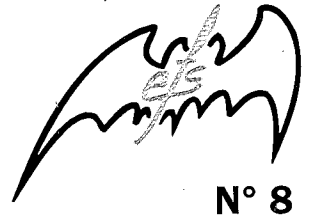
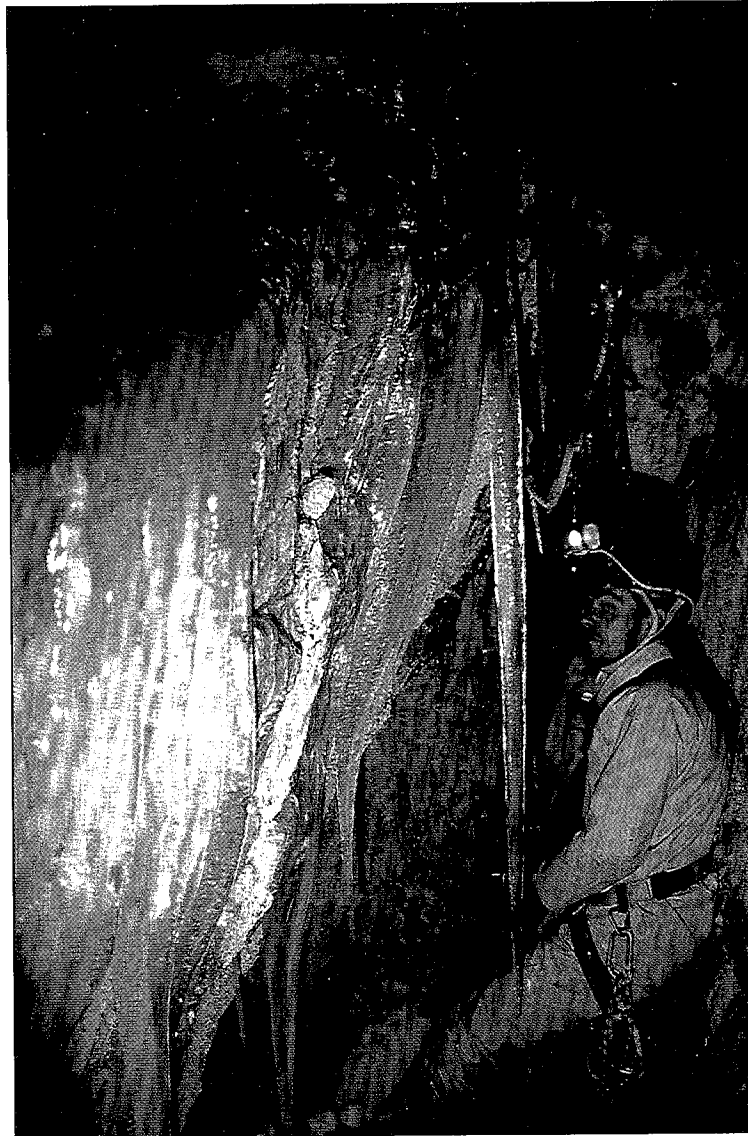


# LES CAHIERS DE L'E.F.S.



N° 8

ISSN : 0990-9060



## LA SPÉLÉOLOGIE HIVERNALE

Nicolas CLÉMENT

Janvier 1998

**ECOLE FRANCAISE DE SPELEOLOGIE**

23 rue de Nuits, 69004 Lyon

**Nicolas CLEMENT**

**LA SPELEOLOGIE  
HIVERNALE**

**TRAVAIL DE RECHERCHE DU CYCLE D'INSTRUCTEUR FEDERAL**

Janvier 1998

**FEDERATION FRANCAISE DE SPELEOLOGIE**

# SOMMAIRE

|   |              |
|---|--------------|
| <b>Introduction</b>   | <b>p. 03</b> |
| <b>1. La neige : formation et évolution</b>                                 | <b>p. 04</b> |
| 1.1 - La formation des cristaux dans les nuages                             | p. 04        |
| 1.2 - Les différents types de cristaux                                      | p. 05        |
| 1.3 - Les métamorphoses de la neige   | p. 06        |
| 1.4 - Quelques propriétés mécaniques de la neige                            | p. 09        |
| 1.5 - Quelques propriétés thermiques de la neige                            | p. 09        |
| <b>2. Les avalanches</b>  | <b>p. 11</b> |
| 2.1 - Les différents types d'avalanches                                     | p. 11        |
| 2.2 - Les facteurs de déclenchement   | p. 12        |
| <b>3. Où et comment s'informer sur les conditions nivologiques ?</b>        | <b>p. 14</b> |
| 3.1 - Les bulletins neige et avalanche sur répondeur                        | p. 14        |
| 3.2 - Les bulletins neige et avalanche sur minitel                          | p. 14        |
| 3.3 - L'échelle européenne du risque d'avalanche                            | p. 15        |
| 3.4 - Comprendre et interpréter les bulletins neige et avalanche            | p. 16        |
| <b>4. Le secours en avalanche</b>   | <b>p. 17</b> |
| 4.1 - L'ARVA et son utilisation   | p. 17        |
| 4.2 - La recherche à l'ARVA   | p. 18        |
| 4.3 - Conduite à tenir en tant que victime d'avalanche                      | p. 20        |
| 4.4 - Conduite à tenir en tant que témoin d'un accident d'avalanche         | p. 20        |
| 4.5 - L'alerte  | p. 22        |
| <b>5. L'équipement individuel</b>   | <b>p. 27</b> |
| 5.1 - L'équipement pour l'accès   | p. 27        |
| 5.2 - L'équipement spéléo   | p. 31        |
| 5.3 - Conclusion  | p. 31        |
| <b>6. Accès à la cavité</b>   | <b>p. 32</b> |
| 6.1 - Les différents moyens d'accès à la cavité                             | p. 32        |
| 6.2 - Itinéraire et orientation   | p. 33        |
| 6.3 - Bivouac dans la neige   | p. 36        |
| <b>7. Prospection et repérage des cavités</b>                               | <b>p. 38</b> |
| 7.1 - La prospection en hiver   | p. 38        |
| 7.2 - Le repérage des cavités   | p. 38        |
| <b>8. Techniques d'équipement et de progression dans les puits d'entrée</b> | <b>p. 39</b> |
| 8.1 - L'équipement des puits d'entrée                                       | p. 39        |
| 8.2 - La progression dans la zone d'entrée                                  | p. 42        |
| 8.3 - Conclusion  | p. 43        |
| <b>9. Les dangers rencontrés sous terre spécifiques à l'hiver</b>           | <b>p. 44</b> |
| 9.1 - Les chutes de glace et de neige                                       | p. 44        |
| 9.2 - Les crues   | p. 45        |
| <b>10. Références bibliographiques</b>                                      | <b>p. 46</b> |

# INTRODUCTION

## Qu'est ce que la spéléologie hivernale ?

La spéléologie hivernale peut se définir par la pratique de la spéléologie en hiver sur des massifs d'altitude. Ces massifs d'altitude connaissent régulièrement une période d'enneigement de plusieurs mois par an avec des températures nettement négatives.

Explorer le gouffre de la Tour dans le massif de Gavarnie (à 2700 mètres d'altitude et à plusieurs heures de marche) dans les Pyrénées, au mois de février, sera de la spéléo hivernale. Au contraire l'exploration à la même époque de l'aven de Rogues (où l'on peut amarrer la première corde sur son véhicule) dans le département du Gard peut se définir comme la pratique de la spéléo en hiver.

A travers ces deux exemples, on voit bien qu'une des principales caractéristiques de la spéléo hivernale est le problème de l'accès à la cavité. L'approche se réalise en milieu montagnard, ce qui nécessite la connaissance de ses particularités : diversité des conditions météo, stabilité ou non du manteau neigeux... De plus l'approche nécessite un équipement spécifique et une technique appropriée.

## Les intérêts de la spéléologie hivernale

L'intérêt principal de la spéléo hivernale est en relation avec l'exploration. En effet certaines cavités d'altitude ne sont praticables que l'hiver en raison du débit d'eau trop important provoqué par la fonte de la neige le reste de l'année. Ces cavités seront donc explorées l'hiver lorsque la fonte est stoppée, le massif recouvert de neige et balayé par les températures négatives. Bien souvent les cavités d'altitude sont explorées l'hiver pour des raisons de confort et de sécurité (période d'étiage) bien que l'on puisse aussi les fréquenter l'été. D'autre part, l'hiver la météo est plus stable : on ne rencontre pas les problèmes d'orages violents et soudains de l'été.

Un autre intérêt, non négligeable, est le plaisir de combiner deux activités sportives : la pratique de la montagne en hiver (à pied, à ski, avec raquette à neige...) et la spéléologie.

Parcourir la montagne en hiver pour pratiquer la spéléo permet d'éprouver d'excellentes sensations et émotions, mais il est nécessaire de connaître le milieu montagnard pour en déjouer les pièges et éviter certains problèmes et autres galères. Les pages qui suivent essaieront d'atteindre cet objectif à travers différents sujets : la nivologie, les avalanches, l'accès et le repérage des cavités, les techniques d'équipement dans les puits d'entrée, les dangers souterrains spécifiques à l'hiver...

## Avertissement

***Ce type d'expédition impose un engagement physique considérable et une technicité éprouvée pour se déplacer sur un manteau neigeux dont la stabilité et l'évolution sont difficilement prévisibles. Ce n'est que par une pratique assidue de la montagne hivernale que l'on peut espérer toucher du doigt - mais jamais maîtriser - les paramètres de ce milieu hivernal.***

***En conséquence, nous ne saurions trop recommander à tout spéléo débutant dans ce genre d'approche de se faire d'abord accompagner et de suivre les conseils des montagnards aguerris.***

## **Remerciements**

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont mis à ma disposition des ouvrages et autres documents me permettant de réaliser ce travail de recherche consacré à la spéléologie hivernale : **Robert GUINOT, Jean-Pierre HOLVOET, Jean-Marc HONIAT, Fabrice PRADINES.**

Une mention particulière aussi à **Dan MARTINEZ**, spécialiste de la spéléo hivernale et de la montagne, qui a bien voulu relire et compléter ce mémoire.

# **1. LA NEIGE : FORMATION ET EVOLUTION.**

## **1.1. LA FORMATION DES CRISTAUX DANS LES NUAGES.**

Les nuages sont formés de vapeur d'eau et de micro gouttelettes qui peuvent rester à l'état liquide même par des températures négatives importantes (jusqu'à vers -40 degrés). Ce phénomène se nomme la surfusion.

L'état de surfusion cesse lorsque les gouttelettes entrent au contact de noyaux de congélation qui par cristallisation vont former les cristaux de glaces élémentaires, appelés germes. Les noyaux de congélation sont des petites particules (0,1 à 10 microns) en suspension dans l'atmosphère : sels, particules organiques, poussières industrielles...

C'est à partir du germe que vont se développer les cristaux au détriment des gouttelettes et des cristaux les plus petits. Pendant son grossissement, le germe de forme hexagonale voit certaines de ses parties croître en fonction de la température au sein du nuage. Les parties du germe qui se développent sont :

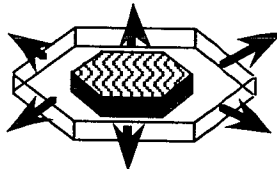
- les grandes faces : on aura des cristaux de type aiguille ou colonne.
- les faces latérales : on aura des cristaux de type plaquette.
- les arrêtes : on aura des cristaux de type étoile.

de -6° à -10°C  
croissance des grandes faces



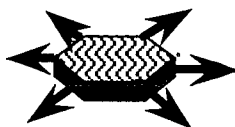
Cristaux de type  
aiguille ou colonne

de -10° à -12°C  
croissance des faces latérales



Cristaux de type  
plaquette

de -12° à -20°C  
croissance des arêtes



Cristaux de type étoile




















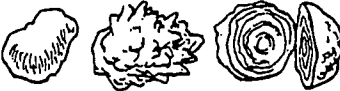
### **Les différents types de croissance en fonction de la température de l'air**

La température à l'intérieur du nuage pouvant fluctuer, la forme des cristaux ne sera pas toujours identique à l'un des trois modèles. La forme des cristaux résultera de la combinaison de ces modèles.

Dès que la masse des cristaux est suffisante pour compenser les effets de la pesanteur et de la turbulence à l'intérieur du nuage, ils chutent. Pendant la chute des cristaux, lorsque les températures restent négatives ou très légèrement positives jusqu'au sol, on assiste à une précipitation de neige.

## 1.2. LES DIFFERENTS TYPES DE CRISTAUX.

### 1.2.1. L'organisation mondiale de la météorologie a proposé une classification des différents types de cristaux précipités.

| NOM   | SYMBOLE CONVENTIONNEL   | CONDITIONS DE FORMATION  | FORME TYPIQUE DU CRISTAL  |
|---|---|--|---|
| PLAQUETTES                                      |    | T° de l'air entre -10° et -12°C.   |    |
| ETOILES   |    | T° de l'air entre -12° et -20°C.   |    |
| COLONNES  |    | T° de l'air entre -6° et -10°C.  |    |
| AIGUILLES                                       |    | T° de l'air de -5° à -8°C avec forte humidité.   |    |
| DENDRITES SPATIALES                             |    | T° inf. A -20°C.<br>Congélation simultanée de plusieurs cristaux.  |    |
| COLONNES ENTRE 2 PLAQUES (boutons de manchette) |    | Combinaison des autres formes par changement des conditions au cours de la chute du cristal.   |   |
| PARTICULES IRRÉGULIÈRES                         |  | Combinaison des autres formes.   |  |
| NEIGE ROULEE (grésil)                           |  | Congélation de gouttelettes surfondues autour d'un cristal durant sa chute. Forme sphérique et taille importante (5 à 6 mm).                                 |  |
| GRANULES DE GLACE                               |  | Gouttes de pluie congelées ayant traversé une tranche d'air négative au voisinage du sol. Forme sphérique et transparente de taille moyenne (moins de 5 mm). |  |
| GRELE   |  | Gouttes de pluie congelées formées dans un cumulonimbus. Le grêlon est constitué de couches de glace successives. La taille varie entre 5 et 50 mm.          |  |

### 1.2.2. Les deux types de cristaux non précipités.

Le *givre de surface* : il se forme la nuit par ciel dégagé lorsque la neige subit un important refroidissement. La neige refroidit l'air à son contact. La vapeur d'eau de l'air se condense alors en paillettes sur les cristaux de neige à la surface du manteau neigeux.

Le *givre opaque* : c'est un dépôt de glace en forme de flamme dû à la congélation des microgouttelettes (brouillard) sur des surfaces très froides exposées au vent : rochers, câbles, poteaux...

### 1.3. LES METAMORPHOSES DE LA NEIGE.

Le manteau neigeux est constitué de l'empilement de plusieurs couches de neige, correspondant chacune à un épisode météorologique : précipitation, transport par le vent. Les cristaux de neige constituant chaque strate vont subir des transformations. Ils vont passer de leur forme originelle (la neige fraîche) à des formes granuleuses (vieille neige). Le stade terminal sera la fonte. Ces transformations sont appelées métamorphoses.

#### 1.3.1. Les agents de métamorphose.

On distingue les métamorphoses de la neige sèche de la neige humide. Lorsque la température est nettement négative pendant et après la chute, la neige ne contient pas d'eau liquide : c'est la neige sèche. Lorsque la température est à 0°C, la neige contient de l'eau liquide : c'est la neige humide.

La métamorphose de la neige résulte de plusieurs facteurs :

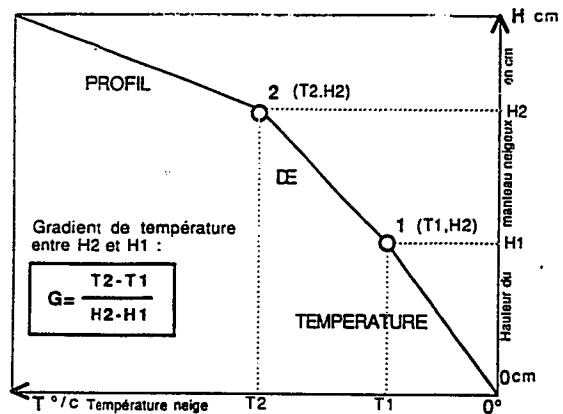
⇒ **la température** : elle joue un rôle primordial dans la rapidité d'une métamorphose : plus la température est proche de zéro (tout en restant négative), plus les changements sont rapides et importants.

Pour la neige sèche, la métamorphose est liée au gradient de température. Le gradient de température est la différence de température entre la base et le sommet du manteau neigeux (ou de la couche considérée). Le gradient de température s'exprime en degré celsius par centimètre (d°C/cm) ou en degré celsius par mètre (d°C/m).

#### Le gradient de température

- gradient "faible" :  $0^{\circ}\text{C}/\text{cm} \leq G < 0,05^{\circ}\text{C}/\text{cm}$
- gradient "moyen" :  $0,05^{\circ}\text{C}/\text{cm} \leq G < 0,2^{\circ}\text{C}/\text{cm}$
- gradient "fort" :  $G \geq 0,2^{\circ}\text{C}/\text{cm}$

Extrait de "PAHAUT et SERGENT : *la neige - formation et évolution*, METEO France, 1991, destiné à la formation des pisteurs secouristes.



⇒ **Les facteurs mécaniques :**

- le vent transforme les cristaux pendant la chute de la neige ou en la reprenant au sol.
- le propre poids de la neige tasse le manteau neigeux.

#### 1.3.2. Métamorphose de la neige sèche.

Pendant la chute ou très peu de temps après, les cristaux de neige perdent certaines de leurs branches sous l'effet du vent ou du poids des couches supérieures. Lorsque l'on observe ces cristaux «disloqués», on reconnaît les morceaux de cristaux : les particules reconnaissables. A partir de cette forme de grain, deux types de métamorphose peuvent se produire : de faible gradient ou de moyen et fort gradient.

⇒ La métamorphose de faible gradient ( $0^{\circ}\text{C}/\text{cm} \leq G < 0,05^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ ) : la différence de température à l'intérieur de la couche est faible. Les particules reconnaissables tendent à adoucir leurs formes : les formes saillantes des cristaux disparaissent, les parties creuses se combent. Les grains deviennent uniformes et se soudent les uns aux autres par des ponts de glace. La taille des grains est inférieure au millimètre. Les particules reconnaissables se sont alors transformées en grains fins.

La couche devient plus dense et la cohésion augmente : la masse volumique est généralement comprise entre 150 et 350 kg/m<sup>3</sup>. La métamorphose de faible gradient est lente (en général plusieurs semaines). Elle peut affecter les couches inférieures (lorsque l'épaisseur du manteau est suffisante pour isoler des variations de température extérieure) et les couches superficielles (lorsqu'il n'y a pas de variation brusque de la température).

⇒ La métamorphose de gradient moyen ( $0,05^{\circ}\text{C}/\text{cm} \leq G < 0,2^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ ) : la différence de température devient sensible entre deux grains superposés, et engendre des phénomènes de diffusion de vapeur d'eau. Ainsi la vapeur d'eau libérée au niveau du grain inférieur se condense sur le grain supérieur plus froid. Les échanges de glace se font ainsi du grain le plus chaud au grain le plus froid et ainsi de suite dans toute la couche, tant que le gradient est suffisant. Les grains résultant de ce processus sont nommés grains à faces planes. Ils possèdent de nombreuses facettes avec angles à 120 degrés. Leur taille varie entre 0,3 et 0,6 mm.

La masse volumique des couches constituées de faces planes est généralement comprise entre 150 et 400 kg/m<sup>3</sup>. Par contre la cohésion diminue car les points de contact entre les grains à faces planes sont moins nombreux. Cette métamorphose peut se produire très rapidement (une nuit) à la surface du manteau neigeux lorsqu'il y a une baisse suffisante de la température de l'air au voisinage de la surface du manteau et rapidement (une semaine) dans les couches inférieures.

La métamorphose de moyen gradient est réversible. En effet si le gradient de température devient faible, les grains à faces planes vont se transformer en grains fins.

⇒ La métamorphose de fort gradient ( $G > 0,2^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ ) : la différence de température à l'intérieur de la couche est importante, ce qui entraîne une accélération et une intensification des échanges de vapeur entre grains voisins. Chaque grain voit sa partie supérieure s'émailler, tandis que la partie inférieure se développe en recevant la condensation de la vapeur d'eau libérée par le grain sous-jacent. Le grain prend alors une forme de pyramide striée appelé *gobelet* ou *givre de profondeur*.

