

Chapitre 10

Conduite de la course

Christophe ANCEY

Alain DUCLOS

Claude REY

Jean-Paul ZUANON

L'OBJET DE CE CHAPITRE est d'esquisser un tableau des connaissances pratiques nécessaires à la bonne conduite d'une course en montagne. Il s'adresse à tous les pratiquants, skieurs de randonnée, de hors-pistes, surfeurs, randonneurs à raquettes, etc. même si le plus souvent notre plume, guidée par l'habitude, semble ne s'adresser qu'aux skieurs. L'accent a surtout été mis sur le risque d'avalanches. Dans un premier temps, on rappelle les règles élémentaires de sécurité. Puis l'estimation pratique du risque sur le terrain est développée. Enfin une dernière partie traite de plusieurs accidents et essaye d'en tirer une morale.

10.1 La conduite du skieur à la montée à la descente

10.1.1 Règles permanentes de sécurité

Le port de l'ARVA

Tout le groupe doit être équipé individuellement d'ARVA, de pelles, et si possible de sondes (ou de bâtons-sondes). Les ARVA doivent être mis en fonctionnement de façon systématique dès le départ de la course. Si cette règle n'est pas respectée, on se retrouvera tôt ou tard en situation dangereuse avec des appareils éteints. Une excellente solution consiste à porter l'ARVA en émission, le plus près possible du corps et en bandoulière. Il est ainsi protégé du froid et des chocs et on n'a pas à l'enlever ni à le manipuler chaque fois que l'on enlève un vêtement. A la rigueur, on peut le mettre dans la poche kangourou de

la salopette. Le port autour du cou est à proscrire (risque de strangulation). *A fortiori*, il ne faut pas laisser son ARVA dans une poche de veste (risque d'oubli quand on se déshabille) ou, pire, au fond d'un sac à dos. Si ce dernier est arraché lors d'une avalanche, c'est lui qu'on retrouvera et non la victime.

Le contrôle de fonctionnement des ARVA doit être effectué systématiquement avant chaque départ. L'idéal est de vérifier d'abord que tous les ARVA reçoivent bien : le responsable se place en émission à 20 m ; tous les autres membres du groupe sont en position réception. Ensuite, le responsable commute son ARVA en position réception et fait passer à sa hauteur les membres un par un (l'intervalle à respecter est de l'ordre de 4 m). On peut également organiser à la faveur d'une halte un exercice « tous (sauf un) en réception » ; c'est une bonne façon de s'assurer que tout le groupe est rapidement opérationnel. L'ARVA doit rester allumé pendant toute la course, et n'être débranché qu'à la fin.

Conduire une sortie de ski

Une sortie, hors des pistes ou à skis de randonnée, requiert un minimum de compétence pour être entreprise avec une sécurité raisonnable. La frontière entre comportements sûr et dangereux est mince et peu perceptible ; ainsi, il faut faire remarquer que, de manière fâcheuse, le skieur s'enferme progressivement au fil des sorties dans une dangereuse routine. Insidieusement, son inexpérience se déguise en expérience, puisque pendant des années de pratique, aucun accident n'a sanctionné ses erreurs répétées. Comme le montrent les récits d'accident (cf. § 3), l'avalanche touche aussi bien le « jeune citadin » en vacances (souvent considéré comme un inconscient) que le montagnard confirmé, sans qu'une quelconque fatalité puisse être invoquée : ainsi sur les 23 victimes d'avalanche en Suisse pour l'année 1992/93, 10 faisaient partie de groupes conduits par des responsables avertis (guide, chef de caravane, etc.) [1].

Pour assurer sa sécurité, le skieur doit développer et travailler sa connaissance du milieu et pouvoir l'appliquer sur le terrain. Connaître les dangers et savoir estimer un risque doivent entrer dans son savoir-faire au même titre que la technique du ski alpin. L'objet de ce chapitre est de faire le pont entre la connaissance théorique du milieu (abordée dans la première partie) et l'application sur le terrain. Inversement, percevoir ses défauts et faire sa critique (malgré parfois des années d'expérience) sont des exercices salutaires qui permettent d'éviter par la suite des erreurs grossières.

