

FORMATION NEIGE AVALANCHE

-

Phase I: NIVOLOGIE & DVA

De la théorie ... à compléter par beaucoup de pratique!

FORMATION NIVOLOGIE & DVA

INTRODUCTION

NIVOLOGIE

LA FORMATION DE LA NEIGE

LES MÉTAMORPHOSES DE LA NEIGE

ANALYSE DU MANTEAU

LES TYPES D'AVALANCHES

LES AVALANCHES DE PLAQUE

OUTILS DE RECHERCHE DE VICTIMES D'AVALANCHE

15 MIN POUR AGIR

TRIPTYQUE : DVA, SONDE, PELLE

FONCTIONNEMENT DU DVA

PHASES DE RECHERCHE

INTRODUCTION

VIDEOS: 3 SKIEURS PRO DOMAINE DES 3 VALLÉES

BILAN (SOURCE ANENA)

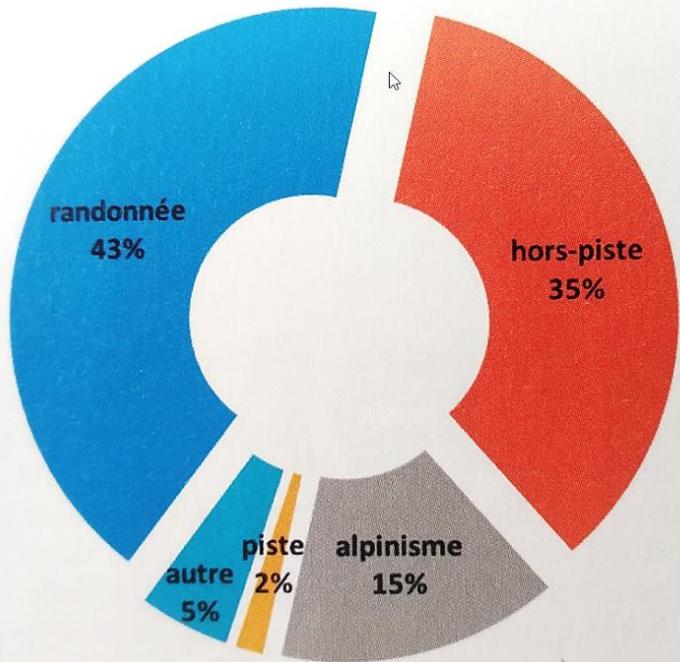


Bilan 2019

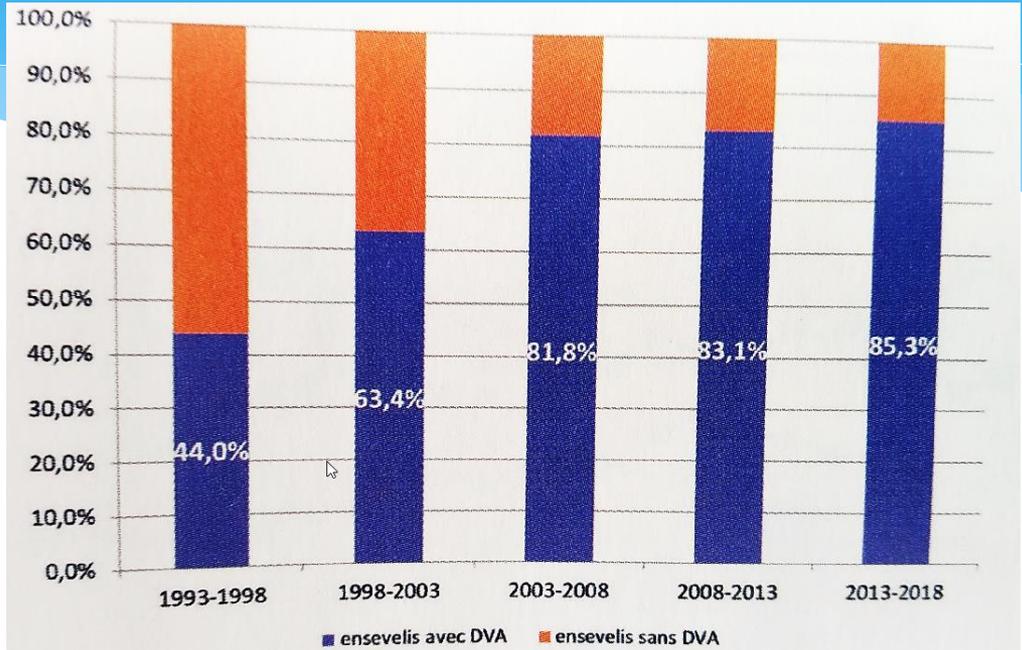
FAITS REELS

- Gavarnie: 1 personne ensevelie avec DVA sans piles
- Montgenèvre: 1 personne ensevelie portant un DVA éteint
- St Christophe Oisans: 1 personne ensevelie sans DVA

Bilan (Source ANENA)



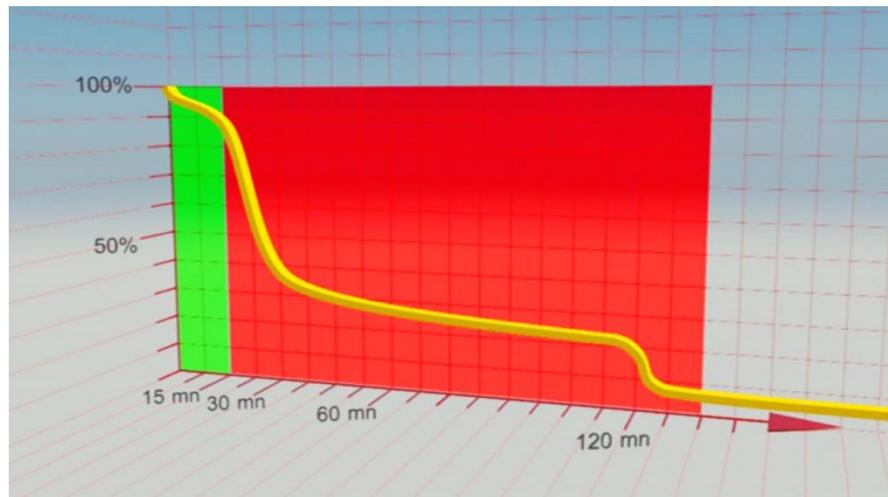
Distribution des décès par avalanche selon l'activité - France - 1980-2018.



Évolution de la proportion moyenne (périodes de 5 ans) de victimes ensevelies équipées ou non équipées d'un DVA, en randonnée - France - 1993-2018.

Connaissance du risque

- * 30 personnes décèdent chaque année en France
- * Probabilité de décès est de 15% dès lors qu'une victime est ensevelie
- * Chance de survie de 95% dans le 1/4H puis de 35% au bout de 40mn



Avalanches ?

- * Qu'est ce qu'une AVALANCHE ?
 - * masse de matériau qui se détache d'une hauteur et se précipite vers le bas
- * D'où vient le mot AVALANCHE ?
 - * croisement de aval et de lavanche, lavange (« coulée de neige ») du savoyard franco-provençal « lavençhe »
 - * terme pyrénéen: lit, lis, litz, lita...

Que faire ?