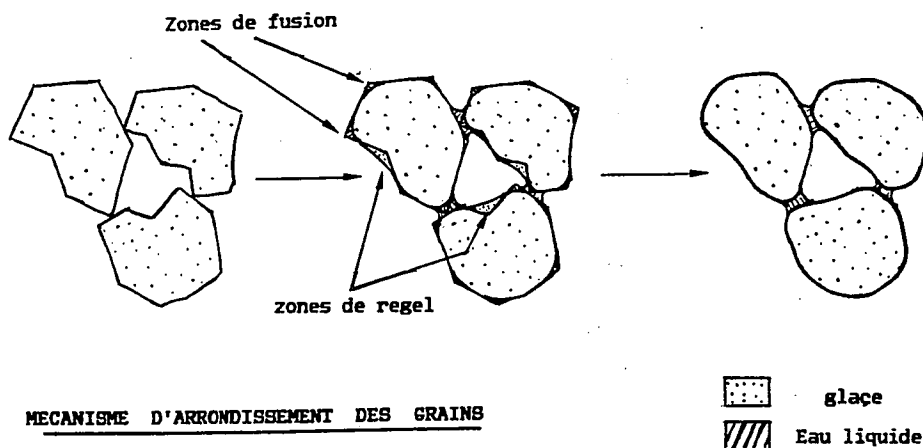
Les gobelets ont une taille importante qui varie de 0,5 à 5 mm. La masse volumique des strates de gobelets est comprise entre 200 et 400 kg. La couche de neige est de faible cohésion.

Cette métamorphose se produit plus facilement au cours des nuits claires lorsque la neige est peu dense (perméable à l'air), que la strate concernée est de faible épaisseur, et que la neige se trouve dans les secteurs à l'ombre (les températures sont plus basses et le tassement de la strate est ralenti). Les gobelets ne peuvent évoluer que vers les grains ronds (la forme finale des cristaux).

### 1.3.3. Métamorphose de la neige humide .

La neige est dite humide lorsqu'elle contient de l'eau liquide. Sa température est nécessairement de 0°C. La métamorphose de neige humide est observable l'hiver lors d'un redoux significatif (vent chaud, soleil, pluie) ou au printemps lorsque les températures remontent durablement. La métamorphose de la neige humide est conditionnée par la présence d'eau liquide dans le manteau neigeux. L'eau se trouve sous la forme d'une mince pellicule autour des grains, responsable de la capillarité entre grains. En occupant les parties creuses des cristaux, l'eau fait fondre les parties saillantes. Les grains les plus petits fondent et l'eau liquide permet l'arrondissement et le grossissement progressif des plus gros grains. La forme finale de ces cristaux est appelée *grains ronds*.

#### La métamorphose de fonte : grossissement et arrondissement des cristaux



Extrait de "PAHAUT et SERGENT : *la neige - formation et évolution*, METEO France, 1991, destiné à la formation des pisteurs secouristes.



La taille des grains ronds varie entre 0,3 et 0,4 mm pour la neige fraîchement humidifiée et entre 1 et 2 mm pour la vieille neige humide. La masse volumique des strates de grains ronds est de l'ordre de 250 à 500 kg/m<sup>3</sup>. Cette métamorphose a une bonne cohésion tant que la présence d'eau n'est pas trop importante ; elle devient excellente lorsqu'il y a regel.

La métamorphose de neige humide est la phase ultime d'évolution du manteau neigeux avant sa disparition.

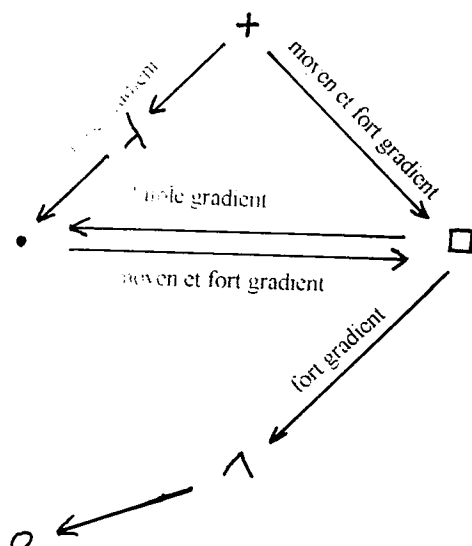
### 1.3.4. Récapitulatif des métamorphoses de la neige.

Ce paragraphe a pour but d'avoir une vision d'ensemble des métamorphoses de la neige et de se familiariser avec les symboles des différents grains. En effet cela peut servir pour lire les graphiques des sondages par battage sur la résistance du manteau neigeux.

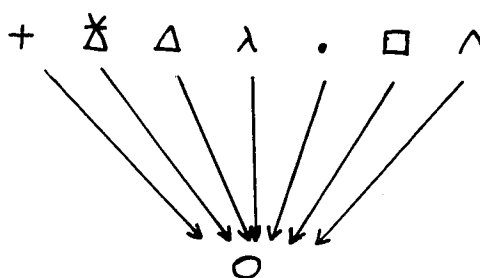
Le sondage par battage est une technique un peu longue à mettre en œuvre, mais qui permet une lecture précise de l'état du manteau neigeux sur toute son épaisseur. Il s'effectue avec une sonde que l'on enfonce dans la neige, puis une tranchée jusqu'au sol qui permet d'étudier la composition et la stratigraphie de la neige. On peut procéder à des mesures complémentaires de température, de résistance à la rupture, de densité... Tout cela permet de repérer la présence de couches instables, de plans de glissement, et donc d'évaluer le risque d'avalanche.

| type de neige              | symbole | masse volumique (kg/m <sup>3</sup> ) | taille moyenne des grains (mm) |
|----------------------------|---------|--------------------------------------|--------------------------------|
| neige fraîche              | +       | 20 à 100                             |                                |
| particules reconnaissables | λ       | 50 à 250                             | 0,1 à 1                        |
| grains fins                | .       | 150 à 450                            | 0,2 à 0,4                      |
| grains à faces planes      | □       | 150 à 400                            | 0,3 à 0,6                      |
| gobelets                   | ∧       | 200 à 400                            | 0,5 à 5                        |
| grains ronds               | ○       | 250 à 500                            | 0,3 à 2                        |

Métamorphose de la neige sèche



Métamorphose de la neige humide



## **1.4. QUELQUES PROPRIETES MECANIQUES DE LA NEIGE.**

### **1.4.1. La cohésion de la neige.**

La cohésion de la neige dépend de la qualité des liaisons entre les grains. On différencie quatre types de cohésion :

⇒ **la cohésion de feutrage** : c'est le lien qui unit les cristaux de neige fraîche entre eux, au moment de leur dépôt, par l'imbrication de leurs dendrites (parties d'étoile). C'est une cohésion fragile et de courte durée.

⇒ **la cohésion de frittage** : c'est le lien qui unit les grains fins entre eux par soudure grâce aux ponts de glace. La cohésion de frittage est caractéristique des corniches et de certaines plaques. La cohésion est assez bonne mais propice à la propagation des cassures.

⇒ **la cohésion capillaire** : c'est un lien qui unit les grains entre eux par une fine pellicule d'eau. Sa qualité dépend de la teneur en eau liquide : la cohésion devient mauvaise dès que la teneur en eau liquide augmente. C'est une cohésion typique de grains ronds.

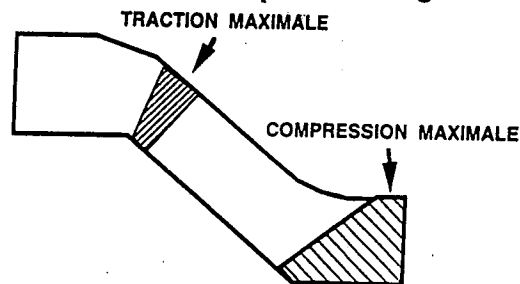
⇒ **la cohésion de regel** : c'est un lien qui unit les grains entre eux par le gel de l'eau liquide présente dans la neige. La cohésion de regel concerne les grains ronds, c'est la plus solide.

### **1.4.2. Tassement, compression et traction.**

La neige résiste assez bien à la compression mais mal à la traction. Sur les pentes, les zones de convexités sont des zones de traction, et les concavités sont des zones de compression.

#### **Zones de contrainte maximale sur une pente de neige**

Extrait de "PAHAUT et SERGENT :  
*la neige - formation et évolution*,  
METEO France, 1991,  
destiné à la formation  
des pisteurs secouristes.



Le tassement de la neige s'opère dans les couches profondes (sous le poids des couches supérieures) et dans l'ensemble du manteau neigeux (grâce aux métamorphoses). La rapidité du tassement est liée à la température :

- pour une température de l'air à 0°C, une couche de neige fraîche se tasse d'environ 30% en trois jours,

- pour une température de l'air à -10°C, il faut sept jours pour un tassement égal.

En moyenne, trois mètres d'épaisseur de neige au sol au mois de mars correspondent à une hauteur cumulée de chutes de neige de dix à douze mètres.

La compression et le tassement de la neige augmentent la résistance.

## **1.5. QUELQUES PROPRIETES THERMIQUES DE LA NEIGE.**

### **1.5.1. La neige et le froid.**

La neige est un isolant thermique grâce à l'air qu'elle contient. L'isolation sera meilleure avec une neige fraîche dont la masse volumique est de l'ordre de  $100 \text{ kg/m}^3$  (89% d'air), qu'avec une vieille neige dont la masse volumique est environ de  $500 \text{ kg/m}^3$  (45% d'air). Si le manteau neigeux est assez épais, la température de la neige est toujours proche de 0°C près du sol, même par grand froid. Ce réchauffement de la base du manteau neigeux est dû au flux thermique du sol (diffusion permanente de chaleur provenant du centre de la terre).

### **1.5.2. La neige et le soleil.**

Le rayonnement solaire constitue une source de chaleur pour la neige. Lorsqu'il brille, le soleil peut réchauffer la couche de neige superficielle (15 cm). Le rayonnement est en partie réfléchi et en partie absorbé. La neige fraîche réfléchit 95% du rayonnement, tandis que la vieille neige réfléchit 60%. Cette capacité à réfléchir le rayonnement solaire vers l'espace se nomme *albédo*.

Les versants au nord conservent la neige fraîche plus longtemps, ils se déneigent donc moins rapidement que les versants au sud où la neige se transforme plus vite.

### **1.5.3. La neige et la nuit.**

Par nuit claire et sous le vent, la neige se refroidit. Par nuit couverte, s'il pleut ou si le vent souffle, la température de l'air et la température superficielle du manteau neigeux tendent à s'équilibrer.

### **1.5.4. La neige et la pluie.**

La pluie est rarement directement responsable de fonte spectaculaire du manteau neigeux. L'effet principal de la pluie est d'humidifier et de réchauffer le manteau. Elle amorce la métamorphose de fonte. Une pluie de 10 mm à + 5°C ne fait pas fondre plus de 1 cm de neige à 0°C et de masse volumique égale à 100 kg/m<sup>3</sup>. Par contre, elle provoque un fort tassement qui donne l'impression que la neige a fondu.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES** : 1 ; 2 ; 35 ; 41 ; 49.



*Scialet du Grand Corbeau (Vercors). Photo Dan Martinez.*

## **2. LES AVALANCHES.**

**Définition :** Parmi les nombreuses définitions on peut citer la suivante : "*l'avalanche est une masse de neige en mouvement qui se déclenche à la suite d'une rupture d'équilibre du manteau neigeux due à une instabilité locale*".

### **2.1. LES DIFFERENTS TYPES D'AVALANCHES.**

Généralement, on classe de façon très simplifiée les avalanches en trois ensembles : les avalanches de poudreuse, les avalanches de plaques et les avalanches de fonte.

#### **2.1.1. Les avalanches de poudreuse. (photo page 24)**

**Description :** elles peuvent se produire à n'importe quel moment de la journée, souvent pendant ou peu de temps après une chute de neige. Mais le risque de déclenchement peut persister plusieurs jours, notamment sur les versants nord.

L'avalanche de poudreuse est un déplacement de neige légère, de masse volumique inférieure à  $100 \text{ kg/m}^3$ . Rapidement l'avalanche grossit avec la neige qu'elle emporte sur son passage et avec sa vitesse (supérieure à  $100 \text{ km/h}$ ) on assiste à la formation d'un aérosol.

L'aérosol est un nuage de particules de neige en suspension dans l'air. C'est ce phénomène d'aérosol qui cause les dégâts par l'onde de choc qu'il provoque et non par la masse de neige déplacée. Le souffle violent de l'aérosol peut être aussi dévastateur sur le versant opposé à l'avalanche (toitures envolées, arbres couchés...).

Sur son passage, l'avalanche de poudreuse ne laisse ni boules, ni blocs de neige, et sa zone d'arrêt ne permet pas d'observer une nette accumulation.

**Les causes :** le seuil de déclenchement varie en fonction de plusieurs facteurs :

- L'importance de la chute par rapport à la pente.
- L'intensité de la chute : le risque d'un départ d'avalanche augmente avec l'intensité. En effet, 60 centimètres de neige fraîche tombée en 12 heures seront plus propices au déclenchement que la même quantité en tombée en deux jours.
- La température de l'air au moment de la chute : pour une température proche de zéro, le déclenchement diminue rapidement à cause du tassement de la neige qui consolide la strate. Pour une température de  $-10^\circ\text{C}$ , le danger dure plus longtemps car la neige reste sèche et légère.

#### **2.1.2. Les avalanches de plaques. (photo page 24)**

**Description :** les avalanches de plaques se déclenchent par une cassure linéaire, se propageant très vite, et de longueur parfois importante (plusieurs centaines de mètres).

Une plaque de neige est composée de neige compacte (grains fins et particules reconnaissables) de masse volumique de l'ordre de  $200$  à  $400 \text{ kg/m}^3$ . La plaque a une bonne cohésion (cohésion de frittage).

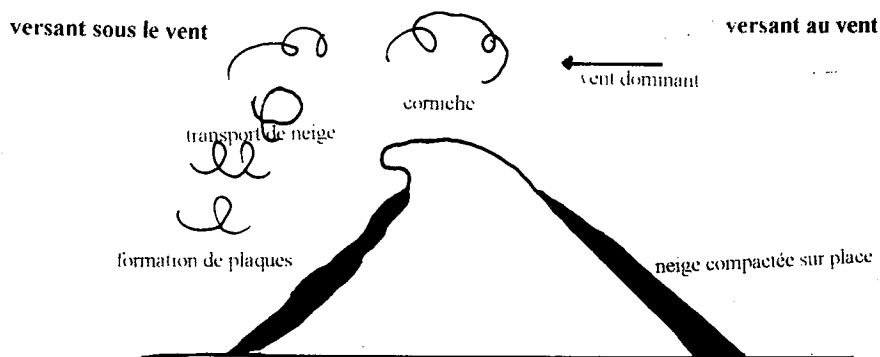
On observe généralement sur son passage et dans les zones d'arrêt des blocs de formes rectangulaires et de tailles variées.

Le risque de déclenchement des plaques est plus fréquent sur des pentes comprises entre  $25$  et  $45$  degrés. Au dessous de  $25$  degrés, la plaque s'effondre généralement sans glisser. Dans les versants de plus de  $45^\circ$ , le danger restera limité car les pentes se purgent pendant ou après les précipitations de neige.

**Les causes :** le déclenchement de plaque (malgré sa bonne cohésion) a lieu lorsqu'elle repose sur une couche de faible cohésion constituant un plan de glissement : cette sous couche peut être constituée de neige roulée, de grains à faces planes, de gobelets, d'une strate de givre de surface enfoui. Le départ est provoqué par une surcharge : nouvelle chute de neige, passage de skieur, animal, etc...

**La formation des plaques à vent :** la formation des plaques à vent est essentiellement due au vent. Pendant ou après une chute, le vent transporte la neige fraîche en brisant les cristaux dont la taille diminue. Les petits grains de neige prennent alors rapidement une très bonne cohésion lorsque la neige se redépose. La neige est transportée du versant exposé au vent vers le versant abrité du vent.

## Formation des plaques à vent



Il semble que dans la conscience collective du montagnard, les plaques à vent soient perçues comme plus dangereuses au versant sous le vent que au vent. En réalité, le danger est le même et bien souvent le manque de précaution sur le versant au vent a été cause d'accidents.

L'avalanche de plaque à vent est la plus meurtrière car elle peut se déclencher à tout moment, même plusieurs semaines après sa mise en place sur la pente ; elle est alors plus difficilement prévisible.

### Quelques indices pour détecter la présence de plaques à vent :

- les *chasse neige* (crêtes qui fument) peuvent indiquer une plaque à vent en cours de formation.
- la présence de corniches sur les crêtes et sommets.
- l'observation de vaguelettes, neige tassée et soufflée à la surface du manteau.

### **2.1.3. Les avalanches de fonte.** (photo page 24)

Description : les avalanches de fonte concernent les manteaux neigeux composés essentiellement de grains ronds issus de la métamorphose de neige humide. Les pentes les plus exposées au soleil (sud-est à ouest) sont les premières à se déclencher. La pente peut être faible (25 degrés).

La neige en mouvement a une forte densité (300 à 600 kg/m<sup>3</sup>) et se déplace lentement (20 à 60 km/h). Son itinéraire est guidé par le relief et elle franchit difficilement les obstacles qui coupent son cheminement. Par contre l'avalanche de fonte a une très grande puissance : elle arrache les blocs, les arbres sur son passage que l'on retrouve parfois au fond de la vallée.

Les causes : la cause principale du déclenchement des avalanches de fonte est l'augmentation de la teneur en eau liquide. La couche de neige saturée en eau va perdre de sa cohésion. En effet, on passe soit de la cohésion de regel, soit de la cohésion de frittage, à la cohésion capillaire qui devient une mauvaise cohésion avec une forte teneur en eau liquide. D'autre part l'eau s'écoule à travers la neige et s'accumule au dessus de couches imperméables (croûte de regel, sol) qui peuvent former un plan de glissement. Dans ce cas, l'eau accumulée va jouer un rôle de lubrifiant et favoriser le déclenchement.

Au printemps et plus particulièrement l'après-midi dans les versants sud et ouest, les avalanches de fonte auront tendance à se déclencher car on assiste à un réchauffement important.

## **2.2. LES FACTEURS DE DECLENCHEMENT.**

On distinguera les paramètres météorologiques, nivologiques et de terrain.

### **2.2.1. Les paramètres météorologiques.**

Les précipitations : les nouvelles chutes de neige ou de pluie alourdissent le manteau neigeux, qui peut donc se détacher. Les pluies abondantes traversent les strates pour s'accumuler au dessus de couches imperméables (croûte de regel, sol), qui constituent un plan de glissement.

Le vent : sur une neige légère et non consolidée, le vent peut augmenter localement le risque de déclenchement. En effet le vent transforme et transporte les cristaux, favorisant une répartition inégale du manteau neigeux.

La température de l'air : Proche ou supérieure à 0°C, elle agit sur la couche de surface et favorise les coulées superficielles ou les avalanches de fonte. Lorsque la température est nettement négative, elle favorise les métamorphoses de gradient et facilite l'apparition de grains anguleux de faible cohésion (grains à faces planes, gobelets). De plus les températures froides maintiennent longtemps le risque de déclenchement d'avalanche de neige fraîche en retardant son tassement.

### **2.2.2. Les paramètres nivologiques.**

Les métamorphoses de gradient (fort ou moyen) favorisent le développement de sous couches sans cohésion composées de grains à faces planes et gobelets.

La présence de différentes strates à l'intérieur du manteau neigeux peut constituer un plan de glissement : pellicule d'eau s'accumulant au dessus de couches imperméables, couche de neige roulée, couche de givre de surface enfoui...

### **2.2.3. Les paramètres de terrain.**

Le profil de la pente : une pente convexe (au niveau d'une rupture de pente par exemple), augmente le risque de déclenchement car la traction exercée sur le manteau est importante.

Exposition du versant : En versant exposé au sud, la transformation est plus rapide mais avec des risques de coulées de neige humide. En versant exposé au nord, la neige reste froide et sans cohésion. Le risque de départ d'avalanche dure plusieurs jours.

Etat du sol : le sol constitué d'herbe longues couchées, de dalles... peut favoriser le départ d'avalanche.

La végétation : la végétation courte (arbustes, rhododendrons...) recouverte entièrement s'oppose au tassement des premières chutes de neige. L'ancrage inférieur du manteau neigeux est alors faible, et il y a un risque de rupture lorsque le poids de la neige fera plier les branches.

Les forêts denses favorisent l'ancrage de la neige et atténuent les effets du vent.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES : 1 ; 2 ; 9 ; 27 ; 37 ; 53.**



*Toussaint 93 : stage Moniteur EFS à l'Etang de l'Hers (Massat, Ariège). Photo Nicolas Clément.*

### **3. OU ET COMMENT S'INFORMER SUR LES CONDITIONS NIVOLOGIQUES ?**

En hiver lorsque l'on évolue sur les massifs karstiques enneigés, on doit s'informer sur l'état du manteau neigeux et sur le risque d'avalanches. Cette prise d'information est complémentaire à celle effectuée tout le long de l'année : les prévisions météorologiques. Pour mémoire le numéro du répondeur des prévisions de Météo France est le 08.36.68.02.XX (où XX est le numéro du département choisi).