10.1.2 L'ascension

Itinéraire

L'itinéraire est prévu avec le plus de précision possible par le chef de course avant le départ. Sur le terrain, des éléments nouveaux peuvent néanmoins l'amener à modifier ses choix initiaux : trace sûre déjà faite, qualité de neige inattendue, évolution imprévue des conditions nivo-météorologiques, nombre trop important de skieurs sur une même pente, etc. Le skieur de tête doit réaliser sa trace au mieux, selon les conditions de neige (épaisseur, qualité) et le terrain (pente, obstacles, replats éventuels pour les virages). Il doit aussi tenir compte des pentes qui le dominent, et de celles sur lesquelles il risque d'être entraîné. Il doit garder à l'esprit qu'il faut ménager le manteau neigeux en cas de neige récente (par exemple éviter pentes raides, ruptures de pente, accumulations). Tout cela est difficile à concilier avec la réalisation d'une bonne trace : pente constante et sans à-coups, raideur adaptée à la forme physique des participants, minimum de virages raides ou de conversions. Peu de traces satisfont à ces critères, mais par bonheur, tout traceur est perfectible, pourvu qu'il veuille bien s'améliorer.

Précautions

Si l'ARVA est l'outil indispensable de la sécurité du montagnard en hiver, il ne doit pas être considéré par le pratiquant comme la seule mesure de sécurité face aux avalanches. En la matière, mieux vaut prévenir que guérir. En l'occurrence, il ne s'agit pas de prendre systématiquement des mesures draconiennes, mais de savoir prendre les dispositions adéquates en fonction de la situation rencontrée (doute sur la stabilité du manteau neigeux, risque local marqué d'avalanches, configuration suspecte du terrain). Un certain nombre de principes sont alors à appliquer :

- respecter les distances entre les skieurs (de dix à plusieurs centaines de mètres, selon les circonstances), pour éviter les surcharges, et n'exposer si possible qu'une personne à la fois ;
- surveiller la ou les personnes exposées ;
- retirer les lanières des skis ainsi que les dragonnes des bâtons ;
- vérifier que l'ARVA est bien protégé par des vêtements.

Certains de ces principes deviennent très difficiles à appliquer en cas de mauvaise visibilité, et on renoncera alors d'autant plus rapidement.

10.1.3 La descente

Itinéraire

Les principes de sécurité énoncés pour la montée restent applicables pour la descente. Il faut en outre garder en mémoire que la surcharge imposée au manteau neigeux (ainsi que la vitesse de cette sollicitation) est plus importante durant la descente : une godille serrée ou une chute entraîne des surcharges brusques de plusieurs centaines de kilogrammes.

En hors-piste, la proximité du domaine sécurisé ne doit pas faire oublier l'existence du risque d'avalanche aux skieurs, dont l'expérience montagnarde est souvent réduite (voir avalanche de Moriond, chap. 5, § 3.2.). Dès que l'on s'éloigne du hors-piste de proximité, l'itinéraire doit être soigneusement étudié. Dans tous les cas, le port d'un ARVA devrait s'imposer. Rappelons que la présence de traces, même nombreuses, ne constitue pas une garantie de sécurité.

Précautions

Quelques principes de sécurité, appliqués de manière systématique même dans une situation normale (apparemment) sans risques, permettent de réduire les conséquences d'une avalanche imprévue. En cas de doute, des précautions supplémentaires doivent être prises. Une descente s'organise, en fonction du terrain, en une succession de tronçons, ponctués de pauses permettant de regrouper les skieurs, de se reposer, et surtout d'observer le tronçon suivant (conditions de neige, dangers, relief. . .) [2]. Le type de progression adopté dépend de cette analyse visuelle. En cas de doute, un sondage ou un essai de coin suisse permet de mieux appréhender la stabilité du manteau neigeux (voir paragraphe suivant).

On choisit le plus souvent une *progression enchaînée* où le responsable (ou un des skieurs) part le premier, suivi à intervalle régulier par les autres membres du groupe. La distance entre skieurs est de plusieurs dizaines de mètres. En général, chacun effectue sa propre trace, plus au moins parallèle et proche de la première trace. Avec des débutants, on peut être amené à faire une trace unique, surtout dans le cas de neige profonde

ou mauvaise, pour faciliter leur descente (damage de la trace, déclenchement du virage imposé, choix des passages. . .).