- * Apprendre et connaître l'environnement montagne
- * Se former pour apprendre
- * Se renseigner avant de partir
- * Partir avec le matériel adéquat (DVA, Pelle, Sonde) : ~~détecteur d'avalanches~~
- * Savoir utiliser ce matériel en s'entraînant régulièrement
- * Connaître les facteurs intervenant dans la détermination des conditions avalancheuses
- * Observer la montagne et éviter les zones à risque
- * Prendre les bonnes décisions
- * Respecter les règles préconisées par le leader
- * Savoir renoncer
- * Maitriser sa conduite en descente
- * Savoir réagir en cas d'accident

FORMATION NIVOLOGIE & DVA

INTRODUCTION

NIVOLOGIE

LA FORMATION DE LA NEIGE

LES MÉTAMORPHOSES DE LA NEIGE

ANALYSE DU MANTEAU

LES TYPES D'AVALANCHES

LES AVALANCHES DE PLAQUE

OUTILS DE RECHERCHE DE VICTIMES D'AVALANCHE

15 MIN POUR AGIR

TRIPTYQUE : DVA, SONDE, PELLE

FONCTIONNEMENT DU DVA

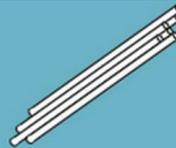
PHASES DE RECHERCHE

Formation de la Neige Fraîche

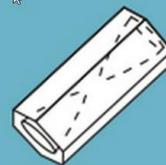
- * Dans les nuages formation à partir de vapeur d'eau à température fortement négative et présence de particules dans l'air
 - Le cristal de neige n'est pas une goutte de pluie gelée, mais de la vapeur d'eau qui passe directement à l'état de glace. C'est ce qu'on appelle la condensation solide.
 - Condensation en glace sur des impuretés (poussières) appelées noyaux de congélation
 - Grossissement par apport de vapeur d'eau, tout en respectant une symétrie hexagonale
 - En fonction de la température de l'air du nuage, cette croissance se fait selon des axes différents (étoile, plaquette, aiguille, colonne, dendrite)
 - Lorsqu'ils sont trop lourd, les cristaux tombent et s'enchevêtrent entre eux.



Plaquettes
de 0° à -4°



Aiguilles
de -4° à -6°



Colonnes creuses
de -6° à -10°



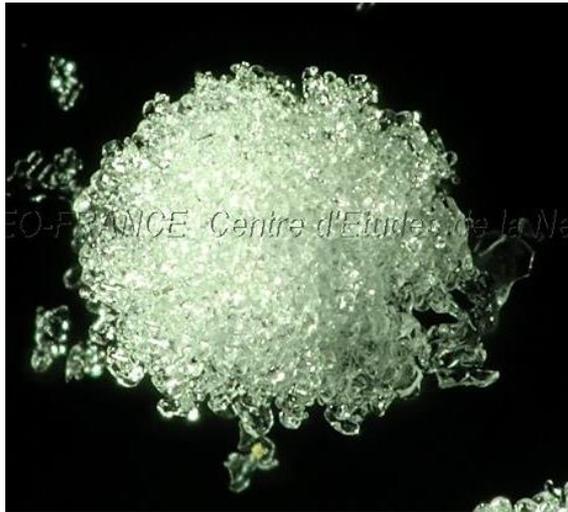
Étoiles
de -10° à -12°



Dendrites
de -12° à -16°

Formation de la Neige Fraîche

- * Dans nuages à forte instabilité formation de neige roulée rappelant les fleurs de Mimosa.
- * Au sol formation de givre de surface par condensation solide sur la surface neigeuse ou le sol.



Les Cristaux de Neige Fraîche



- Quand il neige par température négative et sans vent
 - * Directement issus des nuages
 - * Structure de base hexagonale, 6 branches, 1 à 5mm
 - * Plusieurs formes : étoile, plaquette, aiguille ou colonne
-
- * **Neige poudreuse avec beaucoup d'air**
 - * **Masse volumique 50 à 150 kg/m³**
 - * **Forte isolation thermique**
 - * **Fort pouvoir réfléchissant (albedo)**

=> **Cohésion de Feutrage**

ALBEDO : Rapport, généralement exprimé en %, de l'énergie réfléchiée par une surface à celle du rayonnement solaire qu'elle reçoit.



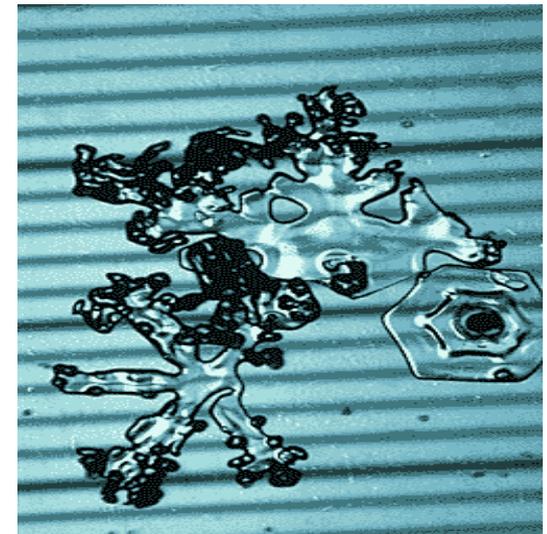
Les Particules reconnaissables



- * Evolution à partir des flocons de neige fraîche
- * Etoile de neige dont deux ou trois branches seront cassées
- * Leur forme est reconnaissable, 1 à 5mm

- * Neige très poudreuse
- * Masse volumique 100 à 200 kg/m³
- * Fort pouvoir d'isolation thermique
- * Fort albedo

=> Cohésion de Feutrage



Les Grains Fins

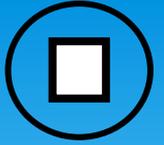


- * Petites particules sphériques, moins de 0.5mm
- * Nombreux points de contact (ponts de glace) qui soudent les grains fins à leurs voisins
- * Neige des corniches et congères
- * Masse volumique 200 à 400 kg/m³
- * Thermiquement moins isolante

=> Cohésion de Frittage



Les Grains à face plane



- * Grains anguleux, 1mm
- * Absence de liaison avec les grains voisins
- * **Coulent entre les doigts, comme du sucre en poudre**
- * **Masse volumique 250 à 350 kg/m³**
- * **Albedo faible**

=> Cohésion très faible, nulle



Les Gobelets



- * Grains anguleux
- * Pyramides striées et creuses

- * **Absence de liaison**
- * **Masse volumique 250 à 350 kg/m³**
- * **Albedo faible**
- * **Facilitent le glissement des couches de neige supérieures**

=> **Absence de cohésion**



Les Grains Ronds

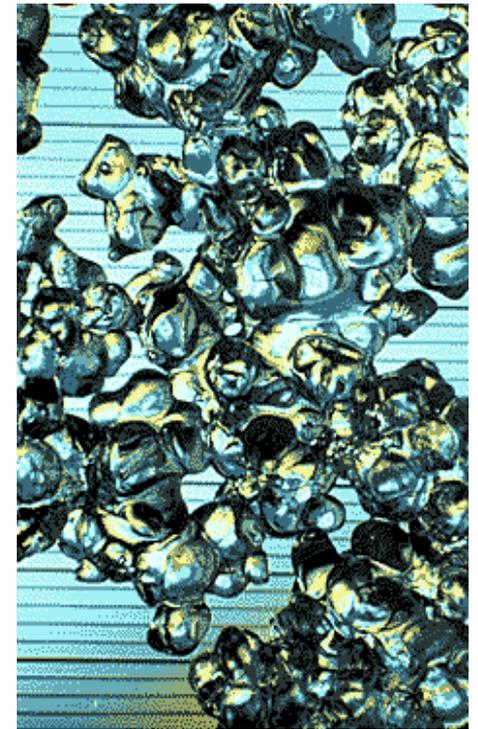


- * Eau liquide entre les grains
- * Grains bien arrondis
- * Masse volumique élevée 400 kg/m³
- * Absorbent une part importante de l'énergie solaire et se réchauffent donc vite
- * Présence d'eau liquide entre les grains