#### **3.1. LES BULLETINS NEIGE ET AVALANCHE SUR REPONDEUR.**

Le numéro du répondeur sur les informations neige et avalanche est le 08.36.68.10.20 où que vous soyez en France. Les bulletins neige et avalanche (BNA) sont départementaux. Dans tous les départements, les conditions nivologiques sont spécifiques à chaque massif. Le BNA est diffusé tous les jours du 15 décembre au 30 avril. Du 1<sup>er</sup> mai au 15 juin et du 1<sup>er</sup> novembre au 15 décembre, des informations plus succinctes sont disponibles une fois par semaine (le vendredi), si la situation l'exige.

Les bulletins neige et avalanche comprennent six rubriques :

① L'estimation des risques d'avalanche : indice chiffré et signification du risque par rapport à l'échelle européenne de risque d'avalanche. Cette estimation est donnée par massif et pour 24 h.

② Les conditions d'enneigement : altitude où l'on rencontre les premières traces de neige, l'enneigement moyen, les hauteurs de neige à des points précis...

③ L'état du manteau neigeux : bilan des chutes de neige, description du manteau : les différentes couches en terme de qualité et de stabilité.

④ Un aperçu météo : brève information sur les paramètres prévus ayant une influence sur l'état du manteau neigeux.

⑤ L'évolution du manteau neigeux : transformation attendue du manteau neigeux avec les conséquences sur sa stabilité et l'intensité du risque qui en découle.

⑥ La tendance ultérieure des risques : évolution probable du risque à échéance d'au moins 48 h.

Du 15 décembre au 30 avril, des bulletins de synthèse hebdomadaire (BSH) sont disponibles du jeudi au dimanche au même numéro (08.36.68.10.20). Les BSH résument les phénomènes marquants de la semaine écoulée.

Si l'on se trouve près d'une station de ski ou d'un centre de secours en montagne, on peut s'informer sur l'état du manteau neigeux auprès des pisteurs secouristes, du Peloton de Gendarmerie de Haute Montagne, CRS, bureau des guides, office de tourisme...

#### **3.2. LES BULLETINS NEIGE ET AVALANCHE SUR MINITEL.**

Démarche à suivre proposée par Météo France pour consulter le BNA sur minitel. Extrait de la brochure «*le guide avalanche de Météo France 1996-1997*».

Code d'accès : 36.15 METEO

① Tapez le nom du lieu de votre choix : numéro du département, commune ou massif. ⇒ vous obtenez un bulletin de prévision local à 5 jours et, en bas de page, la liste des rubriques disponibles pour le lieu concerné et accessible par mot-clé.

② Pour les départements montagneux, le mot-clé «MONT» vous donne accès aux informations spécifiques à la montagne, parmi les rubriques suivantes :

| <b>rubriques</b>                       | <b>mot-clé</b>      | <b>contenu</b>   |
|--|---------------------|--|
| Prev/MONTagne<br>HTE Altitude<br>NEIGe | MONT<br>HTE<br>NEIG | prévision météo en montagne<br>relevés en haute montagne<br>informations neige |

③ le mot-clé NEIG vous donne accès aux informations «Neige» disponibles pour le lieu concerné, parmi les rubriques suivantes :

| rubriques     | mot-clé | contenu  |
|---------------|---------|--|
| neige/MASSif  | MASS    | hauteurs de neige par massif                           |
| neige/STATION | STA     | hauteurs de neige par station                          |
| SKI/station   | SKI     | connexion sur 36.15 CORUS (de ski-France)              |
| RESUmé neige  | RESU    | bulletin de synthèse hebdomadaire du manteaux neigeux. |
| AVALanche     | AVAL    | Bulletin neige et avalanche                            |
| ECHelle       | ECH     | échelle européenne du risque d'avalanche               |
| RISQue neige  | RISQ    | communiqué spécial météorologique avalanche            |

Remarques : toute les rubriques du 36.15 METEO sont accessibles depuis la première page du magazine en tapant : le LIEU \* MOT-CLE + la touche «ENVOI».

Exemples : - MONT-BLANC \* AVAL «ENVOI» pour le bulletin neige et avalanche sur le Mont Blanc (en hiver). - 09 \* MONT pour le bulletin montagne de l'Ariège.

### 3.3. L'ECHELLE EUROPEENNE DU RISQUE D'AVALANCHE.

La nouvelle échelle du risque d'avalanche est en place depuis l'hiver 93-94. C'est la seule employée dans tous les pays de l'arc alpin et des Pyrénées. L'échelle européenne du risque d'avalanche comprend cinq degrés de risques croissants numérotés de 1 à 5.

#### ECHELLE EUROPEENNE DU RISQUE D'AVALANCHE à l'intention du public pratiquant la montagne hors des pistes balisées et ouvertes

| indice 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 (*). Seule des coulées ou de 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 dans celles généralement décrites dans le bulletin. Dans certaines situations, quelques départs spontanés d'avalanches de tailles moyennes, et parfois assez grosses, 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 tailles moyennes et parfois grosses, 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.  |



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

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

(\*\*\*) Surcharge indicative = - forte : par exemple, skieurs groupés...  
- faible : par exemple, skieur isolé, piéton...

«Déclenchement» = avalanches provoquées par surcharge, notamment par le(s) skieur(s).

«Départ spontané» = avalanches qui se produisent sans action extérieure.

### **3.4. COMPRENDRE ET INTERPRETER LES BULLETINS NEIGE ET AVALANCHE.**

Les BNA diffusent des informations nivologiques spécifiques à chaque massif en insistant sur l'exposition, l'altitude et les horaires. Il faut donc connaître précisément notre itinéraire d'accès à la cavité de manière à tenir compte de la diversité du type de neige que nous risquons de rencontrer en fonction des versants et des altitudes.

En montagne, le risque zéro n'existe pas. Aucun des 5 indices du risque de l'échelle n'est à négliger. Chacun de ces indices correspond à un niveau de danger pour le pratiquant. Il ne faut absolument pas se fixer un seuil chiffré arbitraire (par exemple : en risque 2, je vais partout). En effet, le BNA est un ensemble d'informations indissociables les unes des autres. Le texte qui illustre l'indice du risque chiffré est primordial.

Pour conclure, je citerai un extrait de la brochure de METEO FRANCE «le temps change vite en montagne» : *«le but des bulletins n'est ni d'interdire, ni d'autoriser la pratique de la montagne enneigée. C'est un outil d'aide à la décision permettant à chacun d'adapter son comportement aux conditions de neige».*

### **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES : 36 ; 37.**



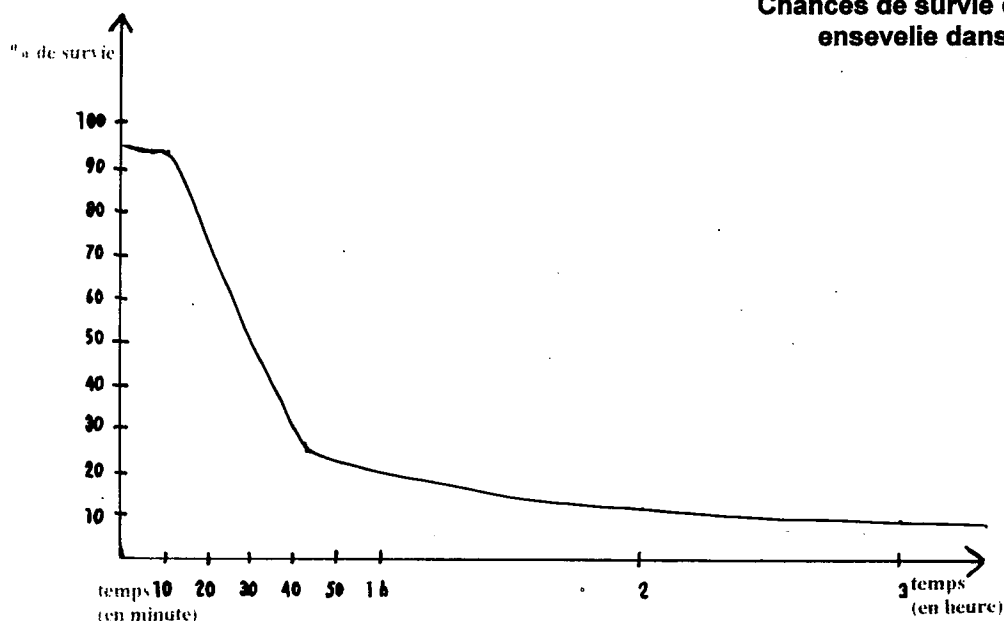
## **4. LE SECOURS EN AVALANCHE**

### **4.1. L'ARVA ET SON UTILISATION.**

#### **4.1.1. L'intérêt de l'ARVA.**

L'ARVA est actuellement le moyen le plus efficace pour retrouver des personnes ensevelies sous la neige. D'après les statistiques de l'ANENA (Association Nationale d'Etude de la Neige et des Avalanches), pour l'hiver 95-96 le pourcentage du nombre de victimes retrouvées par l'ARVA par rapport au nombre total d'ensevelies est le plus fort : soit 26%. Les chiens : 19%, fonte printanière : 13%, sondage organisé : 11%.

De plus l'ARVA est un moyen de recherche immédiatement mis en oeuvre par les témoins de l'avalanche (contrairement à la mise en alerte des secours organisés) et permet une localisation rapide de la victime. Ce facteur temps est primordial pour les chances de survie des personnes ensevelies : jusqu'à 15 minutes après l'ensevelissement, les chances de survie s'élèvent à 93% (à condition qu'elles n'aient pas été mortellement blessées et qu'elles reçoivent les premiers soins). Entre 15 et 45 minutes, le pourcentage de survie chute à 25% (source : «ARVA mode d'emploi» ANENA, février 1996).

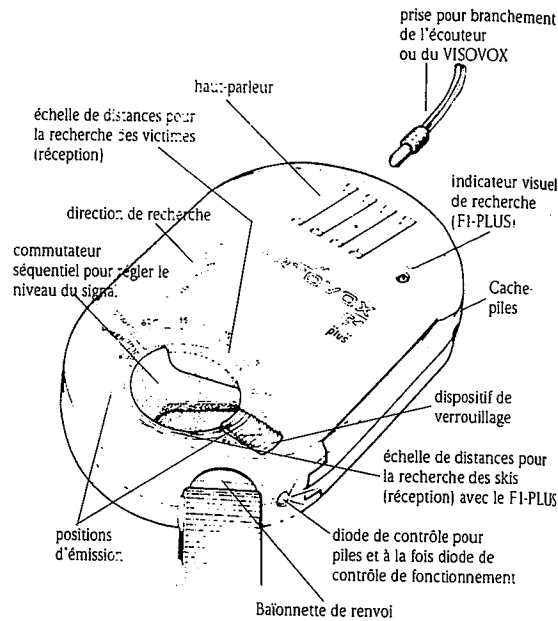


#### **4.1.2. Description de l'ARVA.**

L'ARVA est un Appareil de Recherche de Victimes d'Avalanche. C'est un appareil électronique émetteur et récepteur par simple basculement d'un bouton. Depuis 1992, tous les ARVA sont compatibles entre eux, car il a été décidé au niveau international de ne fabriquer que des appareils monofréquence haute (457 KHZ).

Il est de petite taille (20x80x120mm) et de faible poids (250g). Il se fixe sur le buste à l'aide de sangles.

En mode émission, l'ARVA crée un champ magnétique qui rayonne vers l'extérieur. En mode réception, l'ARVA capte le signal (d'un ARVA en émission) amplifié et converti en ondes sonores (un bip). Plus le récepteur est proche de l'émetteur, plus le signal sonore est fort. Un potentiomètre gradué permet de faire varier l'intensité sonore du bip, en jouant sur la sensibilité du récepteur. Par crans successifs, on passe de la portée maximale (40 à 80 mètres suivant les appareils) à la portée minimale (0 à 2 mètres). De plus en plus de modèles possèdent une ou plusieurs diodes lumineuses en complément du bip sonore.



#### **4.1.3. Utilisation de l'ARVA.**

Vérifier l'état des piles avant chaque utilisation (les ARVA ont des systèmes permettant de connaître la charge des piles). Avant le départ (à la voiture, en sortant du refuge...) on contrôle que chaque appareil fonctionne en mode émission et réception.

On fixe l'ARVA sur soi dès le départ en le positionnant sur le mode émission. Il ne faut pas attendre de passer dans une «zone à risque» pour le mettre en marche prétextant que l'on économise les piles. L'ARVA se fixe près du corps sur la première couche de vêtements et non à l'extérieur sur la veste ou la polaire. Cela permet de le protéger (pas d'arrachage) lorsque la victime est emportée par une avalanche, et d'éviter que les piles ne se déchargent plus rapidement au contact du froid. L'ARVA ne se place pas dans le sac à dos ou dans une poche de la veste.

En fin de journée, on débranche, on sèche l'ARVA et on le range dans un endroit sec. Les ARVA n'apprécient guère le fond d'un sac à dos humide.

## **4.2. LA RECHERCHE A L'ARVA.**

La recherche comprend plusieurs étapes :

- ① la recherche du premier signal,
- ② l'approche avec deux méthodes : la méthode en croix ou la méthode directionnelle,
- ③ la recherche finale.

### **4.2.1. La recherche du premier signal.**

Pour la recherche on détache l'ARVA du corps et on le positionne en mode réception, le potentiomètre réglé sur le premier cran (la portée de recherche maximale). Tous les membres de l'équipe doivent passer en mode réception pour éviter de se chercher mutuellement.

Tout en avançant, on oriente l'ARVA dans toutes les directions jusqu'au premier signal. On ne modifie plus la position de l'appareil jusqu'à ce que le signal augmente nettement d'intensité.

### **4.2.2. Les méthodes d'approche.**

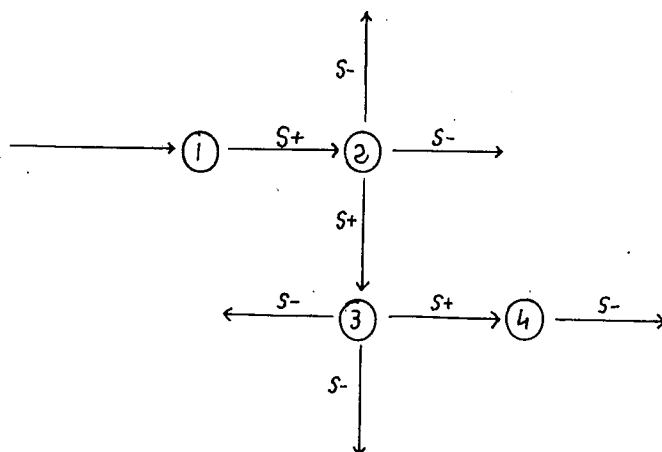
Les deux méthodes sont efficaces avec chacune leurs avantages et inconvénients. Chacun a sa préférence, le plus important étant de maîtriser parfaitement une des méthodes.

Lorsqu'il y a plusieurs personnes ensevelies, on perçoit plusieurs signaux. Il faut alors se concentrer sur la plus forte intensité et ne plus faire attention aux autres.

#### 4.2.2.1. La méthode en croix :

A la réception du premier signal, le chercheur continue tout droit. Le signal augmente, atteint un maximum, puis baisse. Dès que le signal décroît, on revient en arrière pour atteindre l'intensité maximale. A ce point, on baisse le potentiomètre et l'on choisit arbitrairement une direction perpendiculaire (à droite ou à gauche). On se rend très vite compte si l'on est parti du bon côté (le signal augmente) ou du mauvais côté (le signal baisse).

Du bon côté, le signal va augmenter pour atteindre un maximum. A ce point même opération : on baisse le potentiomètre et on part en angle droit. On répète la même opération jusqu'à ce que le potentiomètre soit positionné sur l'un des deux derniers crans.



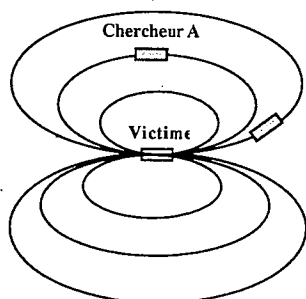
Méthode en croix

#### Légende :

- direction de marche
- S+ le signal augmente
- S- le signal baisse
- ① premier signal
- ② baisser le potentiomètre
- ③ baisser le potentiomètre
- ④ zone de recherche finale

#### 4.2.2.2. La méthode directionnelle :

Le principe est simple : on suit les lignes de champs électromagnétique émis par l'appareil enseveli pour arriver jusqu'à lui. Lorsque l'ARVA du chercheur est parallèle à la ligne de champs comme en A, le son est maximum. Lorsqu'il est perpendiculaire le son est minimum.



Dès la réception du premier signal, on tourne l'ARVA devant soi sur un plan horizontal pour déterminer la direction dans laquelle le signal sonore est le plus fort. On suit cette direction sur 5 mètres. On s'arrête et on cherche à nouveau la direction du signal maximum, en réduisant l'intensité du son avec le potentiomètre dès que cela est possible.

Lorsque le potentiomètre est sur l'un des deux derniers crans (portée de recherche minimale), on se trouve proche de la victime. On passe alors à la recherche finale.

#### 4.2.3. La recherche finale.

La recherche finale se fait toujours en croix. On place l'ARVA au ras de la neige. On déplace l'ARVA parallèlement au sol sur trois mètres environ. Lorsque le point de signal maximum est localisé, on repart à sa perpendiculaire sans modifier la position de l'ARVA. Le nouveau point d'intensité maximum est à peu près à l'aplomb de la victime.

Remarque : Il existe parfois deux points d'intensité maximale (cela se produit lorsque les appareils émetteur et récepteur sont perpendiculaire l'un à l'autre). La victime se trouve alors au milieu des deux points. Avant de creuser à la pelle, se servir de la sonde pour déterminer la profondeur et l'endroit exact où se trouve la victime.

#### 4.2.4. En cas de panne ou de perte de l'ARVA...

La méthode dite "de la cordelette" peut constituer un pis aller. On traîne attachée à soi une cordelette de 15 à 20 mètres de long avec si possible un ballon à son extrémité, ou un flotteur quelconque : chausson néoprène, sac plastique gonflé, sac poubelle... tout ce qui peut avoir une chance de rester en surface lors de l'avalanche !

#### **4.2.5. Conclusion.**

Il est primordial de s'entraîner régulièrement et de maîtriser parfaitement une technique de recherche avec ARVA pour être efficace en cas de secours en avalanche. En effet le facteur émotionnel peut jouer défavorablement à l'efficacité de la recherche. De plus l'ARVA, sans sonde et pelle perd considérablement de son efficacité : la localisation rapide à l'ARVA est inutile si l'on creuse à la main sur une surface importante non délimitée avec précision.

### **4.3. CONDUITE A TENIR EN TANT QUE VICTIME D'AVALANCHE.**

#### **4.3.1. Que faire pendant l'avalanche ?**

Tout va généralement très vite et vous n'aurez certainement pas le temps de réfléchir. C'est votre instinct de survie qui va dicter votre conduite. Voici cependant quelques conseils, difficiles à suivre en même temps, du fait de leur complexité et de leur diversité.

##### **L'avalanche se déclenche au dessus de vous :**

- essayer de s'échapper latéralement pour rejoindre un bord de la zone d'écoulement. Pour cela, on prend un peu de vitesse en se lâchant dans la pente (les skis écartés) puis on fuit sur le coté.

##### **L'avalanche se déclenche sous vos pieds :**

- essayer de fuir latéralement (se sera dur, car la neige est en mouvement).  
- essayer d'empêcher de se faire ensevelir en cherchant à se débarrasser le plus possible du matériel : lanières des skis, dragonnes, bâtons, skis. Si le sac est lourd, on l'enlève pour éviter de se faire entraîner profondément. Au contraire si le sac est léger, on le garde, il protège des coups et du froid lorsque l'on est bloqué sous la neige.

- essayer de rester en surface en prenant appui sur les blocs de neige (en poudreuse, on fait des mouvements de natation).

- essayer de protéger ses voies respiratoires en fermant la bouche (ne pas crier) et en repliant les bras devant le visage.

- essayer de se cramponner à tout obstacle pour ne pas être emporté.

#### **4.3.2. Que faire quand l'avalanche s'arrête ?**

- essayer de faire une poche d'air devant le visage, mains et bras repliés devant la figure.  
- essayer de faire un espace autour de soi en bougeant tout son corps.  
- essayer de garder son calme (l'affolement augmente la consommation d'oxygène).  
- essayer de creuser vers le haut. Si la lumière ne traverse pas la neige, saliver pour connaître la direction à creuser.

- essayer de ne pas s'endormir.

