augmentation des contraintes par une nouvelle chute de neige
- Passage d'un ou plusieurs skieurs



# Les avalanches de plaques

- Description des avalanches de plaques
  - Zone de départ
    - Cassure linéaire, nette
    - Rupture rapide
    - Cassure longue (ex : 1km pour l'avalanche de la Mongie le 15/02/76)
  - Zone de transition et d'arrêt
    - Trajet jalonné de blocs de formes rectangulaires et de tailles variées.



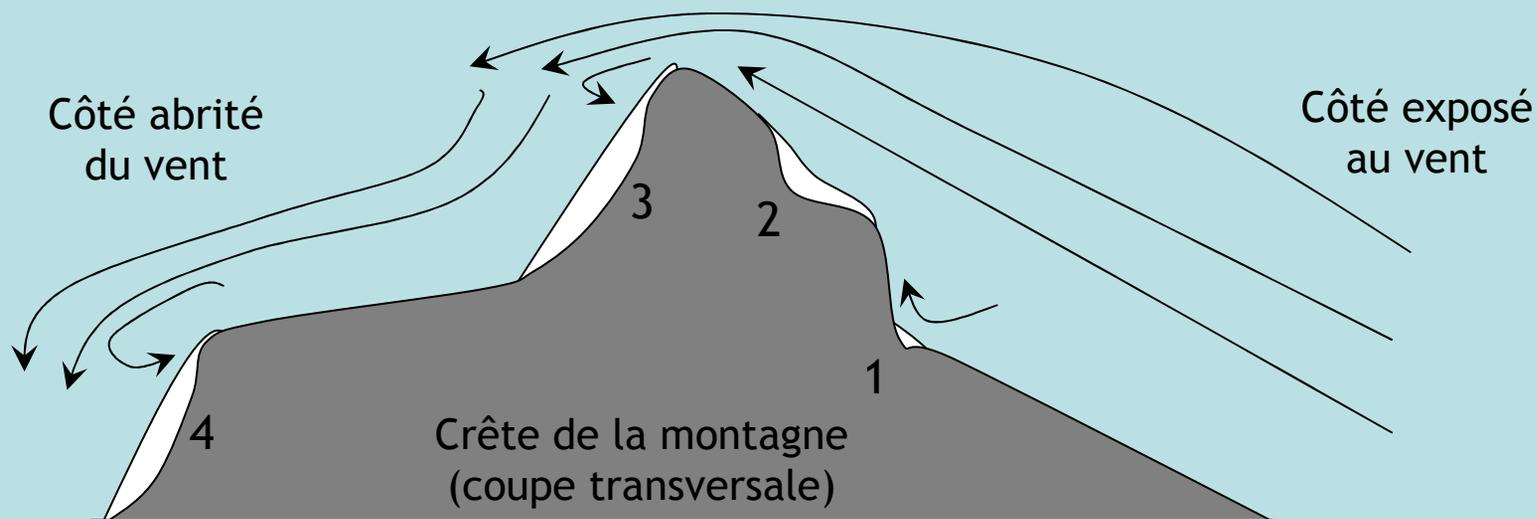
Cassure linéaire

Blocs  
rectangulaires



# Les avalanches de plaques

- Cas particulier des plaques à vent
  - Pas de nécessité d'avoir un vent violent
  - Formation des plaques à vent dès 25 km/h
  - D'une manière générale les plaques à vent se forment sur les versants abrités du vent local et au voisinage des crêtes. **Mais ce n'est pas une règle absolue.**



1 : au pied de ressauts

3 : à l'abri du vent, sous les crêtes et points saillants

2 : dans les combes ou petits couloirs

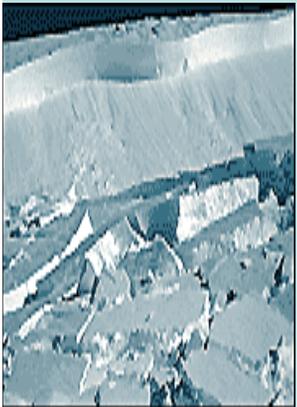
4 : sous les replats

# Les avalanches de plaques



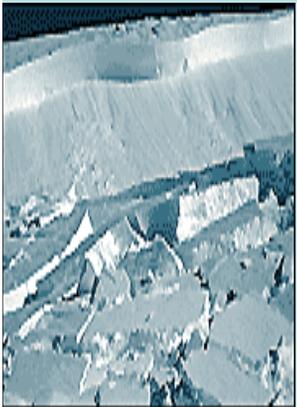
Ces plaques sont très dangereuses pour le skieur car :

- très difficilement repérables (plaques friables ou dures et parfois recouvertes d'une couche de neige fraîche)
- difficulté d'estimer le degré d'instabilité.



# Les avalanches de fonte

- Les grains concernés sont les grains ronds.
- Le déclenchement d'avalanches est lié à la présence d'eau liquide



# Les avalanches de fonte

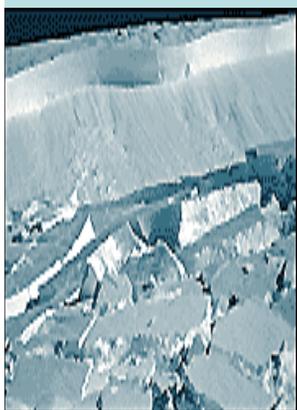
- Description des avalanches de fonte

- Zone de départ

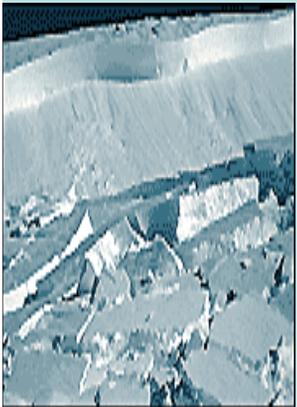
Départ ponctuel, rarement des départs avec des cassures linéaires.