=> Cohésion Capillaire

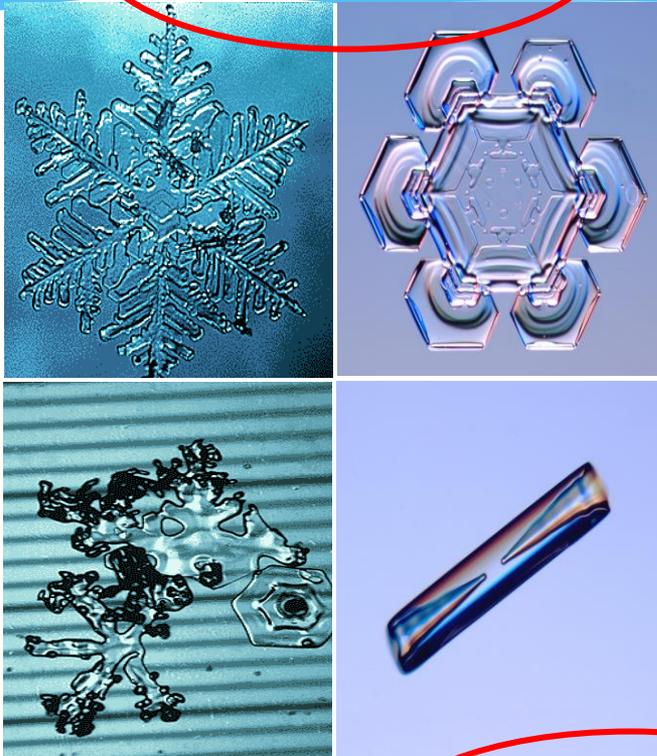
Soupe

Regel
(crouste)

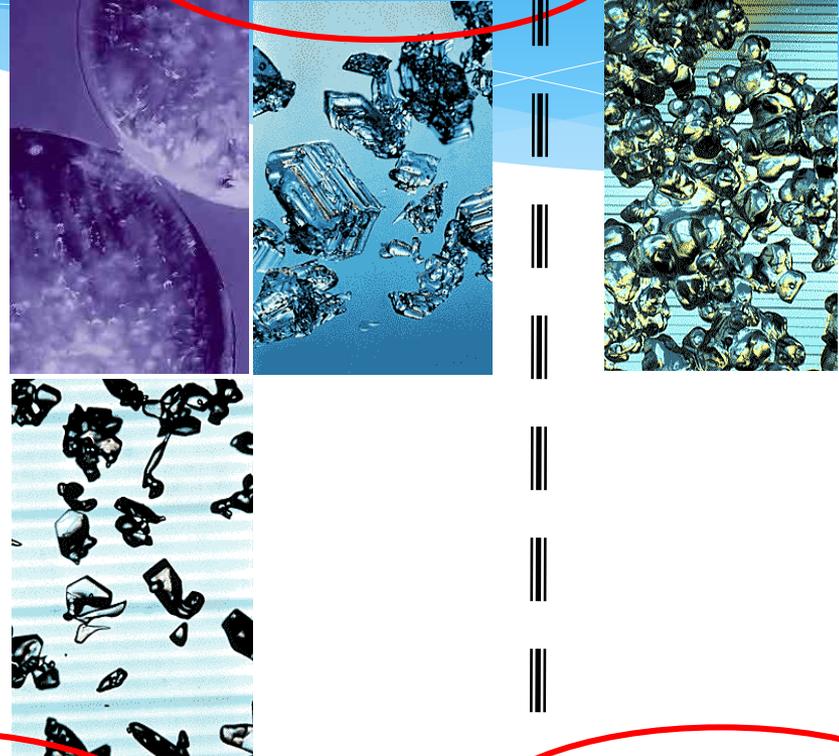


Synthèse : la Neige

Cristaux



Grains



Neige sèche

Neige humide

FORMATION NIVOLOGIE & DVA

INTRODUCTION

NIVOLOGIE

LA FORMATION DE LA NEIGE

LES MÉTAMORPHOSES DE LA NEIGE

ANALYSE DU MANTEAU

LES TYPES D'AVALANCHES

LES AVALANCHES DE PLAQUE

OUTILS DE RECHERCHE DE VICTIMES D'AVALANCHE

15 MIN POUR AGIR

TRIPTYQUE : DVA, SONDE, PELLE

FONCTIONNEMENT DU DVA

PHASES DE RECHERCHE

Les métamorphoses de la neige

Ces pictogrammes représentent typiquement 5 situations
avalancheuses



Vent

Plaques de fond

Sous Couches

Neige fraîche

Neige humide

Qu'est ce qui génère ces situations de métamorphose de la neige ?

Les métamorphoses de la neige

- * **La métamorphose de la neige est induite par des facteurs mécaniques et thermodynamiques :**
- * **Facteurs mécaniques**
 - * Le vent
 - * Le soleil ou un redoux marqué
 - * La pluie
 - * La neige fraîche
- * **Facteurs thermodynamiques**
 - * Le Gradient de Température dans la couche de neige (GT)
 - * La teneur en eau liquide (TEL)

Les métamorphoses de la neige

Transformation mécanique

* Le Vent :

- * Effets majeurs et dès la formation
- * Brise les cristaux et fait passer les grains de reconnaissables à grains fins. Il densifie la neige ainsi modifiée (soit avant que les grains touchent par terre soit après)
- * Crée des accumulations et des indices de surface: congères, corniches (transport de neige déjà au sol) et des **plaques à vents** dures ou friables
- * Vent chaud : Dans les Pyrénées, le foehn (vent de Sud) transforme rapidement la neige et/ou transporte des poussières de sable pouvant créer un plan de glissement.

Les métamorphoses de la neige

Transformation mécanique

* **Le Soleil :**

- * La neige fraîche réfléchit deux fois plus le soleil qu'une vieille neige. La neige emmagasinerait d'autant plus la chaleur qu'elle sera déjà transformée. Ce qui a son tour accélérerait sa transformation.
- * Plus le soleil est haut, plus il chauffe !
- * Donc en hiver suite à une chute de neige fraîche, la transformation sera lente (soleil bas et neige fraîche), alors qu'au printemps (soleil haut et neige vieille) elle sera plus rapide.
- * Redoux marqué: cycles de fonte en journée / mauvais regel la nuit humidifiant les couches de neige en profondeur.

* **La Pluie :**

- * Contribue à la transformation de la neige mais pas vraiment à sa fonte
- * Stabilise par tassement
- * Amorce la métamorphose de fonte.

Les métamorphoses de la neige

Transformation mécanique

- * **La neige fraîche :**

- * Les chutes de neige affectent le risque d'avalanche en fonction des conditions rencontrées pendant la période de chute:

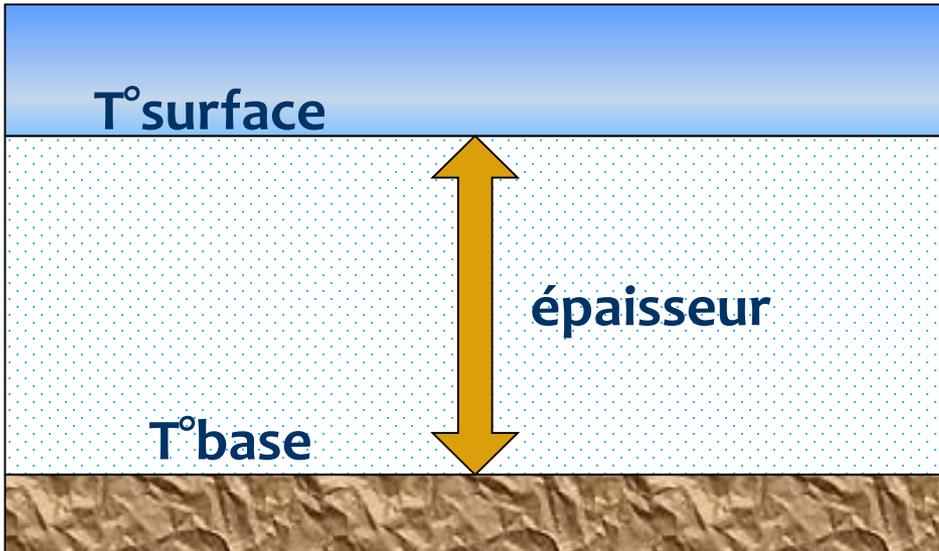


- * Favorable = absence de vent, pas de pluie, Temp $< 0^{\circ}\text{C}$, bonne cohésion
- * Défavorable = vente fort, Temp basses, écart de dureté du manteau, faible cohésion