### **4.4. CONDUITE A TENIR EN TANT QUE TEMOIN D'UN ACCIDENT D'AVALANCHE.**

#### **4.4.1. Que faire pendant l'avalanche ?**

- essayer de se mettre à l'abri de l'avalanche ou d'une autre coulée.  
- essayer de repérer les points de disparition des victimes. Les recherches s'effectueront donc en aval de ces points.

#### **4.4.2. Que faire quand l'avalanche s'arrête ?**

C'est dans le premier quart d'heure que les chances de dégager une personne vivante sont les plus importantes, il faut donc intervenir rapidement et sans affolement. Un responsable (le plus expérimenté et le plus calme) doit prendre les choses en main et organiser la recherche.

- Placer un guetteur dans le cas où une seconde avalanche se déclencherait.

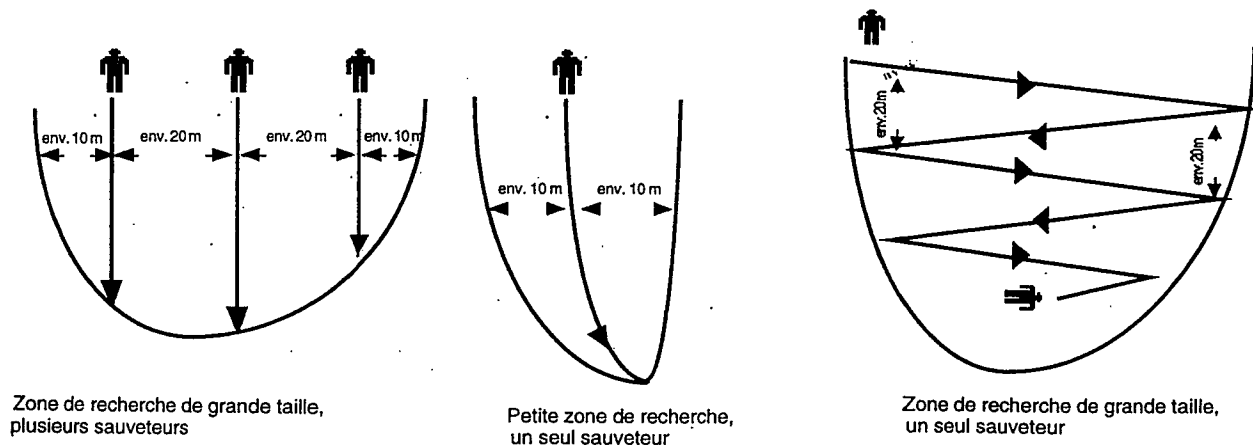
- Chercher rapidement les indices de surface : une partie de la victime peut apparaître.

- Ecouter pour entendre des cris : la victime peut être consciente sous une faible épaisseur de neige.

- Marquer les points où les victimes ont été vues pour la dernière fois.

- Positionner tous les ARVA en mode réception pour ne pas gêner les recherches.
- Commencer la recherche énergiquement et avec calme à l'aide de son ARVA en aval des derniers points où les victimes ont été vues, et dans les zones préférentielles : replats, creux, amont des rochers, etc...
- Pour le balayage de l'avalanche et la recherche du premier signal, on procède de la façon suivante :

#### Recherche du premier signal\*



Zone de recherche de grande taille, plusieurs sauveteurs

Petite zone de recherche, un seul sauveteur

Zone de recherche de grande taille, un seul sauveteur

\*extrait de la brochure «ARVA mode d'emploi», ANENA, 1996.

La recherche se fait à pied ou à skis suivant le type de neige et la distance à parcourir.

Une recherche en avalanche doit se faire en silence pour ne pas perturber les autres sauveteurs et ne pas affoler les victimes qui peuvent entendre des propos défaitistes sous une faible épaisseur de neige.

Au bout d'un quart d'heure de recherche deux cas peuvent se présenter :

- les victimes ont été dégagées.
- il reste des personnes ensevelies que vous n'arrivez pas à localiser.

Dans les deux cas, il faut déclencher l'alerte en ayant pris les informations précises sur l'état des victimes et l'avancement des recherches.

#### 4.4.3. Dégagement de la victime.

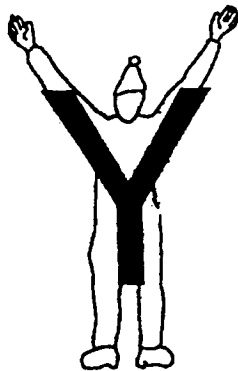
Une fois la personne ensevelie localisée avec l'ARVA, on se sert de la sonde. Il faut sonder pour connaître avec précision l'endroit et la profondeur où se trouve la victime. En terrain raide, on sonde perpendiculairement à la pente et non verticalement. On manipule la sonde avec des gants pour ne pas la réchauffer ( la sonde peut coller à la neige). On sonde avec précaution pour ne pas blesser la victime.

Le dégagement se fait avec la pelle. Creuser efficacement sans perte d'énergie inutile. La sonde permet de savoir lorsqu'on approche de la personne ensevelie. Manier alors la pelle avec précaution pour ne pas la blesser. Essayer de dégager la tête et le thorax.

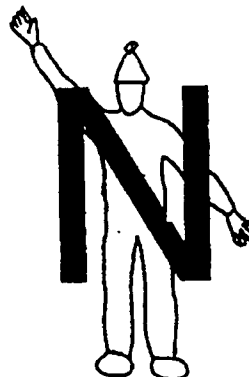
Ne pas oublier d'éteindre l'ARVA de la victime pour continuer les recherches.

Une personne extraite d'une avalanche doit être mise en attente avec beaucoup de précautions car elle risque de souffrir de fractures : il faut l'isoler du sol, du froid et lui donner les premiers soins. Le lieu d'attente des secours dépendra des différents paramètres de la situation : nombre de personnes, météo, proximité d'un refuge, risque d'un nouveau déclenchement d'avalanche, temps d'arrivée probable des secours...

La plupart des évacuations des accidents de montagne se font par hélicoptère. Prévoir une DZ (Drop-Zone = aire d'atterrissage) : surface plane de 4 m sur 4 m, dégagée et matérialisée. Aucun objet ne doit s'envoler à l'approche de l'hélicoptère : faire attention aux cordes non lovées, aux couvertures de survie, aux vêtements... Le meilleur balisage étant une personne immobile les bras en V (voir croquis extraits de Montagne Magazine page suivante). Lorsque l'hélicoptère approche, s'agenouiller et ne plus bouger : suivant les conditions météo, la personne agenouillée sera le seul repère visuel pour le pilote. Attendre les consignes de l'équipage.



YES nous avons besoin d'aide



No nous n'avons pas besoin d'aide

#### **4.5. L'ALERTE**

Une bonne alerte est primordiale pour l'évacuation efficace des victimes. Les renseignements fournis aux équipes de secours doivent être concis et précis.

Si le nombre est suffisant, il faut redescendre dans la vallée (ou le refuge le plus proche équipé de radio ou de téléphone) à deux avec les ARVA en émission. La descente se fait de manière soutenue mais sans affolement et sans prise de risque.

En montagne se sont la gendarmerie (Peloton de Gendarmerie de Haute Montagne) et/ou les C.R.S. de montagne qui assurent les secours. Si vous ne connaissez pas les coordonnées des organisations de secours de la zone, composez le 17 (gendarmerie).

##### **4.5.1. Les renseignements sur le lieu de l'accident.**

- Nom du massif, de la commune la plus proche, nom du lieu ou point le plus proche nommé sur la carte, altitude, exposition, versant.
- L'idéal est de compléter les renseignements ci dessus par les coordonnées géographiques de la carte.
- Balisage laissé sur place (il ne doit pas s'envoler à l'arrivée de l'hélicoptère).

##### **4.5.2. Les renseignements sur les personnes .**

Il faut indiquer :

- le nombre de victimes
- un bilan pour chaque victime : âge, sexe, répond-il ?, peut-il bouger tous ses membres?, saigne-t-il ?, respire-t-il ?, a-t-il un pouls ?, les soins déjà prodigués.
- nombre de personnes encore ensevelies.
- équipement des personnes (ARVA, vêtements, réchaud...)
- le nombre de personnes sur place.

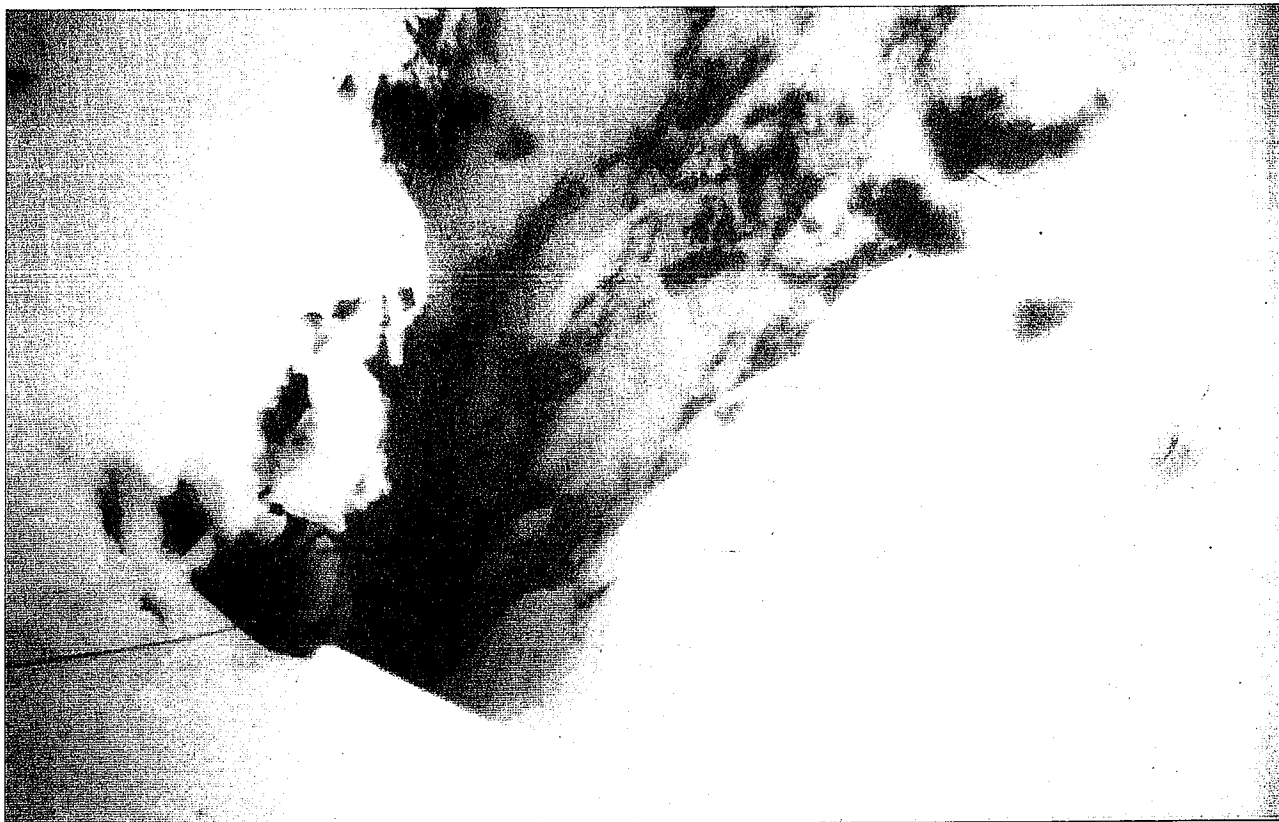
##### **4.5.3. Les renseignements complémentaires .**

Il faut indiquer :

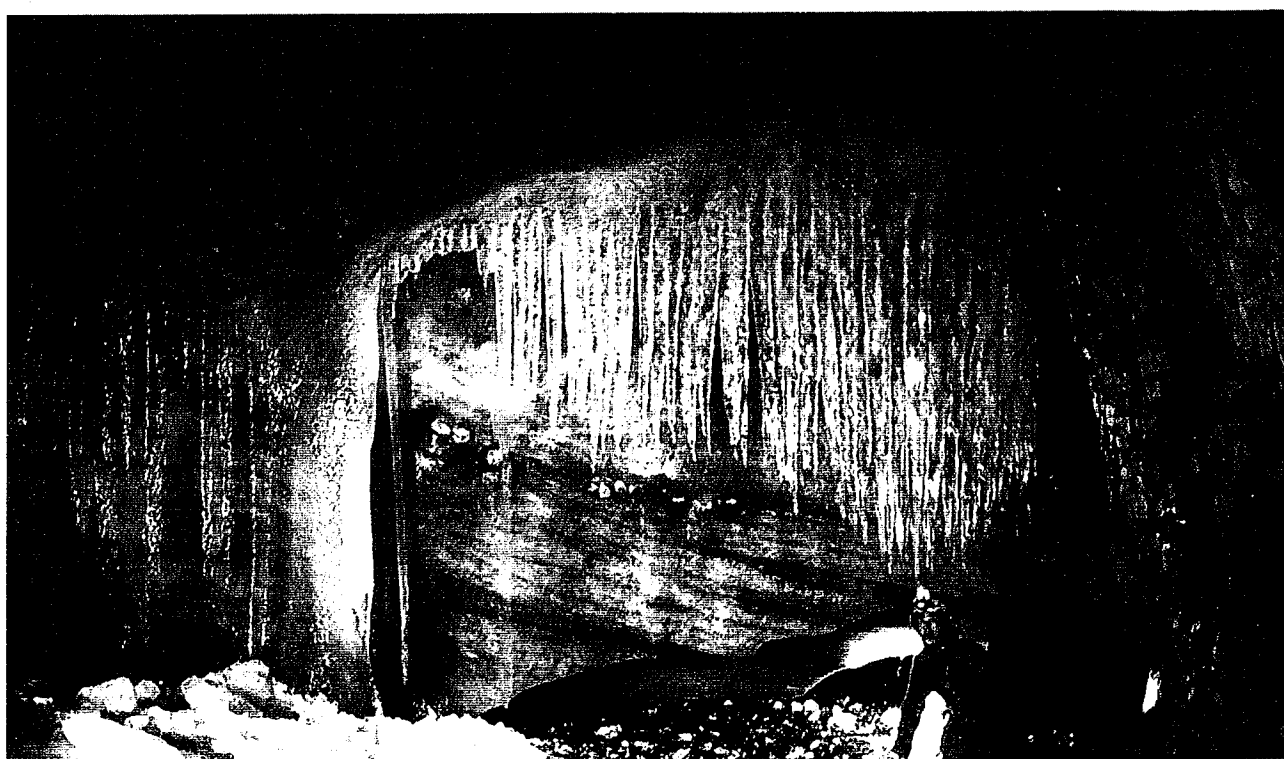
- les coordonnées et l'identité de l'appelant.
- heure, nature et circonstance de l'accident
- renseignements pour l'hélicoptère : météo, peut-il se poser ?, la DZ et son balisage.

Faut-il prévoir un hélitreuillage ?

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES** : 1 ; 3 ; 40 ; 44 ; 47 ; 50.

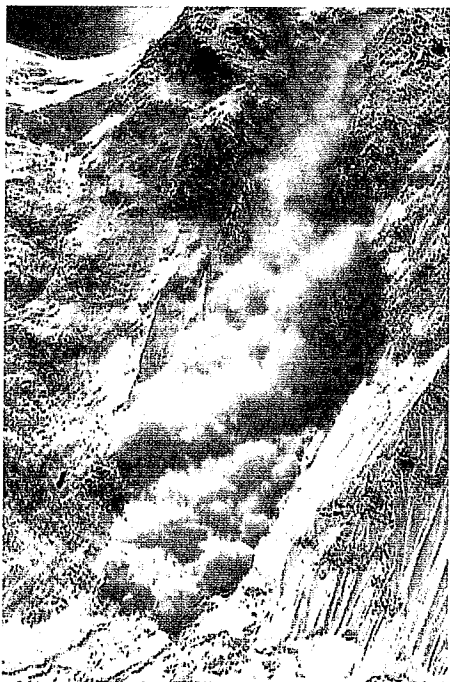


*Stage Moniteur EFS, Toussaint 93 : l'entrée du P7 (mont Béas, Ariège). Photo Nicolas Clément.*



*L'Armoire à Glace (Vercors). Photo Serge Caillault.*

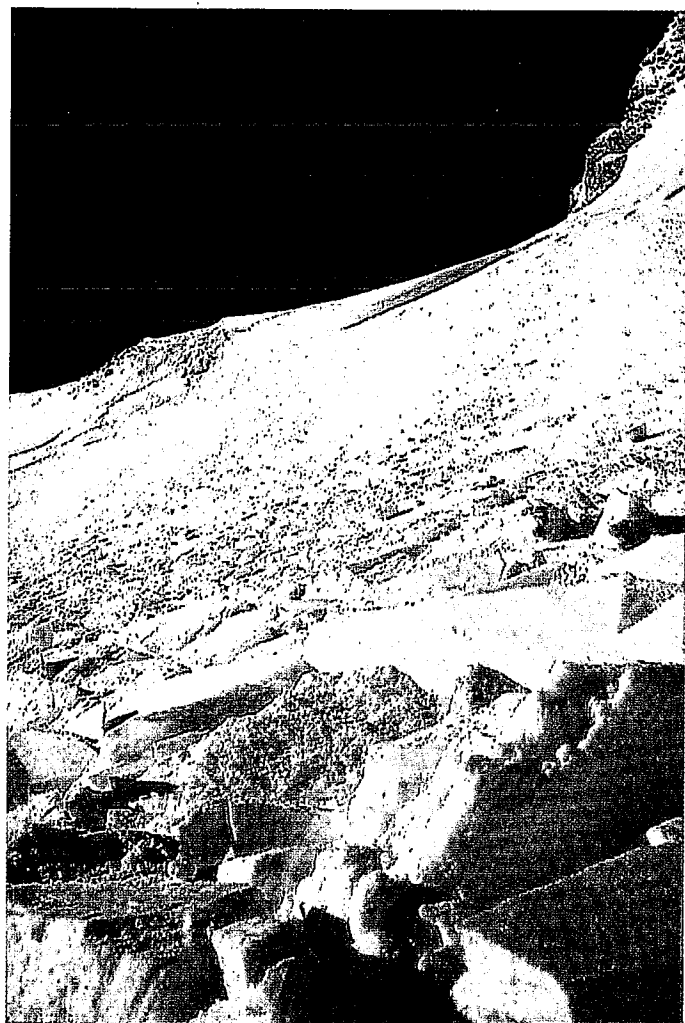




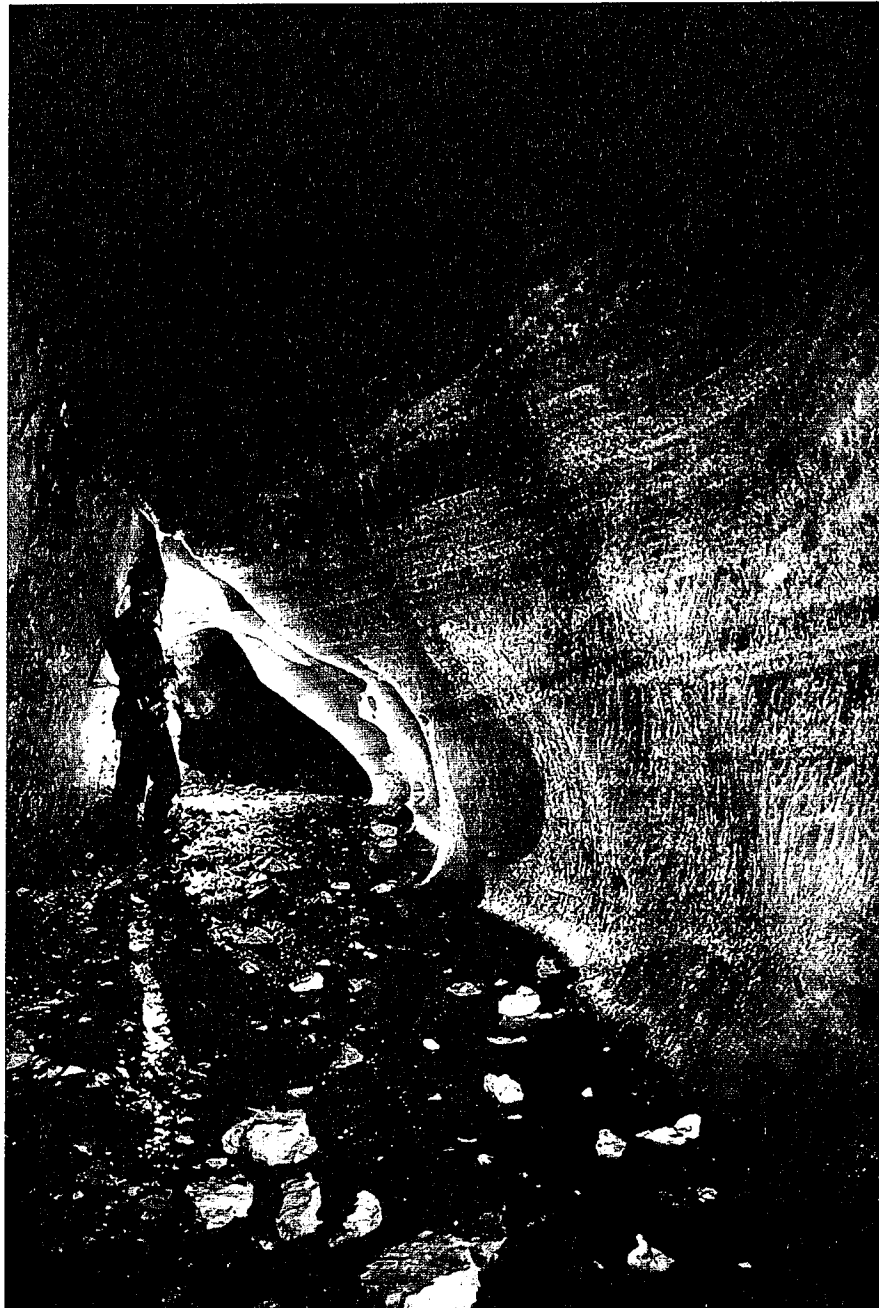
**Avalanche en aérosol**  
(extrait du guide "neige et avalanches",  
1996, Edisud). *Photo P. Beghin*