Départ ponctuel

Forme de poire



# Les avalanches de fonte



- Description des avalanches de fonte

- Zone de transition

Parcours bien localisés, (combe)

Sinon parcours en forme de poire sur les pentes uniformes

Agents d'érosions importants (roche à nu, pas de repousse de végétation)

Forte pression sur les obstacles présents sur le trajet de l'avalanche (dizaine de tonne par m<sup>2</sup>)

- Zone d'arrêt

Quantité importante de neige en fond de vallée

Neige associée à toutes sortes de matériaux arrachés sur le trajet

Zone de dépôt constituée de blocs uniformes se chevauchant sur plusieurs mètres de hauteur.

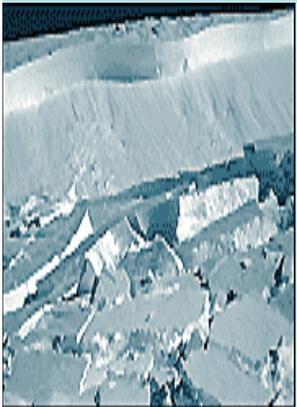
# Les avalanches de fonte

- Description des avalanches de fonte
  - Zone d'arrêt

Quantité importante de neige en fond de vallée

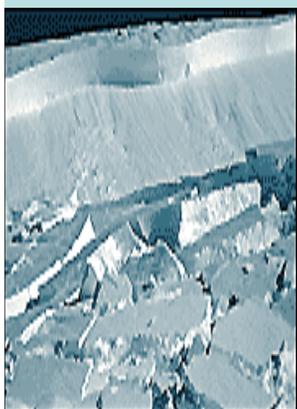
Neige associée à toutes sortes de matériaux arrachés sur le trajet

Zone de dépôt constituée de blocs uniformes se chevauchant sur plusieurs mètres de hauteur.



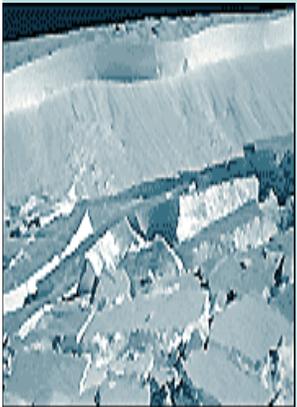
# Les avalanches

## Récapitulatif



	Avalanche de neige récente	Avalanche de plaque	Avalanche de fonte
Type de neige	Particules reconnaissables Neige sèche et légère, cohésion de feutrage	Grains fins, neige peu plastique, cohésion de frittage	Grains ronds, neige mouillée sans cohésion
Facteurs favorables	Chute de neige importante (plus de 30 cm)	Mauvaise liaison entre deux couches	Humidification du manteau neigeux (pluie, redoux, réchauffement)
Causes de déclenchement	Spontané (surcharge liée à la nouvelle couche) ou accidentel (ébranlement par un skieur)	Le plus souvent accidentel (passage d'un skieur)	Souvent spontané
Type de dépôt	Poudreuse skiable	Blocs (sauf si plaque friable)	Boules, bocs uniformes

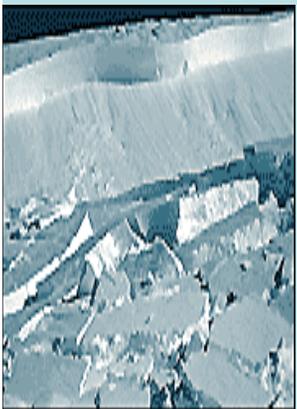
# Le BRA



- BRA pour Bulletin du d'estimation du Risque d'Avalanche
- Que trouve t'on dans le BRA diffusé par météofrance ?
  - Un chiffre allant de 1 à 5 (Estimation du risque d'avalanche)
  - Des informations relatives à l'enneigement
  - Un aperçu météorologiques
  - Des informations sur la stabilité du manteau neigeux
  - La tendance ultérieure du risque



# Le BRA

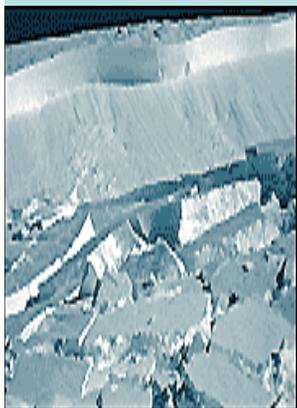


- Le BRA est disponible chaque jour du 15 décembre au 30 avril par téléphone (3250) ou sur [www.météofrance.fr](http://www.météofrance.fr)
- Le BRA est disponible pour chaque département des Alpes, des Pyrénées et de la Corse.
- Le rôle du BRA n'est pas d'autoriser ou d'interdire la sortie de ski
- Le mauvais réflexe du BRA : ne tenir compte uniquement de l'élément chiffré. Le BRA indique les altitudes, les orientations des pentes où les conditions sont les plus douteuses, ainsi qu'à l'évolution du risque dans la journée.