Les métamorphoses de la neige

Transformation Thermodynamique

- La métamorphose de la neige est induite par le Gradient de Température (GT) dans la couche de neige.



$$GT = \frac{(T^{\circ}b - T^{\circ}s)}{\text{épaisseur}}$$

GT en °C/m

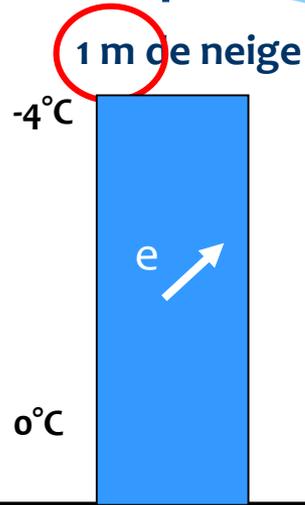
Suivant les conditions du moment, " ΔT " et "é" évoluent.

Les métamorphoses de la neige

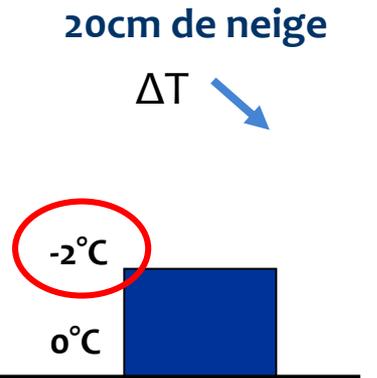
Transformation Thermodynamique

La métamorphose de FAIBLE GRADIENT :

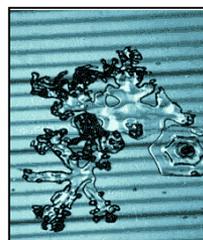
Epaisseur importante



Température de surface chaude



Neige fraîche



Particules reconnaissables



Grains fins



Prise de Cohésion

Les métamorphoses de la neige

Transformation Thermodynamique

La métamorphose de FORT GRADIENT :

Epaisseur faible

Température de surface froide

20cm de neige

20cm de neige

-4°C

-20°C

0°C

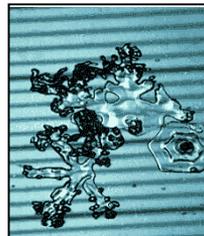
0°C

GT = 20°C/m

GT = 100°C/m



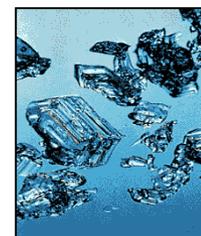
Neige fraîche



Particules reconnaissables



Faces planes

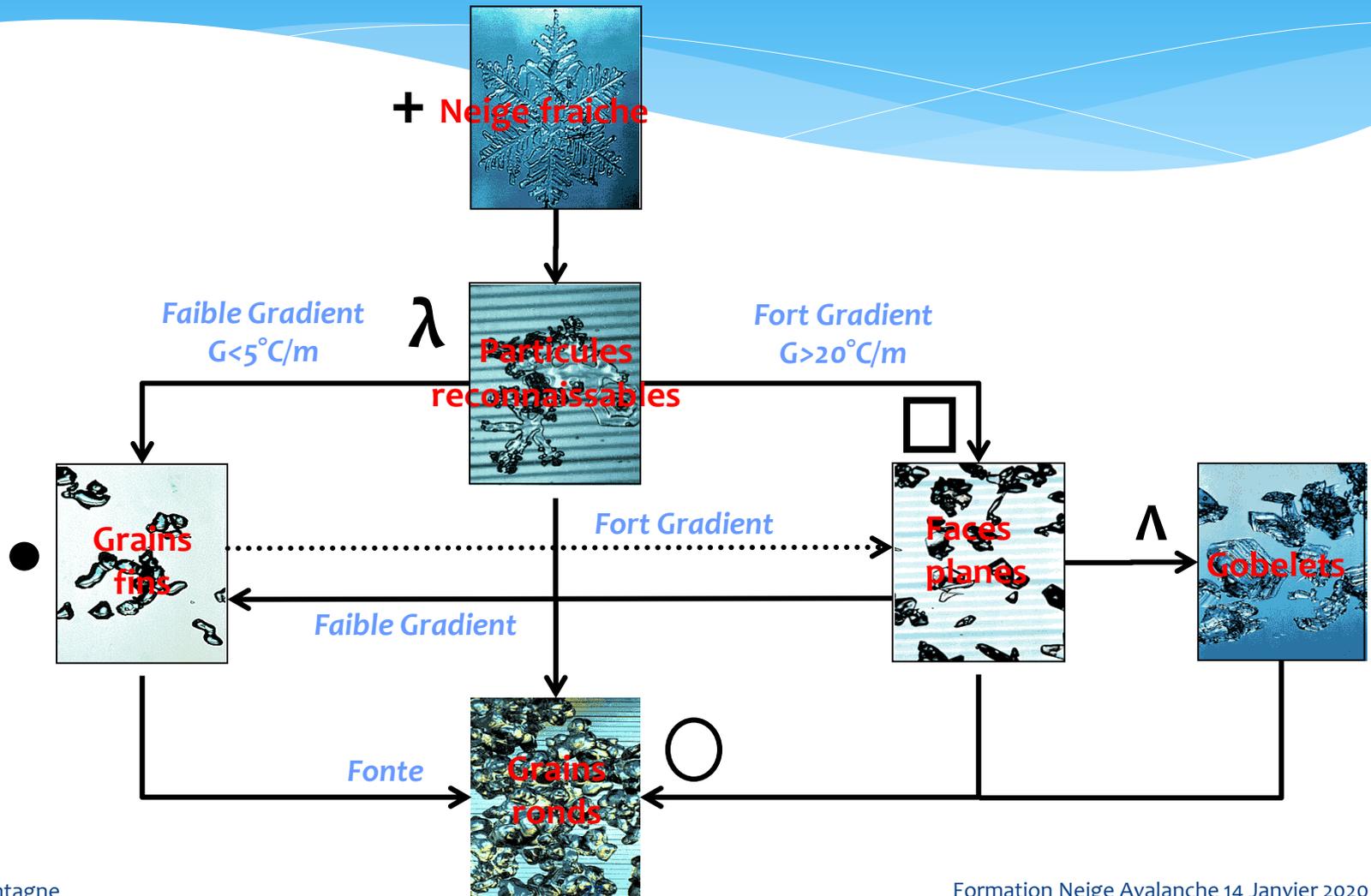


Gobelets

Perte de Cohésion

Les métamorphoses de la neige

Transformation Thermodynamique



Les métamorphoses de la neige

* Conséquences du FAIBLE GRADIENT :

- * Ces couches sont en général solides et compactes.
- * Leur adhérence aux couches inférieures et supérieures peut poser problème
- * lorsque ces couches sont en neige friable et sans cohésion.