**Avalanche de fonte**  
(extrait B.T. n° 1042)



**Départ en plaque**  
*Photo C. Ancey*

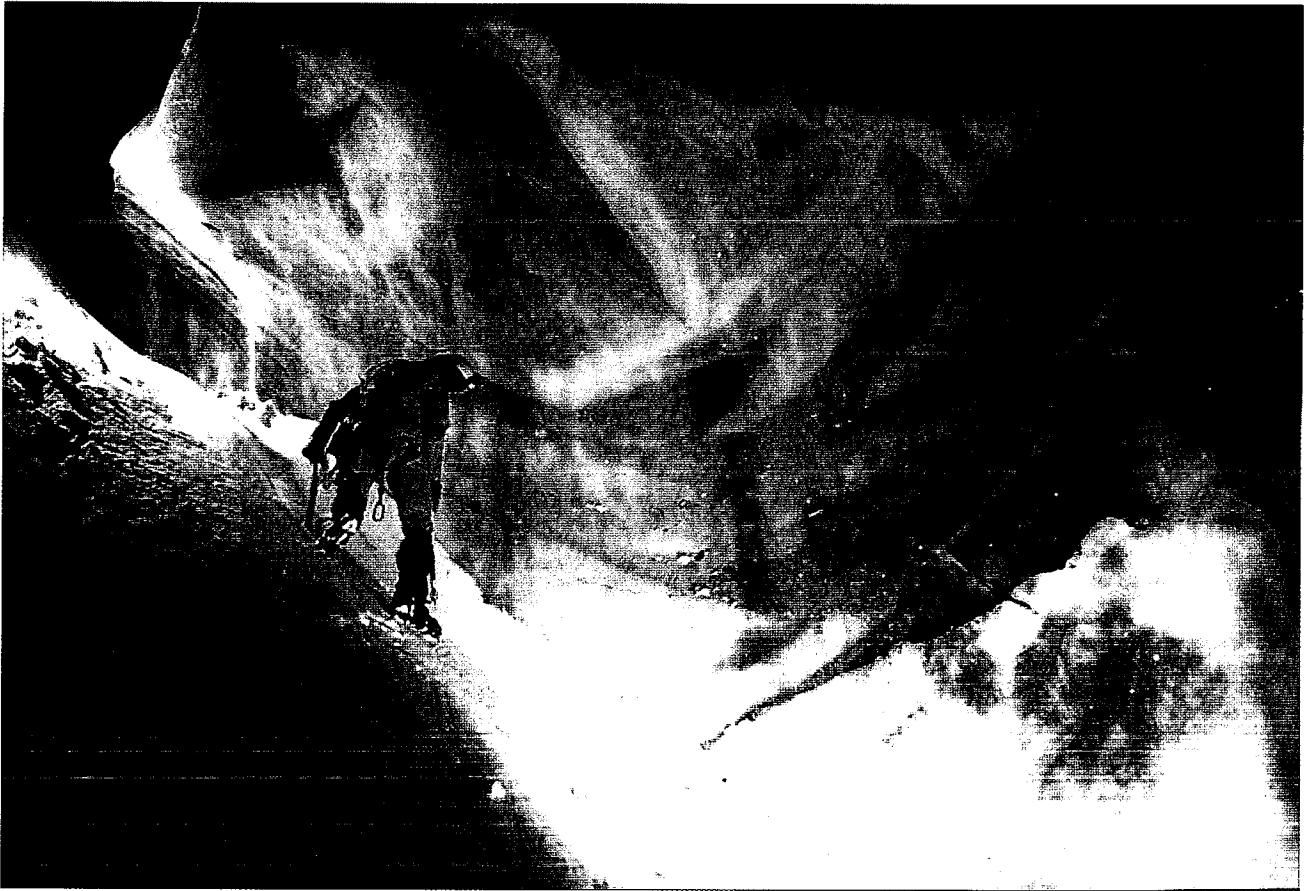


*L'Armoire à Glace (Vercors). Photo Serge Caillault.*



**IGN TOP 25, 1947 OT.**

Avec l'aimable autorisation de reproduction du centre interrégional centre-est de l'IGN à Villeurbanne.



*Chouroum Clos (Dévoluy). Photo Serge Caillault.*



## **5. L'EQUIPEMENT INDIVIDUEL.**

### **5.1. L'EQUIPEMENT POUR L'ACCES.**

Pendant l'hiver sur nos massifs karstiques d'altitude, l'équipement de montagne est indispensable. Les conditions météorologiques et nivologiques nous imposent un équipement adapté pour progresser en toute sécurité.

Certaines journées d'hiver ressemblent parfois aux douces journées du printemps. Méfions nous de ces conditions apparemment printanières, le temps change vite en montagne : la neige, le vent et le brouillard peuvent nous accueillir après l'explo. Le sous-vêtement léger utilisé pendant l'approche peut devoir être recouvert de plusieurs couches au retour.

#### **5.1.1. Les vêtements.**

Le système multicouches doit être privilégié, il offre du confort et plusieurs avantages.

La première couche, qui se met à même la peau, est le sous vêtement qui permet de rester au sec pendant l'effort.

La deuxième couche, est la fibre polaire qui s'utilise comme régulateur thermique, c'est elle qui apporte la chaleur.

La troisième couche, est la veste de protection contre les intempéries (vent, pluie, neige). Elle doit avoir une bonne respirabilité.

L'intérêt du système multicouches et de pouvoir moduler le port des vêtements en fonction de l'effort et des conditions météorologiques. Une montée raide va engendrer un effort intense et une production de chaleur de la part de l'organisme. Une descente à ski va refroidir l'organisme à cause du vent provoqué par le déplacement rapide du skieur. Aucun vêtement ne sera efficace pour la montée et pour la descente. Dans un cas il sera trop chaud, dans l'autre pas assez. Le problème est identique lorsque les conditions météorologiques évoluent : un même vêtement peut difficilement être utilisé à la fois par temps ensoleillé et par temps de neige. Le système multicouches permet la polyvalence en enlevant ou ajoutant une ou plusieurs épaisseurs.

##### **5.1.1.1. La première couche (le sous vêtement) :**

La première couche est importante et ne doit pas être négligée. Beaucoup de produits sont présents sur le marché (fibres synthétiques, soie, coton...), nous nous garderons d'imposer un choix, mais nous essayerons de donner des éléments permettant de choisir.

Le sous vêtement se porte à même la peau, il doit donc être agréable et se faire oublier en toutes conditions. Pour cela, il doit évacuer la transpiration, tenir chaud et sécher rapidement. Les fibres synthétiques répondent à ces critères. Un avantage supplémentaire de ces fibres est leur faible poids.

Les fabricants de tissus mélangent de plus en plus les fibres naturelles aux fibres synthétiques pour attirer les personnes réticentes à ces dernières, qui leur reprochent un contact désagréable et la rétention des mauvaises odeurs. Cet apport de fibres naturelles entraîne une augmentation du temps d'évacuation et de séchage.

Les sous vêtements en soie sont moins présents sur le marché, ils ont pourtant de bonnes qualités. La soie est une fibre naturelle légère, résistante, chaude, qui absorbe et évacue la transpiration du corps. Son contact est agréable et elle n'emprisonne pas les mauvaises odeurs.

La laine a aussi ses partisans, mais bien souvent elle gratte, et la porter n'est pas toujours agréable.

Le coton est à proscrire, car il retient l'humidité, et devient froid dès que l'organisme n'est plus en activité. On a donc froid avec des sous vêtements en coton.

Les sous vêtements existent sous forme de tee-shirt (manche courte ou longue), polo manche longue avec col montant et zip, caleçon long, combinaison intégrale. Chacun offre ses avantages et inconvénients : la combinaison protège bien les reins mais empêche de dissocier le haut du bas, les polos à col roulé peuvent être trop chauds lorsque le printemps arrive... L'idéal étant de posséder plusieurs modèles et de les adapter à la situation.

#### 5.1.1.2. La deuxième couche (la polaire) :

La polaire n'est plus réservée aux pratiquants de la montagne, elle est devenue un vêtement à la mode. Cela a entraîné une profusion de modèles sur le marché, de qualités très variables. Nous écarterons les polaires «mode» qui ne répondent pas aux exigences de la montagne.

Le rôle essentiel de la polaire est d'apporter de la chaleur. Cet apport de chaleur ne se fait pas au détriment de la légèreté, car la fibre polaire est légère. Un tissage particulier permet aux fibres de retenir un important volume d'air entre elles (l'air est un excellent isolant). La fibre polaire retient peu l'humidité et sèche très vite.

Plusieurs épaisseurs de polaires sont disponibles (100 à 300 g/m<sup>2</sup>). Pour la montagne, la moyenne se situe autour de 250 g/m<sup>2</sup>. Par grand froid, on peut superposer une polaire de faible épaisseur avec une grosse polaire. Classiquement on trouve deux formes : le blouson (ouverture intégrale sur le devant) et les pulls (ouverture sur le haut).

Il existe des polaires techniques (nombreux renforts, nombreuses poches, membranes intérieures coupant le vent...). Ces polaires dont le prix est nettement plus élevé ne sont pas indispensables dans le système multicouches, car la veste technique assure une bonne protection. Elles sont réservées à d'autres utilisations.

Sauf par grand froid, le pantalon polaire est rarement indispensable entre le sous vêtement et le surpantalon. Au niveau des jambes, deux épaisseurs suffisent la plupart du temps pour l'accès à la cavité.

La sous-combinaison polaire utilisée sous terre pour l'explo n'est pas toujours adaptée à la marche d'approche. Elle peut être trop chaude au départ dans la vallée, elle va devenir humide et perdra de son confort pour l'explo. De plus, on ne peut pas désolidariser le haut du bas : une longue marche avec le haut de la sous combinaison noué à la taille, qui descend régulièrement en gênant la marche, et qui empêche de caler convenablement le sac à dos sur les hanches, n'est pas du plus agréable.

#### 5.1.1.3. La troisième couche (les vêtements de protection) :

Nous n'évoquerons que les vêtements de montagne (surveste, surpantalon...), en écartant ceux du ski (anorak, fuseau...).

Dans les vêtements de protection, on trouve le blouson, la cagoule (blouson avec capuche sans ouverture totale sur le devant), la veste, le surpantalon, la sursalopette et la sur-combinaison. Certains de ces vêtements ne sont pas très adaptés pour notre activité : la cagoule sans ouverture totale ne permet pas de ventiler correctement lors d'un «coup de chauffe», de plus il faut l'enfiler par la tête (obligé d'enlever le casque à cause de l'acétylène). La combinaison est utilisée pour les conditions difficiles en alpinisme, ce qui est rarement le cas des approches spéléo.

Pour l'accès à la cavité, le blouson, la veste, le surpantalon et la sursalopette sont adaptés. Chacun de ces vêtements ont leurs inconditionnels et leurs détracteurs. Le blouson permet une marche aisée, mais ne protège pas le bas du dos. Il est conseillé de le coupler avec une sursalopette (meilleure protection du dos) à la place du surpantalon.

La veste descend suffisamment, mais certains lui reprochent un «manque d'aisance». Par contre les vestes sont souvent pourvues de beaucoup de poches bien conçues. La sursalopette assure une bonne protection ventrale et dorsale. Cela permet de l'utiliser sans veste tout en ayant une bonne partie du corps protégé du vent, mais en laissant «libres» les épaules et les bras (appréciable lors d'une montée soutenue en ski de randonnée). Ses détracteurs lui préféreront le surpantalon, qui assure une meilleure ventilation (la protection en sera moins bonne dans de rudes conditions).

Ces différents vêtements de protection doivent répondre aux exigences suivantes : protéger contre le vent, la pluie, la neige tout en évacuant la transpiration. Ces vêtements imper-respirants ne sont pas chaud, mais ils évitent au corps de perdre sa chaleur.

Plusieurs tissus, membranes ou enductions sont utilisés par les fabricants avec chacun leurs arguments de vente. On peut cependant les classer en deux groupes :

- les membranes qui fonctionnent grâce à un procédé physique : la membrane est percée de petits trous qui évacuent la transpiration, mais empêche l'eau de rentrer ;
- les enductions qui fonctionnent grâce à un procédé chimique : la vapeur d'eau est absorbée dans la structure moléculaire de l'enduction (coté corps) puis évacuée sur l'autre face (coté extérieur).

Les fabricants proposent des produits avec des caractéristiques techniques différentes pour répondre à l'attente d'un large public. On va trouver des vêtements légers et souples (la recherche de l'aisance sera privilégiée), des produits offrant une excellente protection et une bonne résistance à l'abrasion, des capuches facilitant la vision, des soufflets anti-neige, etc...

#### 5.1.1.4. Protection de la tête et des mains :

Pour la tête, choisir entre un bonnet, une casquette avec protège oreilles, et une cagoule (c'est elle qui offre la meilleure protection).

Pour compléter la tenue, il faut bien évidemment des gants ou moufles (plus chaudes mais moins pratiques pour les manipulations). La superposition gants (ou moufles) en laine ou polaire et surgants (ou surmoufles) est efficace contre le froid, et elle permet de pouvoir utiliser les gants seuls lorsqu'il ne fait pas froid. Par grand froid, on peut utiliser une troisième couche : les sous-gants en soie.

### 5.1.2. Les chaussures et accessoires.

#### 5.1.2.1. Les chaussures :

Si l'on effectue l'approche à ski, le problème des chaussures est réglé. Par d'autres moyens, il faut des chaussures de «grande randonnée» et «montagne». Ces modèles offrent une bonne isolation thermique, permettent de marcher sur neige dure et sont adaptés aux crampons. Les chaussures de «trekking» ne sont pas suffisantes. La botte spéléo en caoutchouc n'est pas adaptée à l'hiver : elle n'est pas chaude, elle manque de rigidité, elle manque d'accroche pour neige dure.

On peut choisir entre les chaussures cuir et les coques plastiques. Le cuir offre sur certains modèles plus de souplesse que sur les coques mais nécessite un entretien plus rigoureux. Les coques plastiques ont une meilleure étanchéité, un chausson amovible (utile dans les refuges et les tentes) mais elles sont accusées par leurs détracteurs d'empêcher les pieds de respirer.

#### 5.1.2.2. Les accessoires :

Attention à la vue : un ciel nuageux ou le brouillard absorbe très peu les ultraviolets. De plus la température souvent basse donne l'impression d'atténuer les rayonnements des U.V.

Les lunettes : elles sont indispensables et doivent être efficaces en couvrant tout l'oeil avec des verres de haute qualité (bonne vision, pas d'éblouissement par le soleil, anti U.V.). Les coques sur le côté améliorent la protection contre le soleil mais aussi contre le vent (les yeux qui pleurent) et la neige.

Les produits solaires (crèmes et sticks pour les lèvres) : ils doivent avoir un indice de protection élevé (au moins 25). Respectez la posologie du produit pour une réelle protection. Les parties les plus sensibles sont les zones exposées et saillantes : nez, oreilles, lèvres, front...

### 5.1.3. L'équipement technique.

Le matériel concernant les différents moyens d'approche (ski, raquettes...) sera abordé dans le chapitre «accès à la cavité».

#### 5.1.3.1. Le sac à dos :

Le temps d'approche qui peut être long et la lourde charge à porter (matériel spéléo et matériel montagne) nécessitent un portage efficace et confortable. Privilégier le sac à dos ou la claie de portage (quelque fois la claie sera une gêne : ski de rando), au détriment des kits-sherpa qui seront vite pleins et pas très confortables.

#### 5.1.3.2. Le piolet et les crampons :

Le piolet et les crampons ne sont pas toujours utiles. Les prendre lorsque l'approche à la cavité le nécessite. En cas de doute, ne pas hésiter à les emmener car il est toujours dommage d'annuler une sortie spéléo à cause d'un manque de matériel.

Le piolet : on peut diviser les piolets en trois catégories :

① Les piolets classiques : ils s'utilisent pour la randonnée et les courses faciles sur pente neigeuse peu raide (utilisation en piolet canne, ramasse, taille de marche). Choix de la taille : lorsque la personne est debout et le piolet en main, la pointe inférieure doit arriver au niveau de la cheville (ajouter 5 à 10 cm si on l'utilise comme support à la marche).

② Les piolets intermédiaires et techniques : ils s'utilisent sur pente neigeuse raide et course de glace. Ils s'emploient en piolet canne et possèdent un bon ancrage. Choix de la taille : la personne debout et le piolet en main, la pointe inférieure doit arriver 5 à 10 cm au dessus de la cheville.

③ Les piolets modulaires : ils s'utilisent en course très technique et cascade de glace. Ce type de piolet n'est nécessaire qu'exceptionnellement pour l'approche en spéléo.

Notre choix de piolet s'effectuera entre les deux premières catégories. Les piolets classiques longs utilisés pour la marche sur des pentes peu raides sont rarement très utiles. Les bâtons sont souvent plus adaptés : l'appui pour la marche est meilleur, le bâton ne s'enfonce pas. Dans la catégorie intermédiaire et technique, on trouve des piolets de ski alpinisme, courts et légers. Ce type de piolet est adapté à notre activité : pendant l'approche, on évolue le plus souvent à skis, à raquettes lourdement chargé où l'on a besoin d'appuis avec les bâtons. Donc le piolet reste sur le sac. Dans les passages plus raides où le piolet devient un élément de sécurité, le modèle de ski alpinisme convient tout à fait pour enrayer une chute. Le choix du piolet est très personnel, il dépend de ses habitudes et de sa technique.

Les crampons et les attaches : on classe généralement les crampons en quatre catégories :

- ① Les crampons pour la rando : névés, pentes peu raides. Ils ont 8 à 10 pointes.
- ② Les crampons intermédiaires : pentes plus prononcées (voies normales), cramponnage frontal possible. Ils ont 12 pointes.
- ③ Les crampons techniques : voies glaciaires techniques, bon cramponnage frontal. Ils ont 12 pointes.
- ④ Les crampons pour cascade de glace : très bon ancrage dans tous types de glace. Ce type de crampons étant très spécifiques nous nous y pencherons pas.

Les crampons techniques ont une très bonne polyvalence, car ils peuvent être utilisés aussi bien en forte pente sur glace que sur de faibles pentes en neige dure.

Les crampons intermédiaires suffisent dans la plupart des marches d'approche.

Plus que le type de crampons, c'est le type d'attache par rapport aux chaussures qui est important. Ne pas hésiter à faire suivre les chaussures pour l'achat des crampons.

① Les attaches rapides, speed ou automatiques avec talonnière arrière et étrier avant. Elles sont adaptées aux semelles rigides avec rebords importants (coques plastiques par exemple). Avantages : commodité et rapidité de mise en place. Inconvénients : les rebords de la chaussure ne doivent pas être usés (risque de déchaussage du crampon).

② Les attaches mixtes avec lanières croisées fixes à l'avant et talonnière à l'arrière : elles conviennent pour les semelles rigides ou semi-rigides avec rebord arrière. Ce type d'attache est de plus en plus répandu en raison de sa facilité de mise en place et de son adaptation à beaucoup de chaussures.

③ Les attaches à lanières intégrales (avant et arrière) : l'installation est longue mais on peut les adapter sur tous types de chaussures (randonnée, coques plastiques munies de surbottes, etc...).

Les accessoires : L'"antibott" est une plaque de caoutchouc qui se place sous les crampons. L'antibott évite de stocker la neige sous les crampons et de rendre les pointes inefficaces provoquant des glissades dangereuses.