En cas de pentes suspectes ou délicates, les skieurs doivent opter pour une *progression fractionnée*. Après avoir examiné le tronçon, arrêté son choix sur un point de regroupement judicieux, et donné ses instructions aux membres du groupe, le responsable fait la première trace, qui sert de référence aux autres skieurs. Une pente particulièrement inquiétante, révélée par l'observation du terrain, de la neige, et les tests courants (voir chap. 6) peut, exceptionnellement, s'avérer incontournable. Alors, le responsable effectue une trace qui doit impérativement être suivie par les autres. Les virages sont larges et sans à-coups. Les conversions ou le chasse-neige sont préférables aux godilles hasardeuses.

Le *point de regroupement* doit être choisi hors d'atteinte d'une éventuelle avalanche ; il doit permettre de rester en contact visuel et à portée de voix des autres participants. Cela peut être difficile à réaliser pour des profils de terrain convexes ou avec des ruptures de pente, surtout par mauvais temps. Ainsi, par fort vent, la voix a une portée réduite à quelques mètres. Il est parfois impossible de regrouper les membres en un seul point (en zone glaciaire par exemple) ; il faut donc s'adapter à chaque situation.

10.2 Évaluation du risque d'avalanche

L'objet de ce paragraphe est de faire partager des expériences, de livrer quelques indices, de proposer quelques conseils afin d'aider le skieur à mieux apprécier le risque d'avalanche. Il est très délicat de « se mouiller » quand il y a danger de mort. Les idées exposées dans les lignes qui suivent sont forcément incomplètes, parfois discutables. Nous souhaitons en tous cas qu'elles stimulent réflexions et observations.

10.2.1 Situations nivologiques

Simultanément au développement de la pratique de la montagne hivernale, des règles de prudence ont été formulées quant au risque d'avalanche. Avec l'avènement de la nivologie et les études en laboratoire, ces règles ont souvent été remises en cause, parfois avec raison. Elles avaient toutefois été dictées par le bon sens. Aussi, plutôt que de les ignorer, nous avons préféré formuler trois d'entre elles pour les discuter ensuite. Il sera donc question successivement de « règle des trois jours », d'épaisseur de neige récente et du rôle du froid dans la stabilisation. Nous préciserons enfin quelques situations nivologiques particulièrement menaçantes.

Des règles empiriques et leurs nuances

1. *La probabilité de déclenchement reste particulièrement élevée pendant les trois jours qui suivent la fin d'une chute de neige (« règle des trois jours »).*

On a cru à cette règle, certainement avec une foi caricaturale, puis on l'a contestée, avec une vigueur peut-être exagérée. Pourtant, si on observe ce qui se passe sur les domaines skiables, on constate une correspondance étroite entre l'activité avalancheuse et les périodes de précipitations ou bien encore de transport de neige. Les opérations de déclenchement préventif sont systématiquement mises en œuvre lorsque ces phénomènes se produisent, et elles donnent le plus souvent lieu à des résultats positifs. La majorité des avalanches observées en dehors de ces périodes sont dues au réchauffement. Exceptionnellement, des avalanches avec départ en plaque sont déclenchées à l'explosif en dehors des périodes de précipitations, de

transport de neige par le vent ou de réchauffement ; dans de telles circonstances, les déclenchements par skieurs sont encore plus rares.