# Le BRA

## Indice du risque européen



Indice du Risque	Stabilité du manteau neigeux	Probabilité de déclenchement
<b>1. Faible</b>	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 de petites avalanches peuvent se produire spontanément.
<b>2. Limité</b>	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.
<b>3. Marqué</b>	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 dans celles généralement décrites dans le bulletin. Dans certaines situations, quelques départs spontanés d'avalanches de taille moyenne, et parfois assez grosse, sont possibles.
<b>4. Fort</b>	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.
<b>5. Très fort</b>	L'instabilité du manteau neigeux est généralisée.	De nombreuses et grosses avalanches se produisant spontanément sont à attendre y compris en terrain peu raide.

(\*) Pentas particulièrement propices aux avalanches en raison de leur déclivité, la configuration du terrain, la proximité de la crête...

(\*\*) Les caractéristiques de ces pentes sont généralement précisées dans le bulletin : altitude, exposition, topographie.

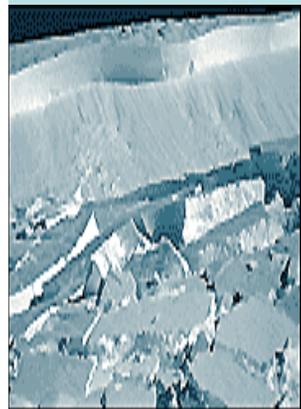
(\*\*\*) Surcharge indicative =

- forte : par exemple, skieurs groupés...

- 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.



# Le BRA

BRA du 6/01/07 sur l'Isère



## **ESTIMATION DES RISQUES JUSQU'A DIMANCHE SOIR :**

EN BELLEDONNE, GRANDES ROUSSES et OISANS :  
AU-DESSUS DE 2000 à 2200m : RISQUE MARQUE, NIVEAU 3.  
EN-DESSOUS DE 2000 à 2200m : RISQUE LIMITE, NIVEAU 2.  
EN CHARTREUSE et VERCORS : RISQUE LIMITE, NIVEAU 2.

## **APERCU METEO JUSQU'A DIMANCHE SOIR :**

Passage perturbé peu actif donnant 1 à 5 cm de neige au-dessus de 1700m dans la nuit de samedi à dimanche. Les nuages sont encore nombreux dimanche matin surtout sur Préalpes et Belledonne, mais les précipitations s'estompent. Retour d'éclaircies l'après-midi, plus belles du Dévoluy à l'Oisans.  
Isotherme 0°C : vers 1800m, Isotherme -10°C : 3800 m  
Vent général à 3000m : Nord-Ouest 30 à 40 km/h, tempo. Ouest Sud-Ouest 50 km/h dans la nuit.

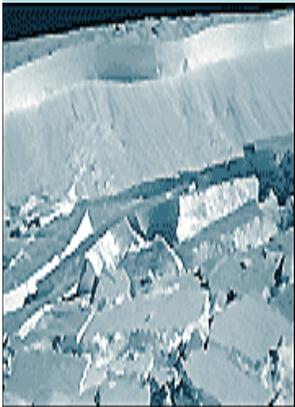
## **CONDITIONS D'ENNEIGEMENT :**

Vendredi matin on relevait 10 cm de fraîche au-dessus de 1600m, voire 20cm en Chartreuse.  
Malgré les perturbations du début de semaine l'enneigement reste faible pour la saison : 20 cm à 1500m, 30 à 50 cm à 2000m, 50cm à 1m vers 2500m.  
Les départs à skis sont possibles dès 1300m à 1500m suivant le terrain en versants Nord, 1500 à 1800m en versants Sud, mais en dessous de 2200m les cailloux ne sont jamais bien loin.  
Qualité de la neige de surface pour dimanche :  
Au-dessus de 1800 à 2000m environ , neige poudreuse dans les combes Nord ou peu ensoleillées, mais souvent cartonnée ou durcie par le vent à proximité des crêtes. Ailleurs : neige croûtée par regel recouverte d'un peu de neige fraîche, dans les secteurs qui ne sont pas trop exposés au vent d'Ouest.



# Le BRA

## BRA du 6/01/07 sur l'Isère



### STABILITE DU MANTEAU NEIGEUX :

#### DES PLAQUES FRAGILES SUBSISTENT EN ALTITUDE

Les faibles chutes de neige attendues et le peu de transport qui peut se faire sous les vents de secteur Ouest ne modifieront guère la stabilité du manteau neigeux.

Avec le rafraîchissement attendu en haute montagne le risque de départ spontané d'avalanches s'atténue, mais le risque de déclenchement accidentel reste marqué en altitude - au-dessus de 2000m à 2200m - . Il est dû aux nombreuses plaques qui se sont formées, sous l'effet des vents de nord à Nord-Ouest, après les chutes du début de semaine. Prudence surtout dans les pentes Nord ou peu ensoleillées où les sous-couches sont faites de neige sans cohésion qui fragilisent les plaques. Le risque de déclenchement par faible surcharge, passage d'un skieur isolé, subsiste donc localement et les ruptures de plaques peuvent mettre en mouvement de grosses accumulations.

En dessous de 2000m, les plaques fragiles sont beaucoup plus isolées, les sous-couches étant partiellement consolidées par regel. On se méfiera surtout des secteurs proches des crêtes notamment dans les pentes Nord à Est.