Pour le transport, les crampons doivent être protégés pour ne pas blesser et percer le sac ou le matériel. Les pochettes renforcées remplacent de plus en plus les "pieuvres" peu pratiques.

#### **5.1.4. Matériel de sécurité.**

① Le trio ARVA-sonde-pelle est développé dans le chapitre «secours en avalanche». Il existe plusieurs modèles d'ARVA dont la fiabilité est assez homogène. Certains appareils sont munis de diodes lumineuses qui peuvent faciliter la recherche. Les sondes sont disponibles en plusieurs longueurs (2,40 m, 2,80 m, 3,20 m...). Le choix de la pelle dépend des préférences de chacun : pelle en dural, en plastique, manche télescopique et démontable, pelle réversible en bêche, pelle galbée ou plate...

② Le réchaud : attention, il doit pouvoir fonctionner par de mauvaises conditions météorologiques (froid, vent, neige).

③ Trousse de premiers secours : demander conseil à un médecin pour son contenu.

④ Couverture de survie renforcée.

## **5.2. L'EQUIPEMENT SPELEO.**

### **5.2.1. Les vêtements.**

#### **5.2.1.1. Les sous vêtements :**

La spéléo hivernale se déroulant, en principe, dans les massifs d'altitude, les cavités sont froides (en dessous de 5°C). Prévoir des sous vêtements chauds évacuant la transpiration. Proscrire le coton qui garde l'humidité (voir paragraphe 5.1.1.1). Plusieurs couches de sous vêtements légers permettent de pouvoir moduler son épaisseur en fonction de l'activité. On se couvrira davantage lors des attentes (escalade, repas...). Lors de la remontée, on peut ôter une couche, cela évite d'avoir trop chaud et de transpirer anormalement (perte hydrique). Bien souvent, une seule grosse polaire ne permet pas le confort tout le long de l'explo : pas assez chaude lors de l'attente au bas d'une grande verticale, ou trop chaude dans un méandre ascendant.

Une cagoule (assez longue pour protéger la nuque) est importante lors des arrêts car on perd beaucoup de calories par la tête.

Aux pieds, enfilez des chaussons polaires ou de grosses chaussettes. Plusieurs couches sont possibles, mais attention à ne pas trop engoncer les pieds à l'intérieur des bottes. Vous devez bouger les orteils pour une bonne circulation sanguine. Les chaussons néoprènes sont intéressants lorsque la progression oblige à se mouiller les pieds : l'eau est froide dans les cavités d'altitude.

Dans les zones d'entrée, où la glace et la neige sont présentes, les gants spéléo ne suffisent pas : enfilez d'abord des sous gants (polaire, soie...), ou garder les gants de montagne.

#### **5.2.1.2. La combinaison :**

Le choix entre la combinaison «PVC» et la «non imper» dépend exclusivement de la présence importante ou non d'eau dans la cavité. Dans les gouffres froids, il faut éviter de se mouiller, la combinaison «texair» permet de se protéger des infiltrations ruissellements, embruns, etc... Les inconvénients de ce type de combinaison sont le manque de respirabilité, le manque d'aisance et le poids. Dans les cavités peu humides il est donc préférable d'utiliser les «non imper», même dans les gouffres très froids (on augmentera les couches de sous vêtements).

Le choix des vêtements spéléo dépend de la cavité et de la personne. Lors du premier contact avec une cavité ou un massif, on tâtonne pour mieux ajuster sa tenue à la prochaine explo. Il y a tout de même une constante : les habits spéléos doivent être propres et secs. En effet la combinaison boueuse et humide de la sortie précédente risque d'être difficile à enfilez lorsque les températures négatives rencontrées pendant la marche d'approche l'auront totalement figée.

### **5.2.2. Le matériel technique personnel.**

Il reste identique au matériel spéléo utilisé tout le long de l'année. Certains préféreront l'alléger au maximum (au niveau du poids et non de la sécurité) pour avoir un sac moins lourd pendant l'approche. Le poids se gagne sur les baudriers, la quincaillerie, le casque, le matériel à spiter...

#### **Quelques précautions :**

- ① le matériel doit être propre et sec : le gel peut bloquer les vis des maillons et mousquetons ;
- ② penser à brancher le tuyau de la calebonde sur le casque dans la plaine, car avec le froid, il durcit et le branchement devient difficile ;
- ③ penser aux produits antigel pour l'eau de la calebonde ;
- ④ protéger du froid les piles électriques du casque pour qu'elles ne se déchargent pas.

## **5.3. CONCLUSION.**

Ce chapitre a pour but d'apporter une aide dans le choix du matériel pour l'accès à la cavité et sous terre. Il est clair que la totalité du matériel entraîne un poids de sac élevé. Le contenu du sac varie en fonction du massif, de la cavité, des préférences et du budget de chacun. Par exemple, le piolet et les crampons seront superflus sur un plateau dépourvu de pente. Dans tous les cas ne pas s'alléger au détriment de la sécurité. L'expérience et la pratique de la spéléo hivernale permettent d'affiner la préparation du matériel.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES : 4 ; 6 ; 7 ; 11 ; 12 ; 18 ; 26 ; 29 ; 30 ; 31 ; 32 ; 36 ; 52.**



## **6. ACCES A LA CAVITE**

### **6.1. LES DIFFERENTS MOYENS D'ACCES A LA CAVITE.**

#### **6.1.1. La raquette à neige.**

La raquette à neige est certainement le moyen le plus simple. La technique est facile, il suffit de savoir marcher. Les raquettes sont moins onéreuses que les skis. La manipulation et la mise en place sont simples et rapides. En cas de manque de neige au départ de l'approche ou lorsque l'on chausse les crampons, les raquettes se fixent sans gêne sur le sac à dos (non volumineuses et légères). La marche se fait à l'aide de bâtons de ski, un ou deux selon le goût de chacun. En terrain accidenté et / ou lourdement chargé, les deux bâtons sont utiles. En terrain boisé et touffu, la raquette à neige permet une progression plus commode que les skis.

Beaucoup de modèles sont présents sur le marché. La raquette volumineuse constituée d'un cadre en frêne et d'un tamis en peau séchée ne sont pas adaptées à nos terrains accidentés recouverts de neige dure et souvent transformée. La majorité des fabricants proposent donc des raquettes en PVC ou aluminium. Les larges tamis offrent une meilleure portance en neige fraîche. Etant donné que ce n'est pas le type de neige que l'on rencontre le plus souvent, les modèles sont axés sur plus de polyvalence technique. Les différentes marques présentent des raquettes plutôt trapues, ovales ou allongées privilégiant l'accroche pour les montées en pente raide, au détriment de la progression en neige poudreuse. Malgré tout la poudreuse n'est pas délaissée, puisque la majorité des raquettes sont spatulées (spatules à l'avant et / ou arrière) pour une meilleure pénétration. La forme varie, on trouve la «taille de guêpe» (qui permet une bonne accroche en neige dure et forte pente), «la queue de pie» (qui rappelle la raquette ancestrale et dont l'efficacité de cette "queue" est à démontrer), et la «patte d'ours».

La fixation que nous devons privilégier pour notre activité est la fixation articulée avec plaque, au détriment des fixations sans plaque ou pour chaussures de ski de fond, car ce sont les plus adaptées aux chaussures de montagne. La fixation rapide pour chaussures à débord offre une bonne tenue et le chaussage est facile. Les fixations à plaque munies de cales de montée sont intéressantes car elles permettent de soulager les mollets lors des montées.

#### **6.1.2. Le ski nordique.**

L'approche à ski nordique peut se concevoir sur les plateaux où les pentes raides sont inexistantes. L'ensemble du matériel de ski nordique est plus léger que celui nécessaire au ski de randonnée. Les inconditionnels du ski nordique, le préfèrent aux raquettes en raison de la glisse qu'ils procurent, notamment en descente. Les skis nordiques sont des skis de fond plus larges équipés de carres métalliques pour l'accroche. Pour la montée trois possibilités sont proposées : les skis avec anti recul mécanique (les écailles), les skis lisses avec peaux de phoque, ou la combinaison écailles / peaux de phoque. Libre choix à chacun sachant que les peaux accrochent mieux dans les pentes raides. En terrain vallonné peu pentu, les skis à écailles évitent les manipulations des peaux de phoque.

Pour la confection des chaussures, les fabricants utilisent le cuir (bonne finition), le cordura (résistance), le plastique (rigidité). Les semelles sont toujours crantées pour permettre la marche.

Les différentes fixations proposées sont fiables, mais vérifiez que vos chaussures s'adaptent sur les fixations. Certains modèles de chaussures et fixations sont incompatibles.

#### **6.1.3. Le ski de randonnée.**

Pour les spéléos adeptes du ski, le ski de randonnée est un moyen d'approche intéressant. A la montée, la progression est efficace en toutes neiges (manteau neigeux stabilisé) : poudreuse, transformée, dure. La descente est relativement rapide malgré la charge sur le dos. Il est évident que l'efficacité de la descente dépendra de la nature de la neige, de la fatigue accumulée pendant l'explo, de la technique du skieur, du poids du sac... Il est fréquent que la godille soit remplacée par une série de traversées et conversions. En cas d'absence de neige au début de l'approche, les skis sont un handicap car ils alourdisent le sac. Un autre inconvénient est le prix élevé de tout l'équipement de ski de randonnée.

Une multitude de skis de randonnée sont présents sur le marché avec des caractéristiques techniques différentes : certains sont axés sur la neige profonde et lourde (spatules larges) ou sur l'accroche et les virages courts (patin étroit). Un ski globalement large a une meilleure portance et sera plus facile à skier en neige lourde. Le poids des skis peut être un critère de choix sachant que les plus légers (conçus pour la compétition) sont plus fragiles et difficiles à skier. Par contre le gain de poids est intéressant à la montée et lorsque les skis sont sur le sac.

Pour les fixations, on trouve des modèles très fiables mais lourds. La légèreté de certaines fixations les rendent plus fragiles, mais offrent un meilleur confort à la montée.

Le choix de la fixation peut être conditionné par les couteaux : fixes ou mobiles?

Les couteaux permettent une accroche en neige dure quand les peaux n'accrochent plus. Les couteaux fixes sont fixés aux skis et sont toujours dans la neige, ils permettent une bonne tenue, pas de recul mais fatigue plus importante car moins de glisse. Les couteaux mobiles sont indépendant de la fixation et se lèvent avec le pied, ils offrent une meilleure glisse (moins de fatigue) mais nécessite une bonne maîtrise des appuis et conversions amont.

Le choix des chaussures dépendra de la priorité recherchée : le confort à la montée et pour marcher (légèreté) ou la précision de la conduite du ski à la descente (plus lourde car axé sur la descente). Attention à l'incompatibilité entre les fixations et chaussures.

Les peaux de phoques autocollantes indispensables à la montée doivent être d'une longueur de 5 cm de moins que le ski et d'une largeur inférieure à celle du ski pour libérer les carres (accroche en traversée). Les peaux en synthétique offre une bonne accroche et une meilleure résistance. Les peaux en mohair glissent mieux. Certains modèles sont composés de mohair et synthétique pour un meilleur compromis entre résistance, accroche, et glisse.

Les bâtons seront de préférence télescopiques pour pouvoir s'adapter parfaitement à toutes les situations : montée, descente, traversée. Les bâtons télescopiques sont plus lourd, plus fragiles et quelque fois difficiles à manipuler (blocage par le froid ou l'usure).

#### **6.1.4. Les cavités sur un domaine skiable aménagé ou proche d'une station.**

Il est parfois possible de profiter des remontées mécaniques des stations. Se renseigner auprès du service des remontées. Pour les stations de ski de fond, on peut avoir accès aux pistes dans la mesure où on ne les saccage pas (raquette sur la piste, destruction des traces, etc...). Se renseigner auprès des pisteurs.

## **6.2. ITINERAIRE ET ORIENTATION.**

### **6.2.1. Choix de l'itinéraire en fonction du terrain enneigé.**

Le choix de l'itinéraire se prépare à l'avance sur la carte. Il est souvent différent de l'itinéraire d'été. Ne pas prévoir, par exemple, de suivre scrupuleusement le sentier d'été dont le balisage sera recouvert par la neige. Le manteau neigeux recouvre uniformément le sol en enfouissant les caractéristiques du terrain : les rochers, la végétation (arbustes). Donc notre itinéraire ne dépendra pas de l'éboulis instable ou des rhododendrons touffus. La neige va recouvrir les dangers du lapiaz (trous, diaclases...). Si l'enneigement est important le risque de passer au travers du manteau neigeux est fortement atténué. Au contraire par faible enneigement, une connaissance du lapiaz l'été permet de progresser en sécurité en contournant les zones à risques.

Plus globalement sur le massif, l'itinéraire doit tenir compte de la topographie du terrain (crêtes, talwegs, combe...) pour progresser en sécurité et pour faire la trace sans effort inutile. On recherchera les zones les moins exposées aux avalanches (on évitera pentes raides, les ruptures de pente...) en tenant compte de l'exposition et de l'heure. Le tracé doit être logique (suivre une crête, une combe) et simple (éviter les zones encombrées par la végétation), pour éviter les pertes d'énergie superflues.

Pendant l'approche et le retour, il est important d'analyser les conditions nivologiques, et d'observer les accidents du terrain pour pouvoir modifier l'itinéraire au dernier moment.

### **6.2.2. Orientation dans le brouillard en terrain enneigé.**

Nous n'exposerons pas les règles générales de l'orientation, mais nous insisterons sur différentes méthodes d'orientation dans le brouillard en terrain enneigé. Les techniques d'orientation développées ci après sont utilisées depuis plusieurs années pour la progression à skis, mais il est possible de les adapter à la pratique de la raquette à neige. Le matériel nécessaire est l'ensemble boussole, altimètre, carte 1/25000. Les méthodes décrites ci dessous sont extraites d'un article de Denis PIVOT publié dans Montagnes Magazine n°179 (mars 1995).

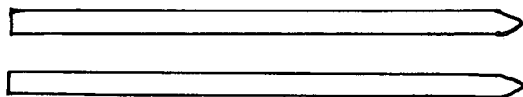
#### **6.2.2.1. La visée et contre visée :**

##### **Vision à 50 mètres et plus :**

Etape 1 : - afficher l'azimut sur la boussole.

- orienter la boussole pour faire correspondre le nord de l'aiguille aimantée avec le nord de la couronne.

- orienter les skis parallèles au bord de la boussole.



Etape 2 : - avancer en gardant la direction jusqu'à une distance égale à la distance de visibilité.

Etape 3 : - se retourner et effectuer une contre visée en faisant correspondre le nord de l'aiguille aimantée avec le sud de la couronne. Grâce à la trace laissée dans la neige, on peut constater si l'on a dévié ou non.

Remarque : cette technique est rapide puisqu'elle permet de s'orienter en même temps que le groupe se déplace. En revanche, se déplacer sans dériver demande une grande expérience et la trace ne reste pas toujours visible.

##### **Vision à moins de 50 mètres :**

Etape 1 : - afficher l'azimut sur la boussole.

- orienter la boussole pour faire correspondre le nord de l'aiguille aimantée avec le nord de la couronne.

- orienter les skis parallèles au bord de la boussole.

Etape 2 : - avancer en gardant la direction jusqu'à ce que la seconde personne du groupe, qui est à l'arrêt, vous signale de stopper (limite de visibilité).

Etape 3 : - la seconde personne vise avec la boussole et ajuste votre position.

Etape 4 : - rester immobile pour être rejoint par le reste du groupe.

Remarque : cette technique en accordéon est deux fois plus lente que la précédente mais sûre et plus précise. Avec le vent il n'est pas toujours possible de communiquer par la parole : utilisez un sifflet et faites des gestes.

### 6.2.2.2. La progression en pente raide :

*Schémas ci-contre extraits des cahiers techniques de l'ENSA : cartographie orientation, 1996.*

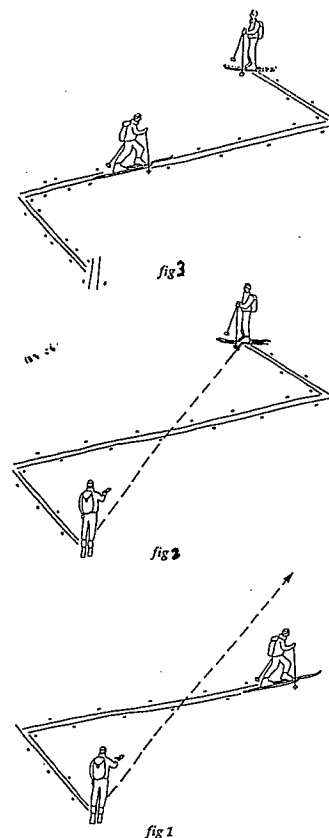
Si l'azimut remonte une pente raide il est impossible de la franchir directement.

Etape 1 : - repérez grossièrement la direction et monter en zig-zag de part et d'autre de cette direction.

Etape 2 : - avancez jusqu'au signal de la seconde personne qui est restée immobile : le signal d'arrêt intervient lorsque vous êtes en limite de visibilité et que votre trace coupe l'azimut.

Etape 3 : vous êtes à l'arrêt, le reste du groupe vous rejoint.

Remarque : pour aller plus vite marquez votre point d'arrêt dans la neige et continuez à faire la trace en zig-zag pendant que le groupe monte. Lorsque la seconde personne arrive au marquage il s'arrête et vous oriente.



### 6.2.2.3. L'erreur volontaire :

Lorsque l'on suit un azimut sur une grande distance, il y a toujours une erreur, mais il est impossible de savoir si l'on a dévié sur la droite ou sur la gauche de la direction. Il est donc préférable de ne pas viser le point, mais de choisir un azimut qui passe, par exemple, à gauche du point. Arrivé à l'altitude du point, vous êtes sûr qu'en suivant la courbe de niveau sur la droite, vous aller rencontrer le point.

Pour choisir si vous aller tirer d'un coté ou de l'autre, observez bien le relief indiqué sur la carte : privilégiez le coté où vous pouvez buter sur des éléments caractéristiques (barre de rochers, talweg, etc.).

### 6.2.2.4. La tangente à la courbe :

C'est une technique vulgarisée par Claude REY qui a deux utilisations :

- lorsque l'on navigue dans le brouillard depuis longtemps sans avoir rencontré de points identifiés, il arrive toujours un moment où l'on doute de notre position. La tangente à la courbe est alors la seule solution pour retrouver sa position.

- si l'on est surpris par le brouillard et que l'on ne sait pas se situer sur la carte, c'est le seul moyen de se localiser.

Etape 1 : mettre vos skis à l'horizontale.

Etape 2 : aligner le bord de la boussole avec le bord des skis et tourner la couronne pour faire correspondre le nord de la couronne avec le nord de l'aiguille aimantée.

Etape 3 : lire l'altitude sur l'altimètre.

Etape 4 : sortir la carte, repérer le secteur approximatif où vous vous trouvez. Dans ce secteur, repérez la courbe de niveau qui correspond à l'altitude donnée par l'altimètre.

Etape 5 : poser la boussole sur la carte et aligner le nord de la couronne avec le nord de la carte.

Etape 6 : déplacer le bord de la boussole le long de cette courbe de niveau, sans changer son orientation : vous vous trouverez exactement au point où le bord de la boussole est tangent à la courbe de niveau (extrait carte topographique IGN page 25).

Remarques : - sur la courbe de niveau il peut y avoir plusieurs points de tangence. Il faut alors continuer la progression, et par déduction, (en fonction de la forme du terrain rencontré) éliminer les tangentes «parasites».

- en cas de pente très faible, la moindre erreur d'horizontalité du ski, se traduit par une rotation de celui ci et donc par une erreur de positionnement sur la carte. Il faut donc éviter les relevés dans les zones trop plates.

### **6.3. BIVOUAC DANS LA NEIGE.**

#### **6.3.1. Principes généraux.**

Le bivouac en montagne peut être prévu ou forcé. Dans les deux cas il vaut mieux le confectionner dans la neige, car c'est un parfait isolant. Si l'épaisseur des parois est suffisante (au moins 50 cm) la température sera proche de zéro à l'intérieur de l'abri.

La construction doit être en dehors des zones avalancheuses, des chutes de pierres et de glace. Quel que soit le type d'abri choisi, prendre la sonde pour mesurer l'épaisseur de neige : il est désagréable après plusieurs minutes d'effort de construction, de se rendre compte que l'épaisseur est insuffisante. D'autre part cela permet de s'assurer de l'emplacement pour éviter de creuser au dessus d'une crevasse ou d'un torrent. Si l'épaisseur de neige est faible, chercher une accumulation (congère, fond de combe, creux...). Baliser l'abri avec bâtons, skis, raquettes pour ne pas se faire piétiner.

Pendant la construction, attention à ne pas se mouiller par contact avec la neige ou par transpiration : il est très important d'être sec pour passer une bonne nuit.