Que ce soit en hors-piste ou en randonnée, lorsqu'une plaque ancienne recouverte de neige fraîche est déclenchée par des skieurs, on entend souvent expliquer : « ils n'avaient pas vu la plaque car elle était dissimulée sous la neige récente ! ». Le passage des skieurs sur la plaque avant la dernière chute de neige aurait-il suffi à la déclencher ? L'expérience montre souvent que ce n'est pas le cas. Ces observations relevées dans différents contextes mettent en évidence que la présence de neige récente en surface du manteau neigeux est un facteur aggravant du risque d'avalanche. D'une part, cette nouvelle couche constitue une vive incitation à la fréquentation des pentes. D'autre part, elle représente une surcharge supplémentaire pour le manteau neigeux ancien, auquel elle est plus ou moins liée, sans participer à sa consolidation. Enfin, une couche de neige tendre étant souvent facile à mettre en mouvement avec une légère sollicitation (passage à skis), elle peut à son tour exercer des contraintes importantes sur les couches plus anciennes et déstabiliser ainsi l'ensemble du manteau neigeux. On trouverait là une explication au déclenchement de plaques dures. . . recouvertes de neige récente. La question du délai de stabilisation après le dépôt de neige récente reste néanmoins posée. Nous soulignons seulement que ce délai peut dépasser une semaine, particulièrement en début d'hiver, lorsque les nouvelles couches de neige reposent directement sur une couche de gobelets ou de grains à faces planes.

↪ La neige récente constitue un facteur supplémentaire d'instabilité tant qu'elle reste tendre (le skieur s'y enfonce d'au moins plusieurs centimètres). Sans que l'on puisse jamais indiquer de chiffre précis, il est bien établi que les journées qui suivent une chute de neige (ou une suraccumulation par transport) sont particulièrement dangereuses. Alors . . . faut-il ne plus skier en poudreuse ? Non, bien sûr, mais il faut collecter le plus souvent possible des informations sur l'épaisseur de la neige récente et sur sa qualité. On doit aussi chercher à apprécier sa liaison avec le reste du manteau neigeux, ce qui est difficile (par exemple, existe-t-il une couche fragile à la base de la neige récente ?). La nature des premières couches de cet ancien manteau doit aussi être examinée.



Figure 10.1 Une modeste épaisseur de neige récente (ici, 35 cm déposés en 10 jours faiblement neigeux) suffit pour permettre le déclenchement de vastes plaques. Cliché A. Duclos.

2. *La probabilité de déclenchement s'accroît quand l'épaisseur de neige augmente.*

Cette règle semble évidente au premier abord. Elle perd pourtant son sens si l'on se remémore tous les épisodes durant lesquels, malgré d'importantes quantités de neige, aucune avalanche ne s'est produite et au contraire, ceux durant lesquels des départs en plaque se sont produits avec de faibles épaisseurs (photographie ci-dessus). On a vu par exemple des tirs à l'explosif rester sans résultat dans des pentes chargées de près de deux mètres de neige récente et, par ailleurs, le passage d'un seul skieur provoquer le déclenchement de plaques avec seulement vingt centimètres de neige récente. Alors, pourquoi sommes-nous tous enclins à supposer une relation entre épaisseur de neige et risque d'avalanche ?

L'épaisseur de neige est un des facteurs qui déterminent la masse de neige susceptible d'être mise en mouvement. Elle conditionne donc l'écoulement potentiel de l'avalanche. Or, lorsqu'un écoulement est important, son côté spectaculaire et les dégâts matériels qu'il engendre marquent les mémoires. L'association « avalanche-quantité de neige » est souvent justifiée en ce qui concerne l'activité avalancheuse naturelle ; elle est beaucoup plus contestable en ce qui concerne les déclenchements accidentels. Soulignons quand même que, dans le cas de figure où le déclenchement se produit, on préférera un faible volume de neige en mouvement à plusieurs milliers de mètres cubes. Néanmoins, si les dégâts matériels sont le plus souvent engendrés par des avalanches majeures (dommages sur des habitations ou des voies de communication), une avalanche peut être fatale à des skieurs dès qu'elle est capable de recouvrir leur tête ou de les bousculer dans une crevasse. De très faibles quantités de neige en mouvement peuvent parvenir à ce résultat.

↪ L'épaisseur de neige n'est que l'un des facteurs qui déterminent la probabilité de déclenchement d'une avalanche. Son rôle semble difficile à établir en ce qui concerne les situations de déclenchements accidentels. Des observations régulières effectuées dans des pentes avalancheuses ont néanmoins montré que, lorsqu'une pente est instable, c'est souvent en sollicitant la zone la plus chargée que l'on déclenche l'avalanche. La rupture par traction peut alors se produire à une grande distance de la zone sollicitée (plusieurs centaines de mètres). C'est pourquoi il est indispensable de s'interroger en permanence sur l'épaisseur de neige récente sur laquelle on évolue : le repérage des éventuelles zones de suraccumulation constitue toujours un indication précieuse. Enfin, on peut se poser la question d'une éventuelle « épaisseur critique » de neige récente au-dessus de laquelle les départs spontanés seraient de plus en plus probables... mais les déclenchements provoqués de moins en moins vraisemblables.