* Conséquences du FORT GRADIENT :

- * Ces évolutions sont lentes = **couches fragiles persistantes**
- * En surface : cette neige forme une bonne poudre. Neige légère, perméable à l'air.
- * Temps froid et faible épaisseur (versant nord, nuit froides, début de saison).
En sous-couche cette métamorphose crée un risque de zone fragile et propice à la rupture. Cette neige n'évolue presque pas durant la saison.
- * Identifiable en s'intéressant à l'historique du manteau.
- * Sur le terrain, les « whoumfs »

Les métamorphoses de la neige

- * **La Teneur en Eau Liquide TEL :**
 - * Métamorphose de neige humide.
 - * Plaques de fond.
 - * Facilement visible car touche une route, une piste de ski
 - * Passage des deux états précédents vers des gros grains. La neige fond et regèle à l'intérieur de la couche. Les grains grossissent. La neige s'humidifie (conditions printanières) → **SOUPE**
 - * Le cycle de gel/dégel consolide momentanément cette couche → **CROUTE**

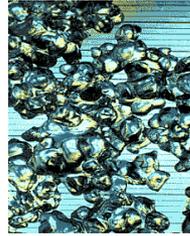
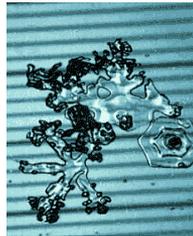
Synthèse : le manteau neigeux

Couches "sans cohésion"



Faces planes, Gobelets
Givre de Surface
Grésil

Couches "à faible cohésion"



Neige fraîche
Particules reconnaissables
Grains ronds

Couches "avec cohésion"



Grains fins

Synthèse : le manteau neigeux

Cohésion de **FEUTRAGE**

c'est l'enchevêtrement des cristaux de neige
permet à la neige fraîche de tenir sur des pentes raides

Cohésion de **FRITTAGE**

due aux ponts de glace entre les grains
explique pourquoi les corniches tiennent en surplomb
bonne cohésion pour les Grains Fins seulement

Cohésion par **CAPILLARITE**

concerne la neige humide
concentration d'eau liquide aux points de contact qui relie les grains
en phase de regel, les grains se soudent : c'est la croûte de regel

FORMATION NIVOLOGIE & DVA

INTRODUCTION

NIVOLOGIE

LA FORMATION DE LA NEIGE

LES MÉTAMORPHOSES DE LA NEIGE

ANALYSE DU MANTEAU

LES TYPES D'AVALANCHES

LES AVALANCHES DE PLAQUE

OUTILS DE RECHERCHE DE VICTIMES D'AVALANCHE

15 MIN POUR AGIR

TRIPTYQUE : DVA, SONDE, PELLE

FONCTIONNEMENT DU DVA

PHASES DE RECHERCHE

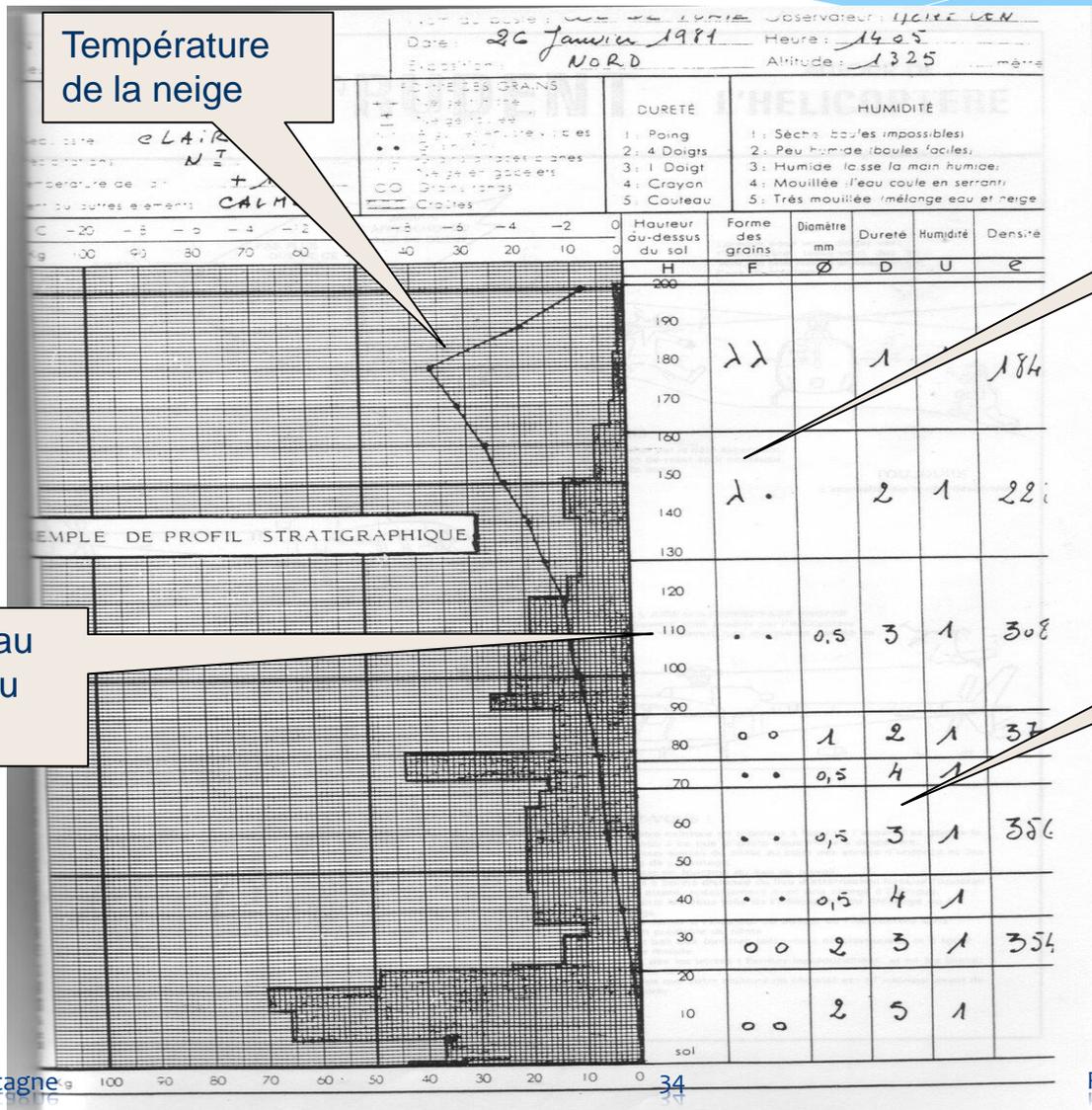
Analyse du manteau neigeux



Sondages – battages réalisés en stations, tous les jours par des pisteurs secouristes et compilés dans le BRA par Météo-France