Le type de neige conditionne parfois la construction : la neige fortement humidifiée empêchent la formation de briques et la neige fraîche doit être tassée.

#### **6.3.2. Quelques caractéristiques communes aux différentes constructions.**

- La capacité idéale est de deux ou trois personnes, dans le cas où le groupe est nombreux, en construire plusieurs assez proches les uns des autres pour éviter l'isolement.

- La taille de l'abri ne doit pas être démesurée car il sera plus difficile à chauffer.

- L'air froid étant plus lourd que l'air chaud, il faut être légèrement surélevé par rapport au sol en creusant une fosse à froid. De plus, il est indispensable que l'entrée de l'abri soit la plus basse possible afin que l'air chaud ne puisse s'échapper.

- Si l'on dispose d'une source de chaleur (bougie, lampe acétylène) ne pas la placer au niveau du sol car elle va chauffer l'air froid situé dans la partie basse de l'abri.

- Ne pas rendre l'abri complètement étanche, une ventilation est nécessaire pour empêcher l'asphyxie : ne pas obstruer totalement l'entrée et prévoir une ventilation haute en faisant un trou avec un bâton. Ce trou peut être bouché de temps en temps par un boule de neige.

- L'isolation par rapport au sol est le problème le plus important. La qualité de l'isolation conditionnera la bonne ou mauvaise nuit. Il faut créer un matelas d'air sec. Si l'on ne dispose pas de mousse, le confectionner avec cordes, sacs, vêtements... La couverture de survie est inefficace car elle ne crée pas de matelas d'air et elle est glissante.

- Lisser le plafond pour atténuer la fonte des petites aspérités qui provoquent des gouttes d'eau.

#### **6.3.3. Exemples d'abris.**

##### **6.3.3.1. La grotte :**

La grotte se creuse dans une pente ou dans une congère. On creuse face à la pente puis on élargit la cavité de chaque côté (perpendiculairement à la ligne de pente).

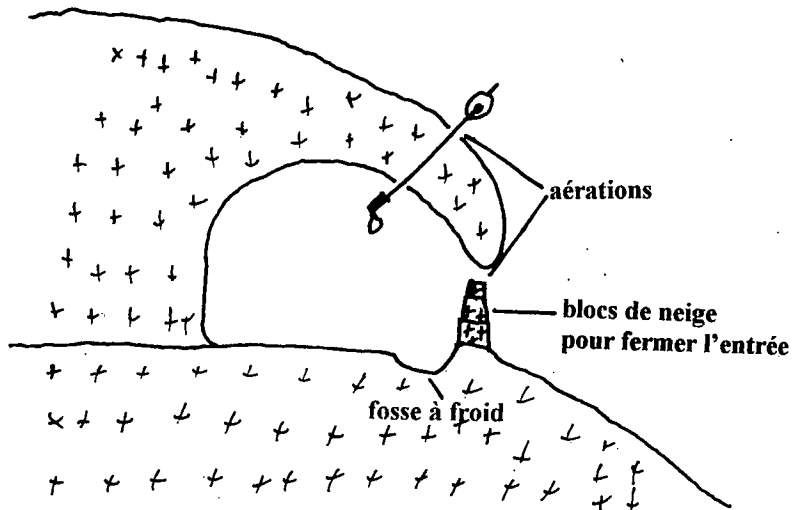
Avantages : - peu fatigant car l'évacuation de la neige se fait par gravité.

- se réalise uniquement avec la pelle, laissant disponible skis et bâtons.

Inconvénients : - nécessite une importante épaisseur de neige.

- inconfort pendant la construction : on est courbé et les vêtements sont en contact avec la neige.

- difficile de creuser à plusieurs.



La grotte (vue de côté)

#### 6.3.3.2. La tranchée :

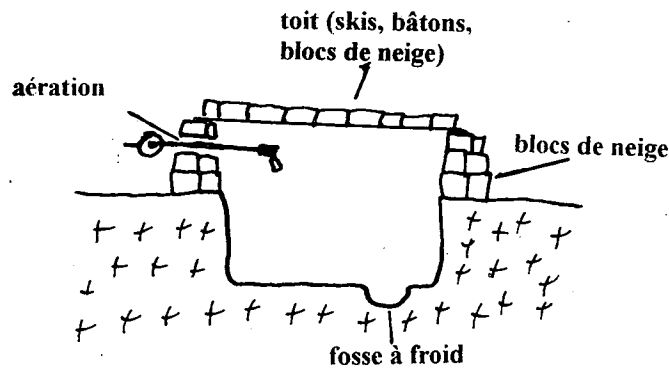
Les dimensions de la tranchée : la longueur est égale à une personne, et la largeur de la taille des bâtons. On creuse la tranchée en faisant des briques (suivant la qualité de la neige) qui servent à confectionner les murs. L'entrée est creusée dans l'un des quatre murs. Le toit est constitué des bâtons et skis entrecroisés et de la couverture de survie recouverte de neige.

Avantages : - rapide à construire.

- peu importe la pente.
- l'épaisseur du manteau neigeux peut être faible.
- on peut travailler à plusieurs.

Inconvénients : - impossible à réaliser sans bâtons et skis.

- la construction réclame un effort : la neige doit être sortie de la tranchée en pelletant vers le haut.
- l'isolation thermique est moins bonne que la grotte car la toiture est rapportée.



La tranchée (vue de côté)

#### 6.3.4. Attention au froid !

Les gelures constituent un danger réel : d'abord les extrémités s'engourdissent puis deviennent blanchâtres, dures, insensibles. Au 1<sup>er</sup> degré de gelure, le doigt (ou l'orteil) est rouge et gonflé, mais sans ampoule. Au 2<sup>ème</sup> degré apparaissent des ampoules claires ou sanglantes ; la zone gelée pourra cicatriser, ou bien noircir, sécher, et tomber. Au 3<sup>ème</sup> degré, la gelure aboutit à terme à l'amputation.

Le réchauffement des gelures doit se faire délicatement (pas contre une flamme !), et en même temps qu'un réchauffement général du corps : boissons chaudes et sucrées. Tremper les extrémités gelées dans un bain d'eau tiède (37°), additionnée d'un antiseptique, par périodes de 30 minutes. Calmer la douleur par des antalgiques. Eviter l'infection en couvrant la zone gelée de gaze stérile et pansements non serrés.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES** : 1 ; 5 ; 10 ; 14 ; 15 ; 16 ; 20 ; 25 ; 28 ; 39 ; 42 ; 43 ; 45 ; 48 ; 51.

## **7. PROSPECTION ET REPERAGE DES CAVITES**

### **7.1. LA PROSPECTION EN HIVER.**

#### **7.1.1. Avantages de la prospection en hiver.**

La prospection en hiver peut s'avérer efficace si le manteau neigeux est peu important. En effet les trous peuvent rester ouverts et le repérage sur l'étendue blanche en sera aisé. D'autre part le violent courant d'air de certaines cavités empêche son obturation totale.

Dans certain cas et suivant les conditions météorologiques (ciel dégagé avec températures basses), la cavité peut laisser échapper du «brouillard» ce qui en facilite son repérage. Ce «brouillard» provient de la condensation de l'air expulsé du trou, par une importante différence de température entre l'intérieur de la cavité et l'extérieur.

#### **7.1.2. Inconvénients et dangers de la prospection en hiver.**

La prospection ne peut être rigoureuse en hiver car les petits trous sont recouverts de neige et ne sont donc pas repérables.

La prospection en hiver peut s'avérer dangereuse lorsque le manteau neigeux recouvrant le lapiaz est peu épais. Les trous et puits sont cachés mais les ponts de neige ne sont pas assez solides pour nous porter. Il y a alors risque de tomber dans une diaclase ou un puits.

Lorsque l'on prospecte en hiver, on doit tenir compte de la stabilité du manteau neigeux et des conditions météorologiques pour se mettre à l'abri des dangers de la montagne en hiver. Les avalanches, l'importance du matériel adapté, ont été abordés dans les chapitres précédents.

### **7.2. LE REPERAGE DES CAVITES.**

Bien souvent l'entrée de la cavité est recouverte de plusieurs mètres de neige. Il est alors indispensable de placer des témoins à l'automne pour pouvoir retrouver l'orifice l'hiver.

On peut placer un mat dont l'extrémité sera peinte de couleur vive. Il suffira alors de creuser autour pour atteindre l'entrée.

L'orifice peut être protégée par la construction d'une «cheminée» en bois, en fer (gros tube par exemple) suffisamment haute pour quelle reste non recouverte totalement par la neige. L'entrée de la «Tête sauvage» sur le massif de la Pierre Saint-Martin en est un exemple.

L'entrée d'une cavité peut être retrouvée par cheminement. Il suffit de relever à l'automne le cheminement de surface (longueur, direction, pente) à partir d'un point caractéristique qui ne sera en aucun cas recouvert par la neige (croix sommitale, cairn géant, falaise, arbre reconnaissable, etc).

En forêt l'accès à la cavité peut être balisé à l'automne à l'aide de rubalise de chantier de couleur vive (les balises phosphorescentes sont un plus pour les retours de nuit) placées dans les arbres. Ce balisage permet de retrouver le trou et de suivre un itinéraire sécurisé en évitant les zones de lapiaz où la neige peut recouvrir des orifices cachés.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES** : 13 ; 34.

## **8. TECHNIQUES D'EQUIPEMENT ET DE PROGRESSION DANS LES PUIITS D'ENTREE.**

### **8.1. L'EQUIPEMENT DES PUIITS D'ENTREE.**

#### **8.1.1. La roche est à nu.**

Nous nous trouvons dans le cas habituel, donc équiper sur le rocher. Attention toutefois à l'approche du puits : la présence de la neige et/ou de la glace sur le sol rend l'adhérence précaire. Prévoir une main courante pour enrayer une éventuelle glissade.

Vérifier attentivement la solidité de la roche (idem dans le cas où les spits sont en place) avant le planté d'un spit ou l'utilisation de piton ou coinçeur. En effet la gélifraction est importante en altitude et rend la roche friable.

#### **8.1.2. La paroi est recouverte d'une pellicule de glace.**

La couche de glace peut être plus ou moins épaisse. On distingue généralement assez bien la roche et les spits sous la pellicule de glace : utiliser un marteau ou un piolet pour casser la glace et atteindre le rocher et les spits.

Avant d'installer les agrès, il faut être certain de ne pas laisser un pan de glace pouvant se détacher plus tard (fonte, passage des spéléos) : bien nettoyer le puits : neige, glace et pierres.

Remarque : pour retrouver les spits sous la glace ou la neige, on peut laisser les plaquettes avec une cordelette qui servira de témoin. En plus, cela évite de retrouver les spits bouchés par la glace.

#### **8.1.3. Equipement dans la neige.**

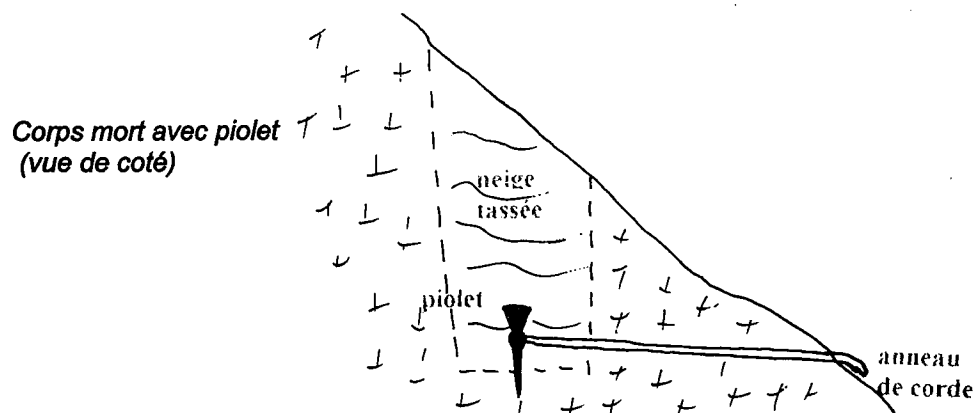
Dans la pratique de la spéléo hivernale, l'équipement dans la neige est fréquent : soit la neige recouvre totalement le calcaire, soit la mise en place d'une main courante est nécessaire pour atteindre la tête de puits.

Le principe est l'utilisation du «corps mort» enfoncé dans la neige où l'on amarre la corde. L'objet enfoui sous la neige peut être un piolet, un sac, des skis, des raquettes, une ancre à neige, etc.

On creuse un trou dans la neige, on y place notre corps mort et on le recouvre en tassant consciencieusement la neige avec les pieds. Attention à la nature de la neige (poudreuse, humidifiée, etc). La solidité de l'ancrage en dépend. En neige poudreuse le trou sera plus profond, et le tassement plus long et rigoureux. Moins la neige est propice au tassement, plus le corps mort doit être volumineux.

##### **8.1.3.1. Le corps mort avec un piolet :**

- ① Creuser deux tranchées perpendiculaires dans la neige, pour le piolet et l'anneau de corde.
- ② Faire une tête d'alouette au milieu du manche du piolet avec un anneau de corde ou sangle.
- ③ Installer le piolet dans la tranchée, la pique enfoncée dans le fond.
- ④ L'anneau de corde est positionné bien à plat au fond de la seconde tranchée.
- ⑤ Reboucher, tasser la neige avec les pieds au dessus du piolet et de l'anneau de corde. Il ne doit dépasser de la neige que le morceau de corde nécessaire au mousqueton.





### 8.1.3.2. Autres exemples de corps mort :

On peut appliquer la même technique avec des skis, des raquettes, un kit rempli de neige. Dans tous les cas bien ceinturer avec l'anneau de corde, en son centre de gravité, l'objet enfoui. On trouve dans le commerce des ancrages à neige spécialement conçues pour les amarrages dans la neige.

Ne pas positionner deux corps morts rapprochés, car si l'un cède, le second a des chances de s'arracher aussi. Si la configuration du terrain le permet, faire travailler les deux ancrages en même temps (noeud en Y par exemple).

## 8.1.4. Équipement dans la glace avec broches.

### 8.1.4.1. La broche à glace :

Les broches à glace sont le plus souvent en acier auquel on ajoute d'autres métaux comme le chrome et le molybdène, pour améliorer la dureté et la résistance à l'abrasion. Certains modèles sont fabriqués en titane et sont plus légers.

Actuellement, la broche tubulaire à pas de 6 (écart des spires du filetage exprimé en mm) est la plus utilisée et remplace les différentes broches employées précédemment : les coniques, les broches tubulaires à pas de 14. La broche tubulaire à pas de 6 mesure le plus souvent entre 17 et 23 cm. Certains modèles ne dépassent pas 11 cm. Elle offre l'avantage de s'introduire facilement à la main tout en conservant une bonne résistance. De plus elle est efficace dans presque toutes les glaces.

Les broches tubulaires à frapper s'enfoncent au marteau et sont encore utilisées lorsque la glace est trop dure pour visser une broche à pas de 6.

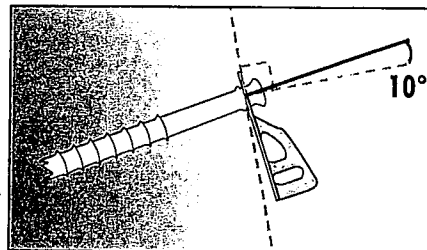
### 8.1.4.2. Mise en place de la broche à glace à pas de 6 :

Avant de visser une broche à glace, vérifier la nature de la glace et s'assurer de sa bonne cohésion (attention à la fonte par exemple).

Il est très souvent nécessaire de nettoyer la surface de la glace (3 à 5 cm d'épaisseur) comme on le fait parfois avec le rocher lors du planté de spit. En effet la glace de surface étant plus tendre que la glace de profondeur, on est en présence d'un point faible au niveau du changement de glace. D'autre part la surface décapée doit être assez large pour permettre à la patte de la broche de faire un tour complet.

Amorcez la broche en faisant un demi tour de vissage, un demi tour dans le sens inverse et à nouveau un demi tour de vissage. Continuez le vissage jusqu'au bout : on peut passer un mousqueton dans la patte de broche pour faciliter le vissage grâce à un meilleur bras de levier.

Lors de la pose, incliner de 10 degrés la broche par rapport à la surface de la glace optimisera sa résistance (le schéma ci-contre est extrait du dossier pédagogique "glace" de Montagne Magazine n°177, janvier 1995).

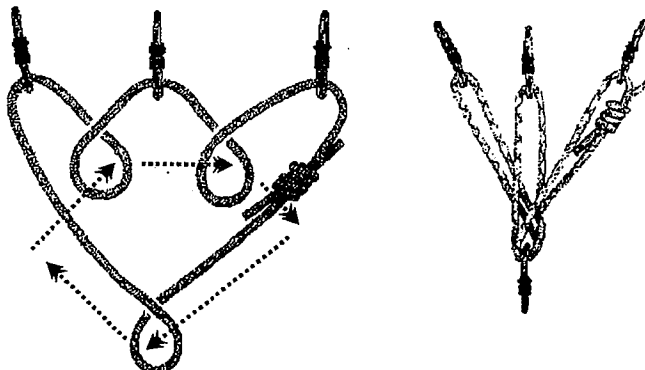


### 8.1.4.3. Mise en place de la broche tubulaire à frapper :

Les mêmes précautions que pour la broche tubulaire à pas de 6 sont nécessaires avant sa mise en place : cohésion et nettoyage de la glace. Faire une amorce de trou avec la lame du piolet ou du marteau, planter la broche à l'aide du marteau ou marteau piolet, terminer en vissant la broche d'un tour.

### 8.1.4.4. Installation de l'amarrage avec broches : Noeud de répartition de charge.

L'amarrage se réalise sur trois broches espacées d'environ 80 cm. Chaque broche est munie d'un mousqueton dans lequel on passe un anneau de corde irréprochable. Si on utilise de la sangle, on double l'anneau. On réalise avec l'anneau de corde un noeud de répartition de charge. (Schéma extrait du "manuel du sauveteur", SSF, 1996).

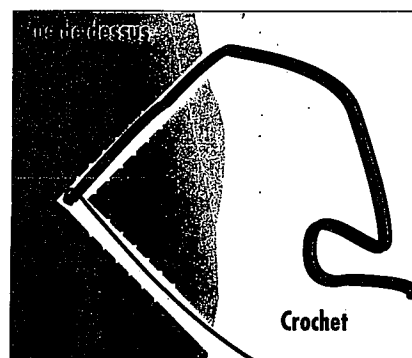
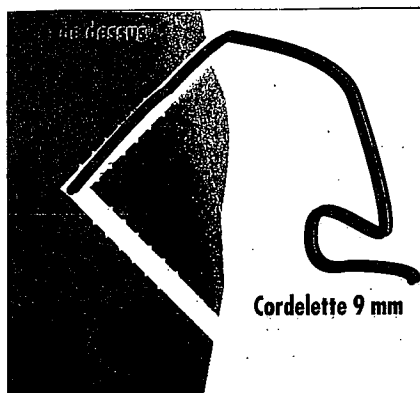
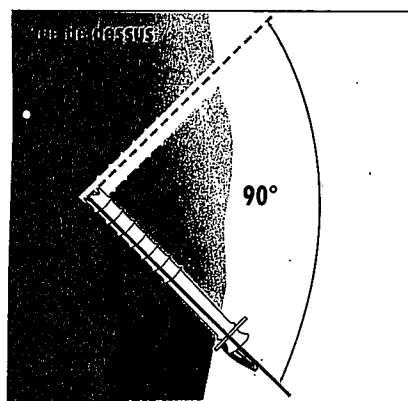
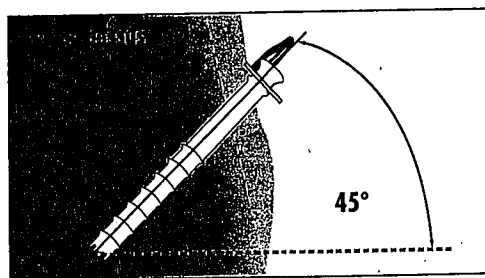


#### 8.1.4.5. Réalisation d'une lunule de glace :

La lunule de glace peut se révéler parfois utile pour équiper. Attention a ne pas l'utiliser seule.

- ① Plantez une première broche avec un angle d'environ 45 degrés par rapport à l'axe perpendiculaire à la surface de la glace.
- ② Retirez la broche et replantez-la de façon à créer un «V» à 90 degrés avec le premier trou.
- ③ Lorsque le tunnel est réalisé, enfiler dans l'un des trous un anneau de cordelette ou de corde.
- ④ La cordelette est récupéré par l'autre trou grâce à un petit crochet : sardine de tente bricolé ou crochet à lunule disponible dans le commerce.
- ⑤ Une fois la cordelette ou corde passée, refermez l'anneau avec un noeud (pêcheur double...).

#### Réalisation d'une lunule de glace\*



\* extrait du dossier pédagogique glace de Montagne Magazine n°177, janvier 1995.