3. *Le froid consolide la neige.*

Un point sur lequel tout le monde semblait d'accord tant que le ski de randonnée se pratiquait surtout au printemps et que l'on ignorait l'essentiel des métamorphoses de la neige sèche. On admet en effet que la cohésion de regel est la plus solide qui soit, mais qu'elle n'intervient que dans la mesure où il y a eu fonte auparavant. Si au contraire la neige est restée sèche, le froid peut conduire à une situation instable, car un gradient de température moyen ou fort induit la formation des grains à faces planes ou de gobelets. On doit alors tenir compte de l'effet de ces grains sur la stabilité du manteau neigeux.

L'expérience montre cependant qu'ils ne sont pas systématiquement dangereux. Leur rôle aggravant dans l'instabilité est incontestable lorsqu'ils se trouvent enfouis dans le manteau neigeux ; il est probablement maximum lorsque la couche fragile ainsi constituée se situe directement sous la couche de neige récente. En revanche, il semble qu'une couche de neige de surface affectée dans son ensemble par une métamorphose de gradient de température moyen ou fort perde progressivement, en même temps que sa cohésion, sa capacité à être déclenchée en plaque. Imaginons cette poudreuse du mois de janvier tombée il y a environ dix jours... Dans toutes les pentes ombragées, elle est restée tendre et agréable à skier, mais sa consistance a

changé : sa densité s'est accrue et sa cohésion a diminué. Les sollicitations exercées par le skieurs sont amorties. Le risque de déclenchement accidentel est moins important que durant les jours qui ont suivi directement la chute de neige. Ce risque redeviendra fort, mais seulement après la prochaine chute de neige.

↪ Le froid consolide la neige qui a été humidifiée auparavant : c'est certain. Le froid stabilise la neige de surface lorsqu'il persiste : c'est probable. Le froid augmente l'instabilité des chutes de neige à venir : il faudra s'en souvenir. Reste l'effet du froid sur les couches plus profondes du manteau neigeux : il est vrai que la formation de grains anguleux sous une plaque constituée peut faire naître au fil du temps une instabilité qui n'existait pas auparavant. À surveiller... Inversement, il faut garder en tête qu'un froid vif n'est pas toujours nécessaire à l'établissement d'un gradient de température localement fort : ainsi on peut observer la formation de grains à faces planes au-dessus d'une croûte de regel recouverte de neige récente dont la température n'était que de quelques degrés au-dessous de zéro [3, 4, 5].

Cinq types de manteaux neigeux particulièrement suspects

Au fil de cet ouvrage, il a été très souvent question de profil stratigraphique, de diagramme des résistances, et de chiffres précis. Mais les skieurs évoluent dépourvus d'appareils de mesures en poche et de repères statistiques en tête. En revanche, ils savent reconnaître à la main, au ski, ou au bâton, une neige tendre, dure, fragile, compacte, légère, etc. Or ces caractéristiques de la neige jouent un grand rôle dans la stabilité indépendamment des types de grains. C'est pourquoi les structures de manteaux neigeux que nous présentons maintenant sont décrites avant tout par la qualité des couches qui les composent. Leur présentation suit approximativement un ordre chronologique, reflet des situations que l'on est susceptible de rencontrer au cours d'une saison. Les avalanches de fonte ne sont pas abordées ici.

La figure 10.2 illustre une situation classique : dès la fin de l'automne ou le début de l'hiver, les premières précipitations (de l'ordre de 15 à 30 cm de neige) ont été suivies d'une longue période de beau temps sec ; une couche de gobelets ou de grains à faces planes s'est alors formée sur les versants suffisamment ombragés et élevés, Les chutes de neige suivantes seront particulièrement instables. Les accidents consécutifs à ce scénario sont nombreux, notamment en hors-piste.