### TENDANCE ULTERIEURE DES RISQUES :

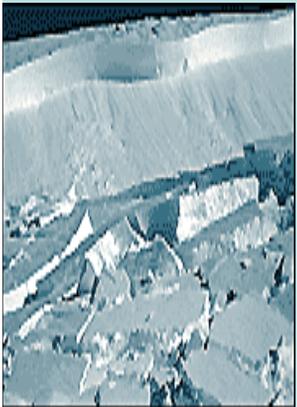
La faible activité de la perturbation attendue lundi, ne devrait pas modifier sensiblement le risque d'avalanche.

# Méthode de décision

- Il existe plusieurs méthodes d'aide à la décision
  - Méthode par statistique
    - Méthode de réduction du risque ou méthode 3×3 de Werner Munter
    - Règle à calcul du risque avalanche
  - Méthode par observation du terrain

La méthode par statistique est pratique pour préparer une course à la maison, et facile d'utilisation par un néophyte.

La méthode observation du terrain permet de vérifier le BRA et la méthode statistique.



# Méthode de décision

La méthode de réduction du risque de Werner Munter



- Méthode basée sur des statistiques

Potentiel de risque

Le risque résiduel est = 
$$\frac{\text{Potentiel de risque}}{1^{\text{er}} \text{ facteur de réduction} * 2^{\text{ième}} \text{ facteur de réduction} * 3^{\text{ième}} \dots}$$

Le risque résiduel doit être inférieur à 1 pour s'engager dans une pente avec un risque minime d'avalanche, au dessus du risque 1 le risque est maximum.

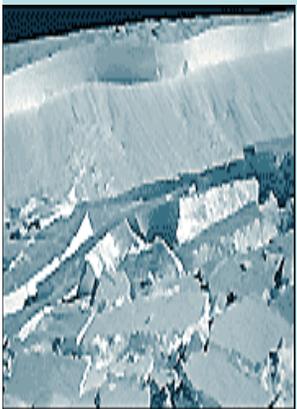
le potentiel risque est défini par rapport à l'indice d'avalanche donné dans le BRA selon le tableau ci-dessus :

Risque donnée par le BRA	Potentiel de risque correspondant
Faible = 1	2
Limité = 2	4
Marqué = 3	8
Fort = 4	16
Très fort = 5	32



# Méthode de décision

La méthode de réduction du risque de Werner Munter



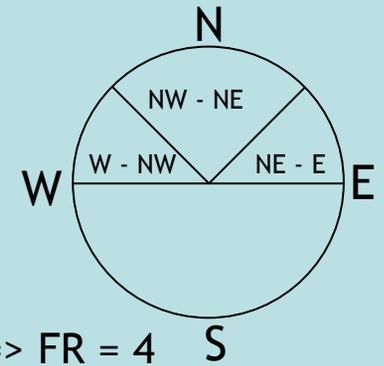
Les facteurs de réduction (FR) se définissent comme ci-dessous :

1<sup>ere</sup> priorité raideur de la pente à l'endroit où est elle est le plus raide

- Pente comprise entre  $30$  et  $34^\circ \Rightarrow FR = 4$
- Pente comprise entre  $35^\circ$  et  $39^\circ \Rightarrow FR = 2$

2<sup>eme</sup> priorité exposition de la pente

- Évite les pentes secteurs NW à NE  $\Rightarrow FR = 2$
- Évite les pentes secteur W à NW et NE à E  $\Rightarrow FR = 3$
- Évite les expositions à risque mentionnées dans le BRA  $\Rightarrow FR = 4$

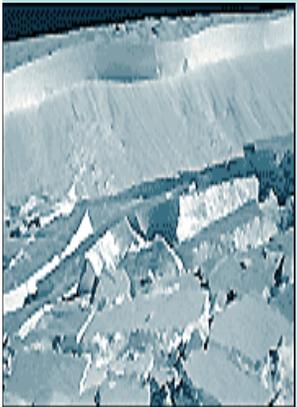


3<sup>eme</sup> priorité (fréquentation comportement)

- Pente régulièrement parcourue  $\Rightarrow FR = 2$
- Grand groupe avec distance de sécurité  $\Rightarrow FR = 2$
- Petit groupe de 2 à 4 personnes  $\Rightarrow FR = 2$
- Petit groupe avec distance de sécurité  $\Rightarrow FR = 4$

# Méthode de décision

La méthode de réduction du risque de Werner Munter



## Exemple de calcul :

Par risque marqué (3), 6 skieurs se suivent de près et s'engagent dans une pente vierge de 35° en versant Sud. Secteur mentionné comme potentiellement dangereux par le BRA.

- Risque 3 => Potentiel de risque 8
- Grand groupe sans distance de sécurité => FR = 1 (par défaut FR =1)
- Pente vierge => FR = 1 (par défaut FR =1)
- Pente à 35° => FR = 2
- Secteurs W à E évités => FR = 3

D'où un risque potentiel =  $8 / (1 * 1 * 2 * 3) = 1,3$  => risque d'avalanche important

Même exemple avec une pente à 34° (seulement 1° de moins par rapport à l'exemple précédent)

- Pente à 34° => FR = 4

Le risque potentiel = 0,7 => risque d'avalanche négligeable

**Conclusion :** Prendre cette méthode avec des pincettes.

# Méthode de décision

## Le nivotest

Le niveau test est une règle a calcul simple d'emplois.