#### 8.1.5. Quelques astuces et cas particuliers .

- Lorsque vous n'avez pas pu enfoncer totalement la broche, mettez une sangle en tête d'alouette sur le corps de la broche pour éviter le bras de levier (*dessin ci-contre*).

- Pour enlever une broche récalcitrante, utilisez un mousqueton, un marteau, ou un piolet pour augmenter le bras de levier.

- Lorsque l'on retire une broche à glace, il faut enlever la glace logée à l'intérieur pour la prochaine utilisation : on tape la broche sur la patte pour faire sortir les copeaux de glace, ou l'on sort la carotte de glace en passant la lame du piolet dans la fente longitudinale de la broche.

- Attention : si les broches d'amarrage de tête de puits sont soumises au soleil ou à une quelconque source de chaleur, les couvrir d'un kit pour éviter leur extraction.



### **8.1.6. Eviter l'emprisonnement de la corde par la glace.**

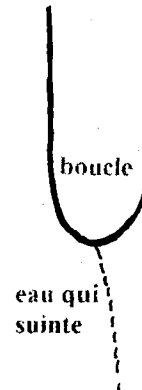
Une corde ne doit pas être laissée en place entre les différentes explorations dans les premiers puits où il y a présence de glace. En effet les périodes de redoux vont entraîner la fonte de la neige et l'eau qui en découle percole dans la cavité pour se solidifier en glace lorsque les températures redeviennent froides. Ce phénomène de solidification que l'on peut retrouver sur plusieurs dizaines de mètres de profondeur est dû au courant d'air aspirant. On le trouve aussi dans la zone de réchauffement (proche de zéro) où les températures fluctuent entre le positif et le négatif. Cette formation de glace risque d'emprisonner totalement les cordes, les rendant inutilisables. De plus une corde au coeur d'une grosse stalactite de glace va subir des contraintes de traction importantes provoquées par le poids de la glace. La corde peut donc être sérieusement endommagée, et donc dangereuse.

Attention au positionnement des cordes dans les puits d'entrée : l'eau d'infiltration produite par le redoux journalier, peut envelopper la corde d'une petite pellicule de glace et/ou la coller sur une paroi gelée lors du refroidissement de fin de journée et de la nuit.

Pour éviter le suintement de l'eau sur la totalité de la corde, faire une boucle pour le dévier (*dessin ci-contre*).

Pour éviter le collage, mettre en place un système de tension sur la corde pour qu'elle ne touche pas la paroi.

D'une manière générale l'équipement des puits où il y a présence de glace se fera le plus loin possible des parois, hors des suintements et percolation d'eau, hors des trajectoires d'éventuelle chute de glace. Evidemment, il ne sera pas toujours possible d'équiper un puits en réunissant toutes ces conditions.



## **8.2 - LA PROGRESSION DANS LA ZONE D'ENTREE.**

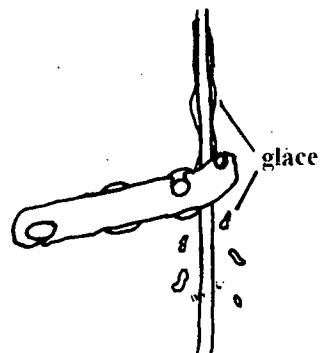
Il est primordial de rentrer sous terre avec des vêtements secs, les vêtements mouillés pendant l'accès à la cavité ne seront pas utilisés. Selon les conditions météo, se changer avant de pénétrer sous terre n'est pas toujours une chose agréable. Si c'est possible, le faire à l'abri (refuge, cabane, abri dans la neige, etc...). Dans tous les cas le faire dès son arrivée sur les lieux, pour ne pas se refroidir avec des habits mouillés.

L'équipement personnel spéléo doit être monté sec et propre pour qu'il ne gèle pas pendant l'approche. La lampe à carbure est remplie dans la vallée avec de l'eau mélangée à de l'antigel pour pouvoir fonctionner.

Dans la zone d'entrée, on progresse avec les gants de montagne pour éviter l'onglée. Les vêtements utilisés pour le retour doivent être stockés sérieusement pour ne pas les rendre inutilisables. Il est souvent intéressant (en fonction de la cavité, présence ou non d'abris proches, etc) de descendre son équipement de montagne enveloppé dans un sac poubelle bien fermé jusqu'à la zone de réchauffement pour le protéger du froid et de la neige (ensevelissement par une chute de neige importante par exemple).

Il est nécessaire d'aménager l'entrée pour qu'elle ne se rebouche pas avec la neige pendant l'exploration. Plusieurs solutions sont possibles : creuser une entrée suffisamment grande, installer une bâche, creuser l'entrée du côté opposé à l'accumulation de neige par le vent, etc.

Lors de la remontée, malgré les précautions prises, il arrive que la corde soit recouverte d'une petite carapace de glace. Les bloqueurs n'accrochent donc plus. Le premier qui remonte peut briser la glace à l'aide de son descendeur : on introduit la corde entre la poulie supérieure et le troisième axe du descendeur. On effectue des mouvements de va et vient sur la corde en exerçant une torsion sur le descendeur (les bords des flasques sont plus efficaces pour enlever la glace que les arrondis de la poulie et du troisième axe).



Dans le cas d'explorations réalisées à intervalles rapprochés (un camp sur le massif par exemple), on peut laisser les agrès en place en prenant soin de remonter les cordes au sommet du puits et les enfermant dans un sac plastique. Cela permet d'éviter le collage, la pellicule de glace, et de ne pas abîmer la corde lors de la purge du sommet de puits effectuée au moment de la prochaine descente.

Dans le cas où le gouffre n'est pas l'objet de visites fréquentes, enlever la corde du puits en laissant les plaquettes (voir paragraphe 8.1.2).

Si la cavité le permet, se déséquiper à l'intérieur, car par grand froid notre matériel gorgé d'humidité va se figer, et se déséquiper se révélera dur et pénible.

Lorsque le matériel personnel est indispensable pour sortir du trou, remplacer le MAVC par un autre système (mousquetons par exemple) car le gel le rend parfois indévissable.

### **8.3. CONCLUSION.**

Pour conclure ce chapitre, ne pas oublier que les conditions météorologiques peuvent être exécrables au dehors, et qu'il vaut mieux attendre dans la cavité une accalmie pour regagner la vallée. De même qu'il vaut mieux attendre l'aube que de se perdre dans la nuit sur le massif.

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES** : 8 ; 13 ; 15 ; 17 ; 19 ; 21 ; 22 ; 23 ; 24 ; 33 ; 34 ; 38 ; 46.



## **9. LES DANGERS RENCONTRES SOUS TERRE SPECIFIQUES A L'HIVER.**

### **9.1. LES CHUTES DE GLACE ET DE NEIGE.**

#### **9.1.1. Les causes.**

##### **9.1.1.1. La glace :**

Les chutes de glace dans les puits d'entrée peuvent être provoquées par la progression des spéléologues : dans le cas d'une prise d'appui (au fractionnement par exemple), à cause du ballant du kit qui cogne les parois de glace et stalactites, après le nettoyage partiel d'une paroi (pour atteindre les amarrages par exemple).

La glace tombe et se détache aussi naturellement. L'augmentation de la température pendant le redoux journalier ou de fin d'hiver, provoque la fonte de la glace. Les stalactites de glace ne disparaissent pas petit à petit en fondant par le bout ! L'eau de fonte s'infiltre, ruisselle et provoque la fonte de la glace au niveau du sol, plafond, paroi. Ce sont donc des stalactites entières et des pans de glace qui se détachent.

##### **9.1.1.2. La neige :**

La chute de paquets de neige dans les puits est le plus souvent provoquée par la progression des spéléologues : lorsqu'ils arrivent sur des paliers inclinés, quand le kit se balance en bout de longe, avec la corde (la corde qui touche la neige pendant le franchissement d'un fractionnement décalé par exemple).

Les paquets de neige peuvent aussi être entraînés par une chute de glace.

### **9.1.2. Conduite à tenir pour éviter les chutes de glace et neige.**

#### **9.1.2.1. La glace :**

Le premier spéléo qui descend le puits doit sonder, observer les parois et stalactites de glace tout en ayant à l'esprit les conditions météorologiques actuelles et à venir. Une glace dure avec une température de -10°C et la météo qui annonce une baisse des températures ne posera pas beaucoup d'inquiétude. Au contraire si l'on aperçoit le ruissellement de l'eau entre le rocher et la glace avec des températures largement positives pour la journée, il faut détacher la glace des parois et faire tomber les stalactites.

Dans tous les cas, ne pas hésiter à écrouler la moindre formation de glace de solidité douteuse.

De plus toutes les stalactites ou stalagmites présentes sur le trajet des explorateurs seront détruites pour que cela ne survienne pas accidentellement (avec le kit par exemple). Dans les zones à risque, ne pas laisser le kit en bout de longe.

Dans le cas où l'on ne peut atteindre les formations de glace pour les détruire, équiper hors de leur éventuelle trajectoire : sous les plafonds de rocher.

#### **9.1.2.2. La neige :**

La première personne qui pénètre dans la cavité, purgera et/ou stabilisera la neige sur les paliers. La progression doit se faire avec le kit sur le dos, ou à la ceinture lorsque les dimensions du puits le permettent.

Attention aux faux paliers constitués d'une accumulation importante de neige, ou d'un mélange neige-glace, qui s'effondrent sous le poids du spéléo.

## **9.2. LES CRUES.**

### **9.2.1. Les causes.**

Le redoux avec pluie, soleil ou vent chaud, va faire fondre le manteau neigeux et l'eau va pénétrer sous terre. Sous terre le niveau de la rivière va augmenter, ainsi que les ruissellements et les arrivées multiples en plafond.

On peut différencier deux types de redoux :

- le redoux météo généralisé dû à un changement caractéristique des conditions météorologiques : hausse importante des températures, pluie...
- le redoux journalier (surtout en fin d'hiver) qui va faire fondre le manteau neigeux à peine quelques heures dans la journée. Sous terre la montée et la baisse des eaux apparaîtront de manière cyclique.

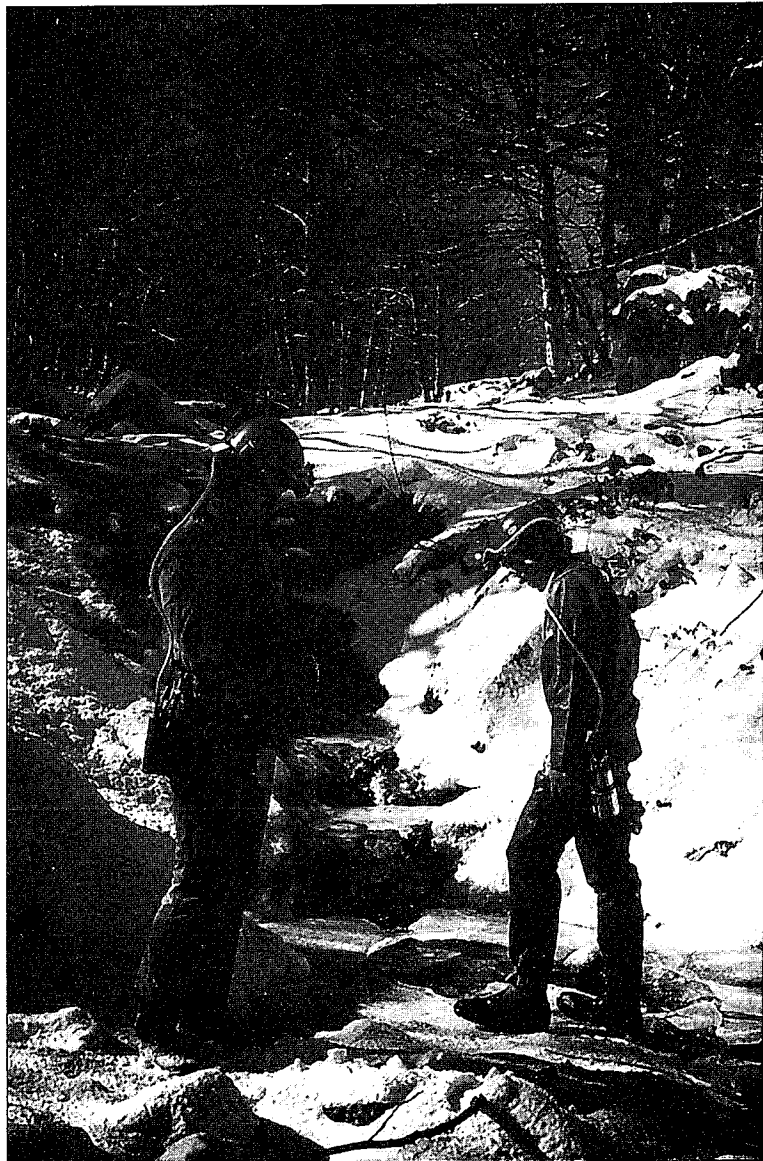
### **9.2.2. Conduite à tenir pour éviter les crues.**

Consulter impérativement la météo et renoncer à l'exploration si les prévisions annoncent des températures largement au dessus de zéro.

Dans le cas du redoux journalier, avec météo stable, il est parfois possible de faire l'exploration. Il faut connaître le réseau et son fonctionnement hydrologique, de façon à descendre et remonter à des heures prévues à l'avance pour ne pas se trouver dans l'actif lors de la montée des eaux journalière.

*Le Trou Mile  
(massif d'Arbas, HteGaronne)*

*Photo Nicolas Clément*



## **10. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- 1 . **ANCEY C.** (Coordonateur) : *Guide neige et avalanches*, 1996, Edisud, 318 pages.
- 2 . **ANENA** : *Tout savoir (ou presque) sur les avalanches*, 1996, brochure 20 pages.
- 3 . **ANENA** : *ARVA mode d'emploi*, février 1996, ANENA, brochure 24 pages.
- 4 . **AU VIEUX CAMPEUR** : *Matériel de montagne et spéléo, catalogue été 96*, 1996, 120 pages.
- 5 . **AU VIEUX CAMPEUR** : *Tout sur le ski nordique, catalogue 96-97*, 1996, 32 pages.
- 6 . **AU VIEUX CAMPEUR** : *Les indispensables de la neige, catalogue hiver 96-97*, 1996, 50 pages.
- 7 . **AU VIEUX CAMPEUR** : *Tout sur le ski de rando, catalogue hiver 96-97*, 1996, 56 pages.
- 8 . **AU VIEUX CAMPEUR** : *Matériel de montagne et spéléo, catalogue 97*, 1997, 76 pages.
- 9 . **B.T.** (Bibliothèque de travail) : *Les avalanches*, 1992, n°1042, Ecole moderne française, 50 pages.
10. **COUZY A. et GARDENT B.** : *les limites de la légèreté*, Alpinisme et Randonnée n°194, janvier/février 1996, pages 76 à 81.
11. **COUZY A.** : *Les vestes techniques de montagne*, Alpinisme et Randonnée n°195, mars/avril 1996, pages 74 à 77.
12. **COUZY A.** : *Piolets et crampons, un matériel de pointe*, Alpinisme et Randonnée n°197, juillet/août 1996, pages 72 à 77.
13. **ECOLE FRANCAISE DE SPELEOLOGIE** : *Manuel technique du moniteur*, à paraître 1998.
14. **ENSA** : *La survie en montagne*, Cahier technique ENSA n°3, juin 1989, ENSA, 22 pages.
15. **ENSA** : *Ski-alpinisme, ski hors pistes, ski de randonnée*, Cahier technique ENSA n°4, mars 1995, ENSA.
16. **ENSA** : *Ski-alpinisme, ski hors piste, ski de randonnée*, Cahier technique ENSA, complément de l'édition provisoire de mars 1995.
17. **ENSA** : *Noeuds, encordements, manoeuvres spéciales, technique d'assurage*, Cahier technique n°6, juillet 1993, ENSA.
18. **EXPE** : *le catalogue des sports de montagne 1996*, 1996, Expé, 140 pages.
19. **EXPE** : *le catalogue des sports de montagne 1997*, 1997, Expé, 156 pages.
20. **FRANCE RAQUETTE ACCOMPAGNATEUR EN MONTAGNE** : *La raquette à neige, mémento technique*, 1995, Didier Richard, 16 pages.
21. **GARDENT B.** : *Petites astuces en glace*, Alpirando n°149, décembre 1991, page 74.
22. **GARDENT B.** : *Le couplage des points d'assurance*, Alpirando n°153, avril 1992, page 74.
23. **GARDENT B.** : *Le corps mort*, Alpirando n°154, mai 1992, page 78.
24. **GARDENT B.** : *Ancrage de fortune en glace*, Alpirando 167, juillet/août 1993, page 84.
25. **GARDENT B.** : *L'abri de fortune*, Alpirando n°174, mars 1994, page 76.
26. **GROSJEAN C.** : *Le confort tout terrain*, Alpirando n°156, juillet/août 1992, pages 82 à 86.

- 27. GUYOMARC'H G :** *Les avalanches*, octobre 1991, Météo France, fascicule 12 pages.
- 28. ISSERTINE C. :** *La raquette à neige*, Montagnes Magazine, n°199, janvier 1997, pages 88 à 91.
- 29. LEON D. :** *Les crampons classiques*, Montagne Magazine, n°161, juillet 1993, pages 78 à 84.
- 30. LEON D. :** *Les piolets techniques*, Montagne Magazine, n°172, juillet 1994, pages 82 à 84.
- 31. LEON D. :** *Le temps des polaires*, Montagne Magazine, n°176, décembre 1994, pages 70 à 75.
- 32. LEON D. :** *Les sous vêtements thermiques*, Montagne Magazine, n°197, novembre 1997, pages 114 à 122.
- 33. LEON D. :** *Les tubes de l'hiver*, Montagne Magazine, n°177, janvier 1995, pages 56 à 60.
- 34. MARBACH G. et ROCOURT J.L. :** *Techniques de la spéléologie alpine*, 1986, TSA, 352 pages.
- 35. METEO FRANCE :** *La météo de A à Z*, 1992, Stöck, 128 pages.
- 36. METEO FRANCE, DIRECTION DE LA SECURITE CIVILE, CLUB ALPIN FRANCAIS, et FEDERATION FRANCAISE DE LA MONTAGNE ET DE L'ESCALADE :** *Guide montagne, le temps change vite en montagne*, 1996, Météo France, brochure 36 pages.
- 37. METEO FRANCE :** *Guide avalanche de Météo France 1996-1997*, 1996 Météo France, brochure 16 pages.
- 38. MONTAGNE MAGAZINE :** *Sécurité en glace mode d'emploi*, Montagne Magazine, n°177, janvier 1995, pages 52 à 55.
- 39. MONTAGNE MAGAZINE :** *Les outils du nordique*, Montagne Magazine, n°188, janvier 1996, pages 66 à 72.
- 40. ORTOVOX :** *Manuel d'utilisation des ARVA de marque Ortovox*, 1995, Ortovox, 54 pages.
- 41. PAHAUT E. et SERGENT C. :** *La neige formation et évolution*, octobre 1991, Météo France, fascicule 36 pages destiné à la formation des pisteurs secouristes.
- 42. PIVOT D. :** *La rando, un choix perso*, Montagne Magazine, n°165, décembre 1993, pages 72 à 77.
- 43. PIVOT D. :** *Brouillard mode d'emploi*, Montagne Magazine, n°179, mars 1995, pages 84 à 87.
- 44. PIVOT D. :** *Quand l'avalanche est là*, Montagne Magazine, n°187, décembre 1995, pages 84 à 87.
- 45. PIVOT D. :** *Le bivouac improvisé*, Montagne Magazine, n°189, février 1996, pages 82 à 84.
- 46. PIVOT D. :** *Les amarrages en neige et glace*, Montagnes Magazine, n°205, juillet 1997, pages 84 à 88.
- 47. RAYLAT C. :** *Le secours en montagne*, Montagnes Magazine, n°180, avril 1995, pages 32 à 46.
- 48. REY C. :** *Orientation sans visibilité à skis*, La Montagne et Alpinisme, n°150, 1987-4, pages 34 à 39.
- 49. SERGENT C. :** *Propriétés physiques de la neige*, octobre 1993, Météo France, fascicule 14 pages.
- 50. SIVARDIERE F. :** *Bilan des avalanches 1995-1996*, Neige et Avalanches n°76, décembre 1996, ANENA, pages 24 à 27.
- 51. SPIEKEMEIER F. :** *Ski de rando : le virage carving*, Alpinisme et Randonnée, n°199, novembre/décembre 1996, pages 78 à 82.
- 52. VERNAY P. :** *Lutter contre le froid*, Alpinisme et Randonnée, n°192, novembre 1995, pages 68 à 71.
- 53. ZUANON J.P. :** *Les sports de neige*, 1997, Seuil, Les guides du Club Alpin Français, 176 pages.