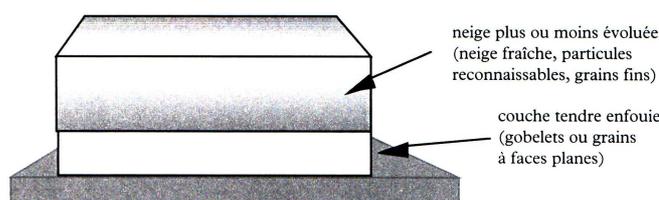


Figure 10.2 Situation de début de saison : classique mais redoutable.

La figure 10.3 montre la présence d'une couche tendre et mince (couche fragile) sous la couche de neige récente ; elle correspond à une situation qui fonctionne très bien, notamment si la neige récente a cette qualité particulière que nous avons appelée *qualité critique* (cf. chap. 5). Si, au contraire, la neige de surface a une bonne cohésion de feutrage ou si elle est dépourvue de cohésion, il semble qu'un phénomène d'amortissement puisse empêcher le début de la rupture dans la couche fragile par passage de skieur. Dans le cas contraire, la rupture par cisaillement, qui se produit au sein de la couche fragile, conduit au déclenchement de ce qui est appelé une *plaque friable*.

La figure 10.4 (photographie correspondante à la figure 10.5), avec une couche dure

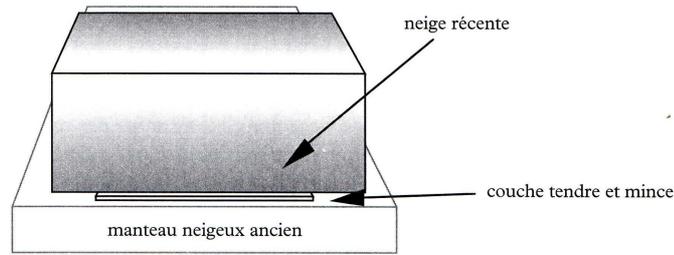


Figure 10.3 Couche tendre et mince sous la neige récente : le piège !

posée sur une couche tendre, peut s'appliquer à la plaque à vent classique ; l'instabilité dépend ici largement de la topographie locale ainsi que de l'épaisseur et de la cohésion de la plaque dure. Rappelons en effet qu'une plaque dure est constituée d'une neige dont la masse volumique atteint au minimum 300 kg/m^3 , d'où un poids d'environ 135 tonnes pour une plaque de $30 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ avec une épaisseur moyenne de $0,5 \text{ m}$. Il est vrai que le départ naturel d'une plaque peut être provoqué par l'augmentation de la quantité de neige qui la constitue, jusqu'à un poids critique. Le déclenchement accidentel d'une plaque de neige dure provoqué par un skieur (gardons à l'esprit le rapport entre son poids et celui de la plaque) est moins plausible. Notons que dans ce cas, la notion de surcharge par un, trois... dix skieurs, reprend tout son sens. Nous avons remarqué par ailleurs que le manteau neigeux est parfois très différent entre l'endroit où la rupture a pris naissance à la suite du passage d'un skieur et celui où se produit la cassure la plus épaisse. Dans ces conditions, une plaque dure et épaisse peut se déclencher alors que le skieur évolue sur une plaque tendre et mince.

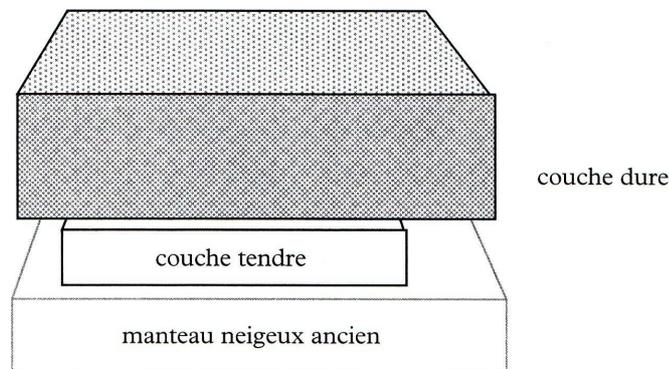


Figure 10.4 Couche dure sur couche tendre : un danger à relativiser.