Les paramètres pris en compte :



**NivoTest™**

Aide à l'estimation du risque avalanche sur un itinéraire en montagne  
Recommandé par Jean Troillet, guide, 1<sup>er</sup> snowboarder à l'Everset

SI OUI :

Pluie au cours des 2 derniers jours ?	+3
Chute de neige > 20 cm au cours des 3 derniers ?	+3
Transport de neige (vent) au cours des 5 derniers ?	+3
Température de l'air > 0°C ?	+1
Visibilité réduite (nuit, brouillard) ?	+3
Neige profonde (renforcement pignon: 20 à 40 cm) ?	+3
Neige très profonde (renforcement pignon: 40 cm et +) ?	+5
Neige mouillée ?	+2
Manteau neigeux irrégulier (épaisseur ou structure) ?	+1
Congères ou corniches ?	+5
Couche interne fragile ?	+3
Avalanche survenue au cours de la journée ?	+4
Avalanche survenue la veille ou l'avant-veille ?	+2
Fissures dans le manteau neigeux ?	+1
Itinéraire sans abri ?	+4
Itinéraire exposé (barras, crevasses, séracs) ?	+1
Itinéraire peu fréquenté ?	+1
Itinéraire comportant des pentes raides (30° et +) ?	+4
Itinéraire dominé par des pentes raides (30° et +) ?	+2
Pentes raides crevassées ?	+1
Participant de faible niveau technique ?	+1
Participant en mauvaise condition physique ?	+1
Participant non équipé de pelle, sonde et APVA ?	+1
Groupe de + de 5 personnes ou de - de 3 pers. ?	+1
Groupe non entraîné au secours ?	+1

**Résultat du test**

Inclure valide seulement si une réponse a été apportée à chaque question !

La situation est délicate. Il est préférable de renoncer provisoirement à l'itinéraire envisagé à moins d'être très expérimenté.

La situation est suspecte. Ne parcourez l'itinéraire que très prudemment. Évitez tout passage exposé et progressez un à un, d'abri en abri.

La situation semble sûre mais se méfier d'éventuelles instabilités ponctuelles et surveiller l'évolution des conditions. Rester vigilant !

**DANS TOUS LES CAS :** ne jamais s'engager dans une zone interdite ; ne pas partir seul ; consulter les bulletins météorologiques, les bulletins avalanches et les informations locales ; utiliser un matériel adapté, et vérifier son parfait état avant le départ ; indiquer son itinéraire à une personne de contact ; prendre le temps d'observer et d'analyser ; suivre les consignes du plus expérimenté ; ne pas progresser groupés ; éviter impérativement toute zone dominant des lieux fréquentés ; redoubler de prudence si l'on est retardé ; prévenir en cas de retard ; solliciter les professionnels ; gardiens de refuges, guides de montagne, patrouilles secouristes et moniteurs de ski.

**CONSIDERER QUE LE RISQUE ZERO N'EXISTE PAS !**

OCVS, METEORISK, SAUVETAGE

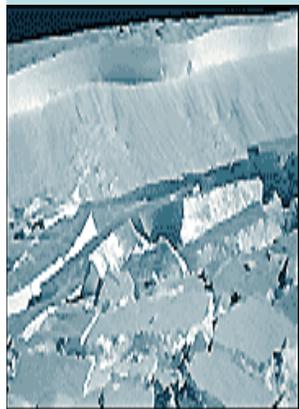
• La météo

• La neige

• Les avalanches

• L'itinéraire

• Les participants



# Méthode de décision

## Observation du terrain



Les méthodes précédentes sont pratiques pour préparer la sortie au chaud au coin du feu, mais il ne faut pas oublier la réalité du terrain.

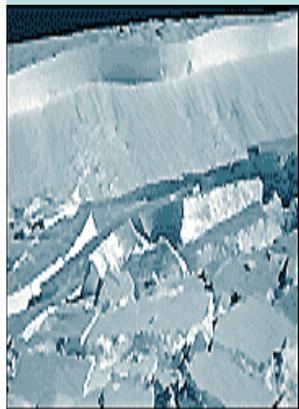
Le BRA, et méthode « statistique » ne donne que des indications loin du terrain. Il est indispensable de vérifier le résultats des différentes méthodes sur le terrain.

Avant de chausser les skis dans la voiture, observer :

- les crêtes, si elles fument, transport de la neige par le vent donc risque accru de plaque à vent,
- les versants d'où sont parties d'éventuelles avalanches,
- le type d'avalanche.

Une fois sur les skis ce poser les questions suivantes :

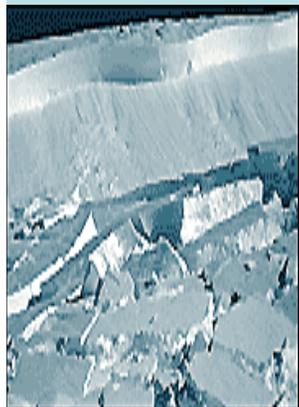
- Cette pente est-elle propice aux avalanches ?
- La neige est-elle stable ?
- Le temps qu'il fait peut-il aggraver les choses ?



# Méthode de décision

## Observation du terrain

Cette pente est-elle propice aux avalanches ?