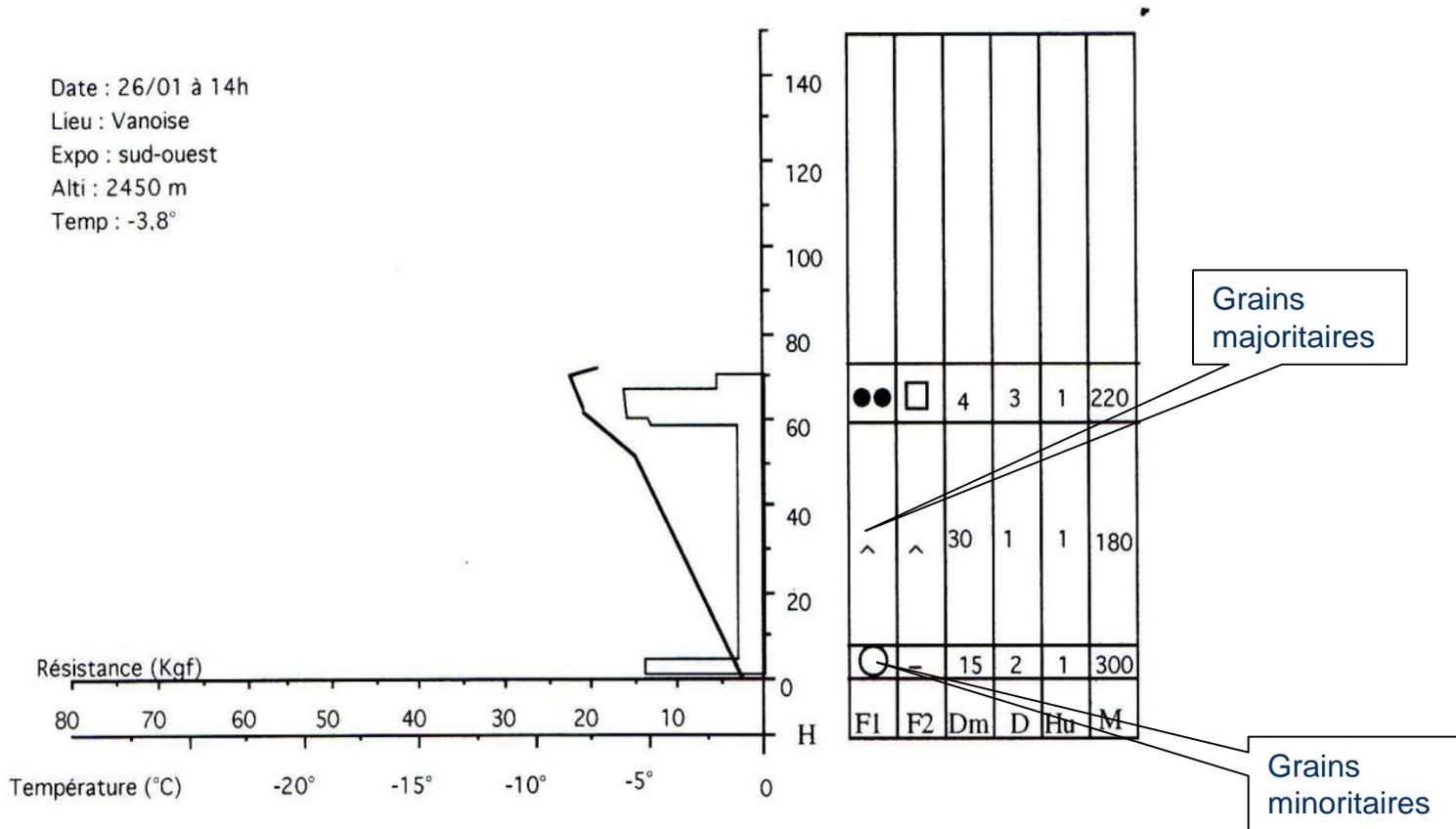


Analyse du manteau neigeux



Analyse du manteau neigeux

Date : 26/01 à 14h
 Lieu : Vanoise
 Expo : sud-ouest
 Alti : 2450 m
 Temp : -3,8°



Couche de grains fins sur une couche épaisse de gobelets → RISQUE

FORMATION NIVOLOGIE & DVA

INTRODUCTION

NIVOLOGIE

LA FORMATION DE LA NEIGE

LES MÉTAMORPHOSES DE LA NEIGE

ANALYSE DU MANTEAU

LES TYPES D'AVALANCHES

LES AVALANCHES DE PLAQUE

OUTILS DE RECHERCHE DE VICTIMES D'AVALANCHE

15 MIN POUR AGIR

TRIPTYQUE : DVA, SONDE, PELLE

FONCTIONNEMENT DU DVA

PHASES DE RECHERCHE

Les types d'avalanches

* **Avalanches:**

- *Poudreuse*
- *Plaque*
- *Fonte*
- **Départ ponctuel => Poudreuse, Fonte**
- **Départ linéaire => Plaque**

* **Causes de déclenchement:**

- Spontanée / naturelle => non humaine
- Provoquée / volontaire => humaine
- Accidentelle / involontaire => préventive

Les types d'avalanches

Départ ponctuel (forme de poire – neige sans cohésion)

Exemple d'avalanche de neige sèche



- En général départ naturel ou volontaire
- Nuage
- Grande vitesse (peut remonter la pente opposée)
- Dégâts par Onde choc

Exemple d'avalanche de neige humide



- Départ naturel ou accidentel
- Lent
- Puissante
- Érosion forte (arbres et rochers)

Les types d'avalanches



Les types d'avalanches

Départ linéaire (cassure => Avalanche de PLAQUE)

Exemple d'avalanche de plaque friable



Exemple d'avalanche de plaque dure



Pour les avalanches de plaques le départ peut être naturel, accidentel ou volontaire

Les types d'avalanches



Les types d'avalanches



FORMATION NIVOLOGIE & DVA

INTRODUCTION

NIVOLOGIE

LA FORMATION DE LA NEIGE

LES MÉTAMORPHOSES DE LA NEIGE

ANALYSE DU MANTEAU

LES TYPES D'AVALANCHES

LES AVALANCHES DE PLAQUE

OUTILS DE RECHERCHE DE VICTIMES D'AVALANCHE

15 MIN POUR AGIR

TRIPTYQUE : DVA, SONDE, PELLE

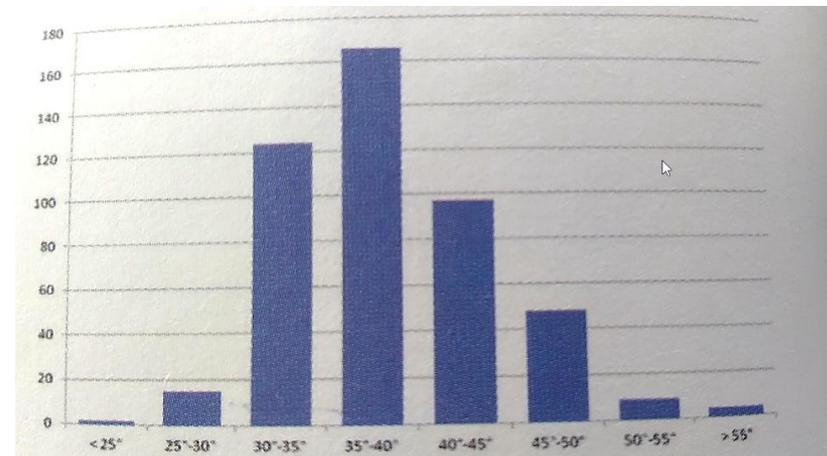
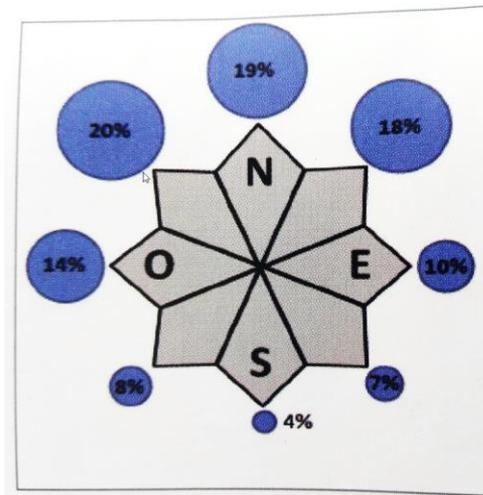
FONCTIONNEMENT DU DVA