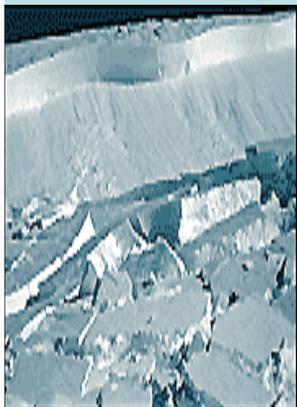
Critères	Dangers potentiels	Remarques
A. d'inclinaison	Dés que la pente dépasse 30°	Il peut avoir risque en terrain plat dominé par des pentes raides ou, à fortiori par des couloirs d'avalanche.
B. d'exposition au vent	Pentes sous le vent (pas seulement aux abords des crêtes)	Effet d'accumulation, formation de corniche, risque de plaque.
C. d'orientation	Pentes bien exposées au soleil et n'ayant pas été encore purgées (belles journées de printemps, températures douces, heure tardive)  Pentes ombragés	Risque d'avalanche de neige humide  Tassement ralenti de la neige récente, risque de formation de gobelets, persistance possible de vieilles plaques

# Méthode de décision

## Observation du terrain



Cette pente est-elle propice aux avalanches ?



Critères	Dangers potentiels	Remarques
D. de type de pente	Grandes pentes sans ancrage naturel apparent	Risque d'avalanche de grande ampleur
	Pentes de forme convexe ou rupture de pente	Zone de contraintes accrues dans le manteau neigeux. Médiocre résistance par surcharge
	Pente entrecoupée de barres rocheuses	Risque accru de traumatisme en cas d'avalanche
	Nature du sol sous-jacent : Éboulis fin, schiste, ardoise, pré non pâturé	Mauvais ancrage inférieur
	Forêt clairsemée	Ancrage presque nul. Risque de choc en cas d'avalanche
	Ravin, goulet, couloir, « entonnoir »	Risque d'ensevelissement sous une couche très importante par effet d'accumulation

# Méthode de décision

## Observation du terrain



La neige est-elle stable ou peut-elle se mettre en mouvement à mon passage ?

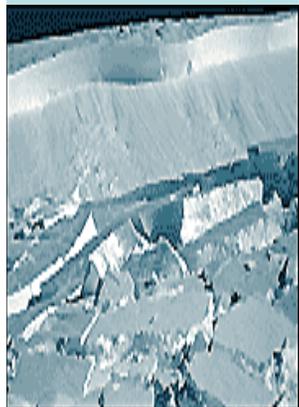
Critères	Dangers potentiels	Remarques
A. d'épaisseur de neige	Épaisseur importante de neige fraîche non tassée (> 30 cm)	Risque de déclenchement par perte de la cohésion de feutrage
	Épaisseur de neige fraîche irrégulièrement répartie (effet de vent)	Risque de plaque friable ou dure
	Manteau neigeux peu épais, mais avec des sous couches constituées de gobelets	Facteur aggravant en cas de plaque
B. de consistance de la neige et de structure	Neige peu homogène dans les couches supérieures ou d'abord dure puis s'effondrant sous le bâton.	Présomption de plaque
	Neige très humide, gorgée d'eau sur une épaisseur importante	Risque d'avalanche de fonte
	Neige fraîche (20 à 30 cm au moins) reposant sur une surface dure	Plan de glissement idéal

# Méthode de décision

## Observation du terrain



La neige est-elle stable ou peut elle se mettre en mouvement à mon passage ?



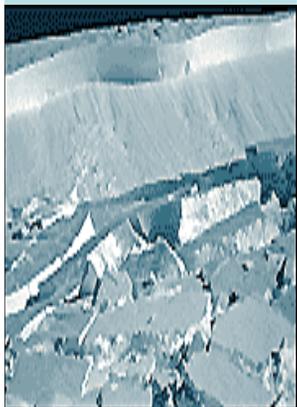
Critères	Dangers potentiels	Remarques
C. Liés à la façon dont la neige récente est tombée ou au temps qu'il a fait depuis la dernière chute	Vent modéré à fort pendant la chute ou juste après (formation de plaque)	Repérage de ses effets : corniche autour des rochers et des arbres, aspect lisse et mat de la surface de la neige, fissures provoquées par les skis (dans ce dernier cas le danger est plus est plus qu'imminent).
	Température très douce pendant ou après les chutes	Risque d'avalanche de fonte suivant l'orientation de la pente.
	Température très froide (risque de formation de gobelet)	Le danger n'est pas immédiat. Il apparaîtra surtout lors de nouvelles chutes de neige.
D. Liés à l'observation de l'activité avalancheuse	Intensité de la chute (>3 à 5 cm/h)	Risque de formation de plaques friables
	Présence de cassures de plaques récentes sur des pentes similaires à celle que l'on veut emprunter	Il vaut mieux changer d'itinéraire
	Pente encore vierge avec présence de coulées de fonte importantes sur les pentes voisines de même exposition	Un temps chaud, une heure tardive au printemps sont autant de facteurs aggravants.

# Méthode de décision

## Observation du terrain



Le temps qu'il fait peut-il jouer un rôle aggravant ?



Critères	Dangers potentiels	Remarques
A. précipitations	Pluie	Humidification et lente déstabilisation du manteau neigeux (mais effet positif ultérieur si un refroidissement marqué succède aux précipitations)
	Neige continuant à tomber avec une forte intensité	Augmentation des contraintes
B. température	En forte hausse	Augmentation des risques dans les versants raides et bien ensoleillés
C. vent	Vent fort	Une plaque peut se former en moins d'une heure avec un vent de 60 km/h et une neige légère, et rendre dangereuse une zone récemment purgée
D. nébulosité	Brouillard	Impossibilité d'observer le terrain

# Méthode de décision

## Observation du terrain



### Méthode simple de l'étude du manteau neigeux

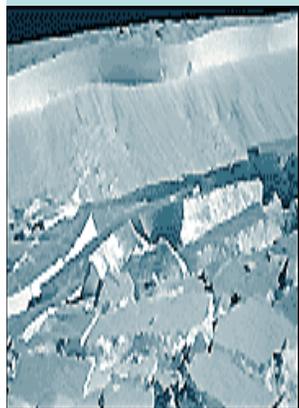
Il existe plusieurs méthodes plus ou moins simples d'étudier le manteau neigeux.