PHASES DE RECHERCHE

Les avalanches de plaque

* L'avalanche accidentelle est une plaque

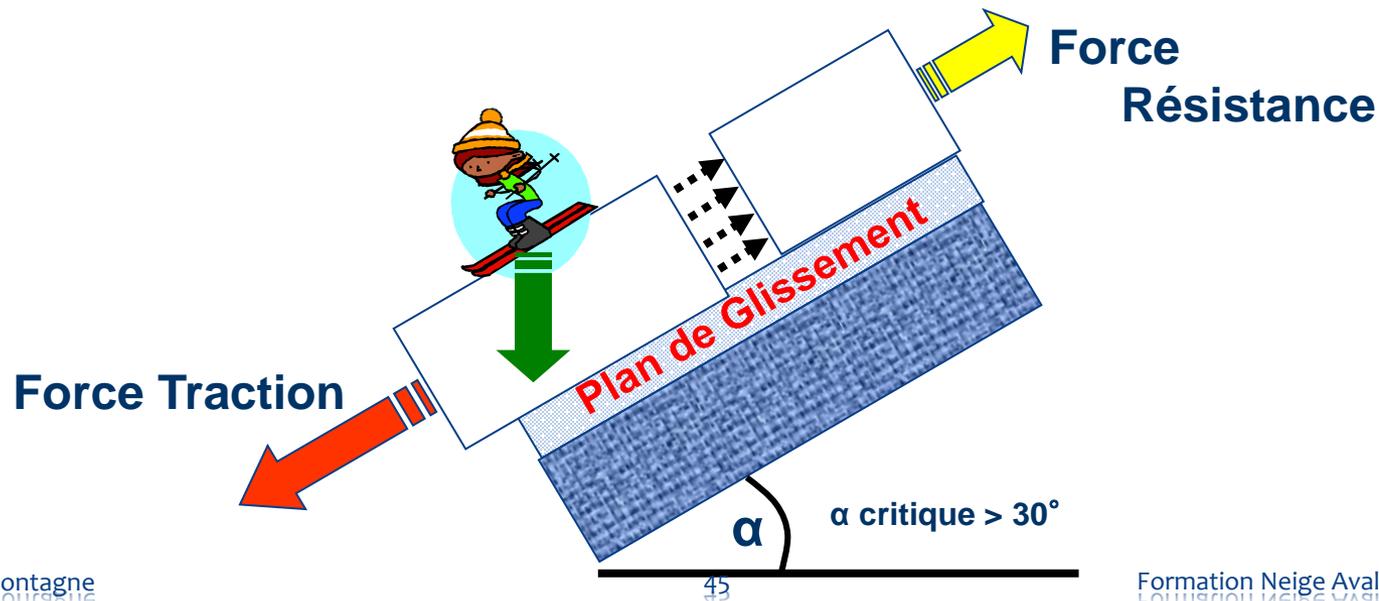
- * 88% des avalanches ont été provoquées par la ou les victimes
- * Dans 98% des cas, il s'agissait d'une avalanche de plaque
- * Inclinaison moyenne se situent autour de 35° (62% dès 30°)
- * Majorité de plaques friables
- * Largeur des cassures linéaires de 90m
- * Epaisseur minimale de la cassure 70cm
- * Les secteurs propices



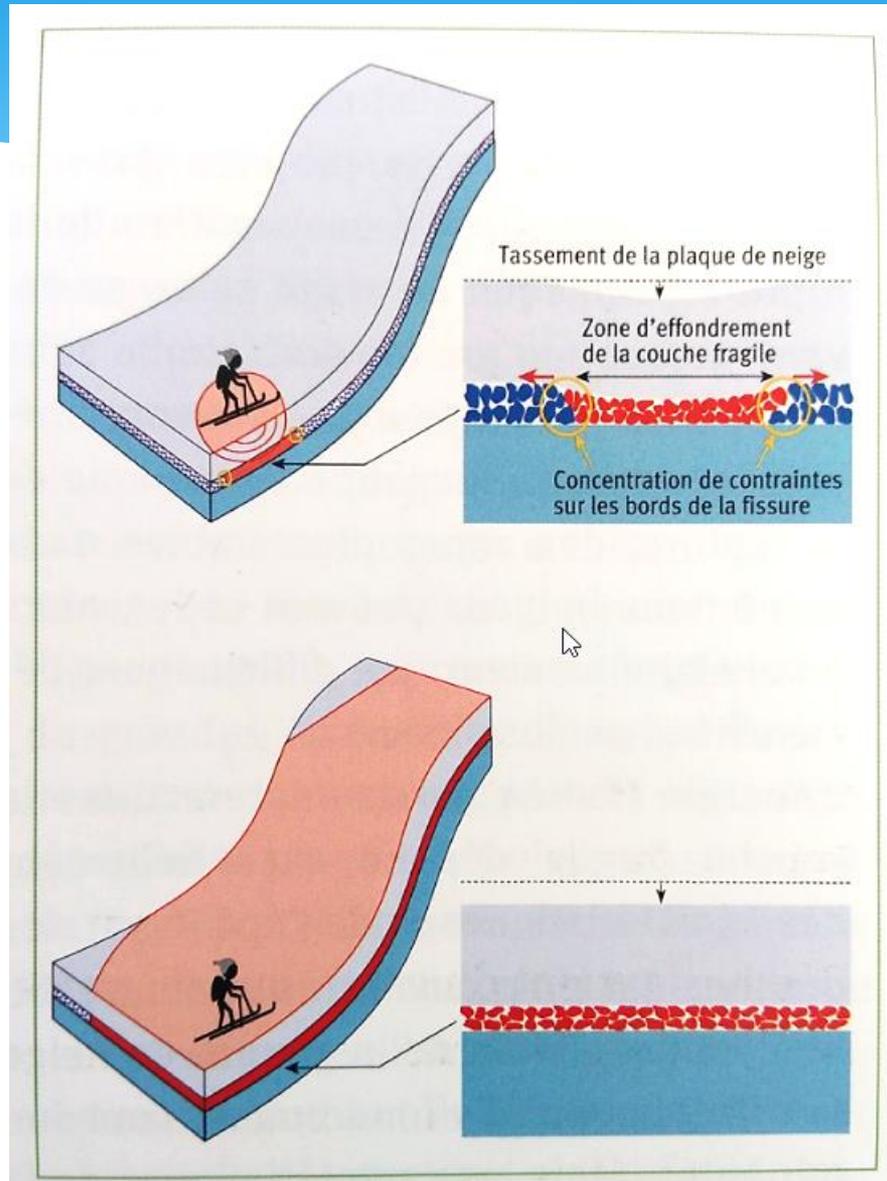
Déclenchement de l'avalanche de plaque

* L'équilibre dans la couche de neige et sa rupture

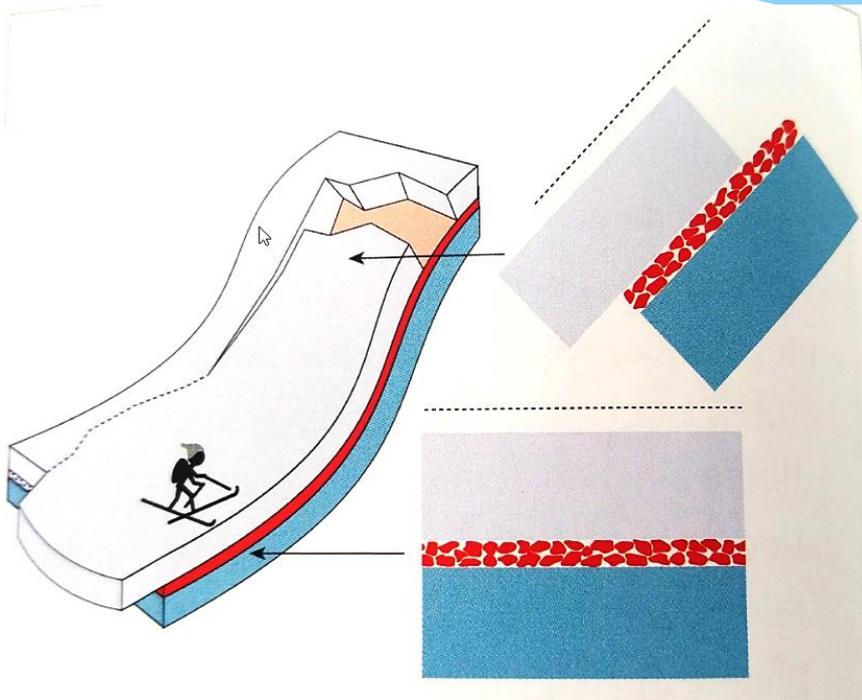
- L'avalanche se déclenche quand la force de traction l'emporte sur la force de résistance
- Ce phénomène se produit soit quand la cohésion évolue (rupture des ancrages sur plan de glissement), soit quand le poids du manteau neigeux augmente (importantes chutes de neige, passage d'un ou de plusieurs skieurs...)
- La pente est très importante: plus elle est forte, plus la neige a tendance à glisser.



Déclenchement de l'avalanche de plaque

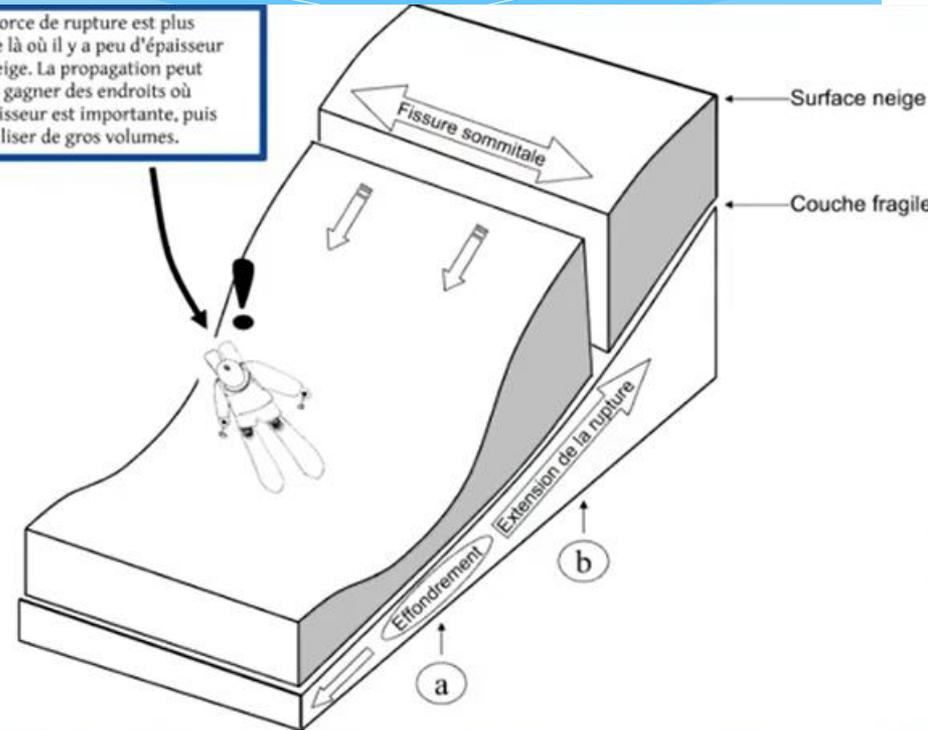


Déclenchement de l'avalanche de plaque



Glissement d'une plaque de neige.
Toute la plaque s'est tassée à distance

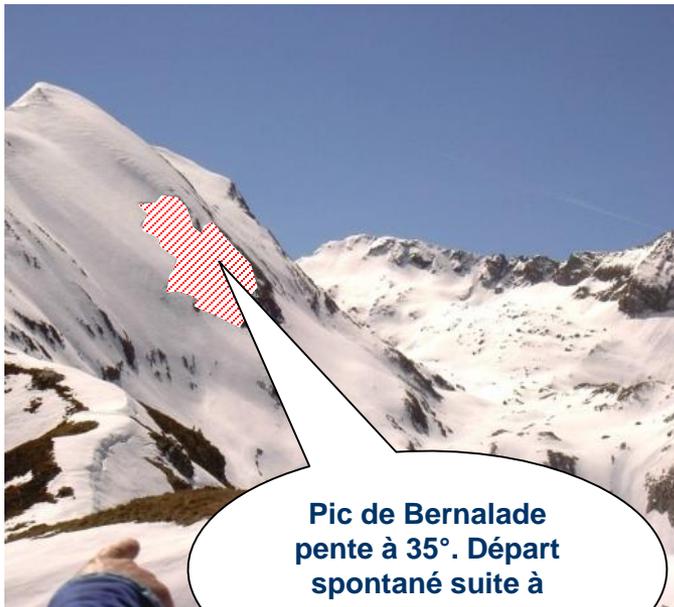
L'amorce de rupture est plus facile là où il y a peu d'épaisseur de neige. La propagation peut alors gagner des endroits où l'épaisseur est importante, puis mobiliser de gros volumes.



Déclenchement de l'avalanche de plaque

Quelles sont les zones à risques ?

- Forte pente ($> 25-30^\circ$)
- Grosse quantité de neige accumulée
- Zones « sous le vent » ruptures de pentes, cols, corniches et à l'ombre (couche fragile)
- Zones « au vent » au pied des barres, crêtes, zones raides



Pic de Bernalade
pente à 35° . Départ
spontané suite à
vent d'Est et chute
de neige



Campbieil :
sous les barres
rocheuses.
Départ
spontané suite
à vent d'ouest
et grosses
chutes

Déclenchement de l'avalanche de plaque

* Indices d'existence d'une plaque?

- Trace ou présence d'avalanches récentes sur des pentes similaires.
- Fissures dans la couche de neige de surface « gueules de baleine »
- Bruits sourds « whoumfs »
- Indices de transport de neige par le vent
- Épaisseur de neige variable, vaguelettes, corniches, arbres platrés, flammes de givre opaque, sillages autour des arbres
- Attention : s'il n'y a pas de signes de danger, cela ne signifie pas qu'il n'y a pas de danger d'avalanches !

* Indices d'absence d'une plaque?

- Croute de regel très résistante en surface
- Neige en surface sans cohésion sur 30cm ou plus (si pas de plaque existante avant la dernière chute de neige)

Signaux d'Alarme

* Attention !

- Le manteau neigeux a généralement une **VARIABILITÉ SPATIALE** importante: une observation à un endroit n'est pas forcément représentative d'une pente entière.
- En fonction des conditions du moment favorables ou défavorables, la quantité de neige tombée est critique.
- Il est impératif de faire plusieurs observations.
- Les plaques sont persistantes: elle peuvent exister pendant plusieurs semaines (une plaque reste en place même après une abondante chute de neige).

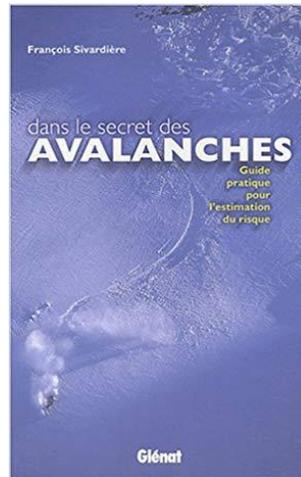
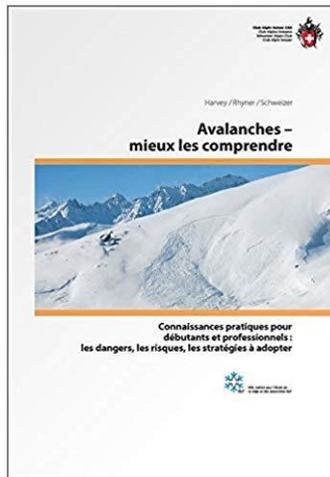
DANGER D'AVALANCHE : Paramètres à Surveiller



Et Après ?

<http://www.anena.org/5046-l-anena.htm>

<https://www.ortovox.com/fr/safety-academy/outils-dentrainement/safety-academy-guide-book/hiver/>



SAUVETAGE AVALANCHE EN AUTONOMIE

GUIDE PRATIQUE POUR LE SAUVETAGE EN AUTONOMIE DES VICTIMES D'AVALANCHE

Association Nationale pour l'Etude de la Neige et des Avalanches
www.anena.org



NIVOLOGIE PRATIQUE

COMPRENDRE LES MÉCANISMES DE DÉCLENCHEMENT ET RECONNAÎTRE LES SITUATIONS AVALANCHEUSES TYPIQUES

Association Nationale pour l'Etude de la Neige et des Avalanches
www.anena.org

<https://www.arte.tv/fr/videos/085384-000-A/avalanches-sous-haute-surveillance/>

<http://montagne.slat.asso.fr/formation-information-securite>