- Test du bâton de ski ou sonde (la plus simple à mettre en œuvre)
- Test de la pelle
- Test du coin glissant

La limite de ces tests est la non représentativité sur l'ensemble de la pente. Il n'est pas possible d'extrapoler l'analyse du manteau neigeux à toute la pente ou une pente identique (altitude et orientation)

- Le test de la pelle et du coin glissant sont lourds à mettre en œuvre et inadaptés dans notre loisir.

**Skier ou creuser il faut choisir**



# Méthode de décision

## Observation du terrain

- Test de le pelle



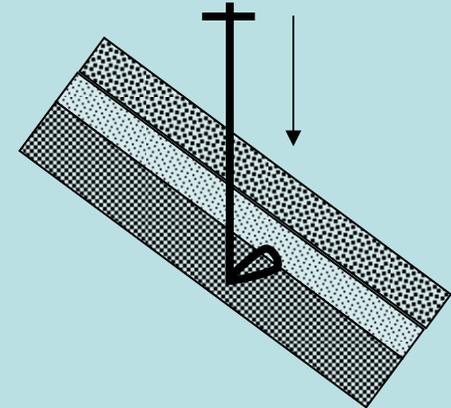
- Test du coin glissant



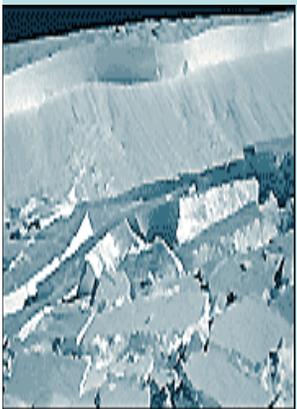
# Méthode de décision

## Observation du terrain

- Test du bâton
  - Test rapide à réaliser
  - Matériel mis en œuvre « le bâton de ski »

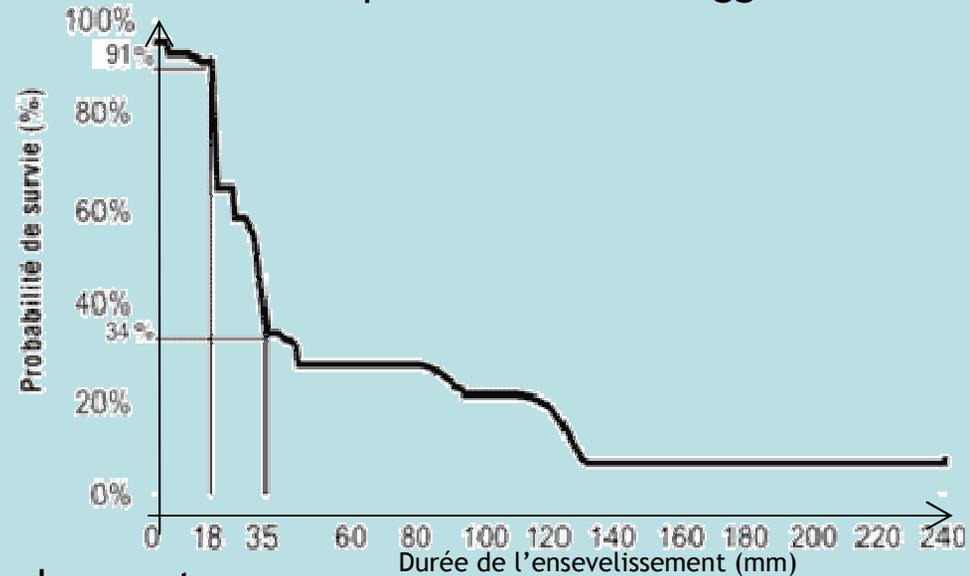


- Permet de connaître :
  - les cohésions relatives des strates traversées
  - l'épaisseur des strates traversées
- Ne permet pas de :
  - détecter les strates fines
  - détecter les faibles variations de dureté
  - connaître les informations sur la qualité de la liaison entre strates

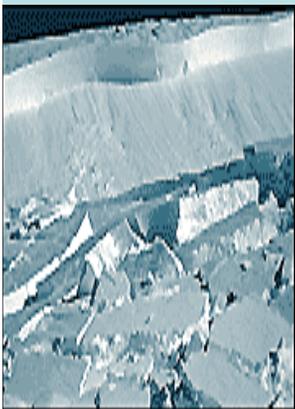


# Les moyens de secours

- Chances de survie pour les victimes d'avalanche
  - Courbe de survie réalisé par le Docteur Brugger



- La courbe montre :
  - des chances de survie supérieures à 90% si l'ensevelissement < 18 min
  - une diminution importante des chances de survie entre 18 et 35 min (de 90% à 34%)
  - une relative stabilisation jusqu'à 120 min (entre 34% et 20%)
  - une nouvelle et très rapide diminution après 130 min d'ensevelissement à 7%, suivie d'une deuxième stabilisation à cette valeur



# Les moyens de secours

- Chances de survie pour les victimes d'avalanche

La courbe de survie du Docteur Brugger montre que le dégagement des victimes doit être rapide ( 15 min max)

Ce qui implique que le groupe doit être autonome pour assurer le sauvetage.

Chaque skieur doit avoir sur lui le triptyque suivant :

- ARVA



- Sonde



- Pelle



# Les moyens de secours

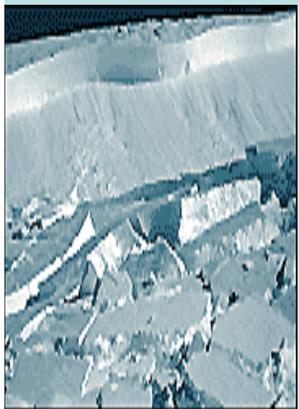
- Pourquoi tout ce matériel ?

	0 à 5 min	5 à 15 min	15 à 30 min	30 min à 1 h	1 heure et plus
ARVA + pelle + sonde	Localisation + profondeur	Dégagement à la pelle + victime à l'air libre			
ARVA + pelle	Localisation	Victime à l'air libre si sous moins de 1 mètre de neige	Victime à l'air libre si sous plus de 1 mètre de neige		
ARVA + sonde	Localisation + profondeur		Victime à l'air libre si sous moins de 1 mètre de neige	Victime à l'air libre si sous plus de 1 mètre de neige	
ARVA	Localisation			Victime à l'air libre si sous moins de 1 mètre de neige	Victime à l'air libre si sous plus de 1 mètre de neige
Sans ARVA					Moyens lourds des secouristes
Chances de survie	94 %	90 %	34 %	2 0%	7%

# Les moyens de secours

Pour que la recherche soit efficace il est :

- Nécessaire de connaître son matériel
- Faire des exercices régulièrement



# Les moyens de secours

En complément de l'ARVA, Pelle et sonde il existe d'autres matériels :

- **AVALUNG** permet de respirer sous la neige, l'air expiré est rejeté dans le dos tandis que l'air inspiré est puisé devant. Le but est de retarder l'asphyxie.

Air inspiré

Air expiré



# Les moyens de secours

## • AVALANCHE BALL

L'Avalanche Ball relie la victime, grâce à une cordelette, à un ballon qui est censé rester à la surface de l'avalanche au moment où celle-ci s'arrête. En suivant la cordelette, on arrive à la victime. Comme l'ARVA il nécessite une sonde et une pelle en complément.

Avalanche Ball

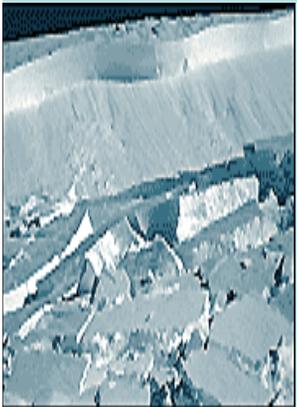
Ballon déplié



# Les moyens de secours

- Ballon ABS

Le ballon ABS solidaire d'un sac à dos, a pour objectif, une fois gonflé, de maintenir la victime en surface de l'avalanche.



# Les moyens de secours



Ces moyens complémentaires fonctionnent par activation manuelle de la victime :

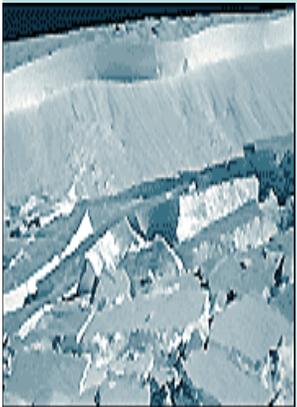
- Mettre en bouche l'embout de l'avalung
- Tirer sur la poignée de l'avalanche ball ou du ballon ABS



Ces appareils doivent être utilisés en complément de l'ARVA, pelle et sonde.

Pour conclure :

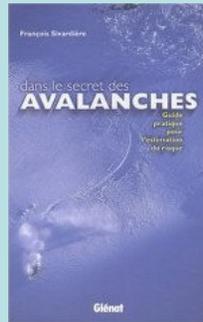
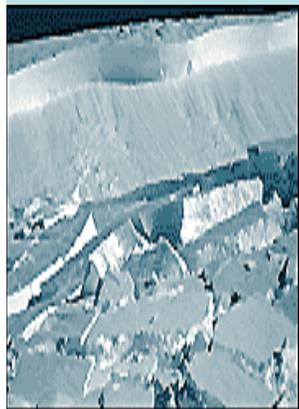
**Le seul port de l'ARVA accompagné d'une pelle et une sonde ne vous empêchera pas d'avoir un accident d'avalanche. L'avalanche n'est pas au courant que vous possédez ce matériel, autant éviter les situations dangereuses quitte à rester sous la couette en cas de doute !**



# Pour en savoir plus



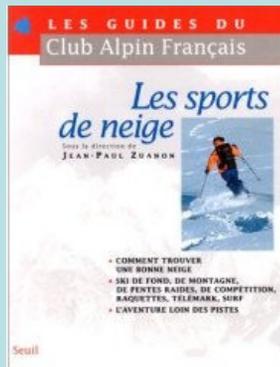
Association Nationale pour l'Étude de la Neige et des Avalanches  
<http://www.anena.org>



Dans le secret des avalanches  
Édition Glénat  
François Sivardière



3x3 Avalanches  
Édition Club Alpin Suisse  
Werner Munter



Les sports de neige  
Édition Seuil  
Jean Paul Zuanon