La figure 10.6 et la photographie (figure 10.7) montrent une situation qui est souvent observée lors d'accidents en ski hors-piste. Une couche de neige récente épaisse d'au moins 20 cm surmonte une couche de neige plus compacte et rigide (généralement grains fins). L'ensemble repose sur une couche tendre (grains à faces planes ou gobelets). La rupture par cisaillement se produit au sein de la couche tendre. La couche de neige récente de surface joue un rôle déterminant : avant la chute de neige, la couche de neige dure résistait bien au passage des skieurs.

La figure 10.8, avec la présence d'une couche dure et mince entre la neige récente et la couche fragile sous-jacente, illustre une situation instable dont une partie de l'explication reste intuitive. D'un point de vue « mécanique », le rôle de la croûte rigide peu épaisse sous la neige récente peut être compris de deux manières. D'une part, on admet que les croûtes à la fois rigides et fines empêchent l'imbrication de la couche de neige récente

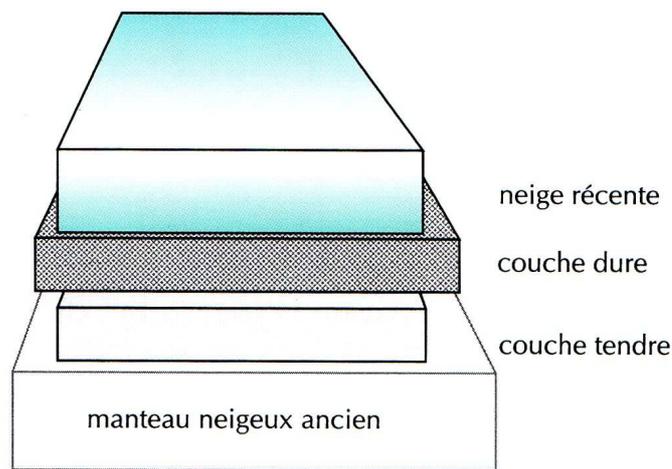


Figure 10.5 Couche dure entre la neige récente et la couche tendre : forte instabilité.



Figure 10.6 Couche de neige récente (on y enfonce le poing) sur couche de neige plus compacte (on y enfonce 4 doigts) sur couche de neige tendre (on y passe la main) : situation typiquement instable. Cliché A. Duclos.

avec le manteau neigeux plus ancien ; d'autre part, on imagine bien que ces croûtes sont susceptibles de se rompre facilement si elles reposent sur une couche de neige fragile, et de contribuer ainsi à la rupture.

D'un point de vue thermodynamique, il a été montré que le gradient de température est localement plus important de part et d'autre d'une croûte [4] ; cet effet est probablement plus marqué pour les croûtes de regel. Ceci donne lieu à la formation de couches de grains anguleux, d'abord très minces, de part et d'autre de la croûte. Nous retrouvons alors la situation de la couche de neige récente sur la couche fragile mince. Dans ce cas, la rupture par cisaillement se produit juste au-dessus de la croûte rigide. Cette situation semble relativement fréquente au printemps, consécutivement à des chutes de



Figure 10.7 La neige récente peut donner lieu au départ de vastes plaques friables. Cliché A. Duclos.

neige tardives¹.

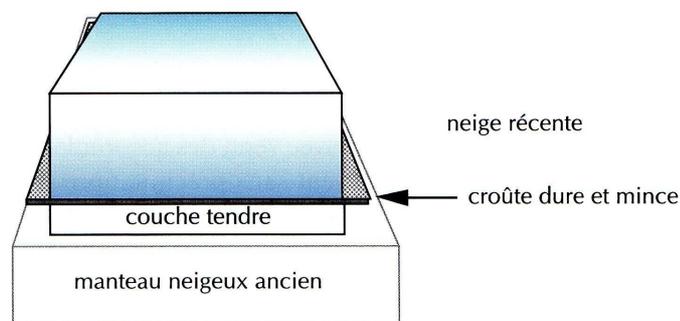


Figure 10.8 Croûte dure et mince enfouie : deux pièges en un. . .

10.2.2 Situations météorologiques

Les caractéristiques mécaniques d'un manteau neigeux sont largement influencées par les conditions météorologiques : précipitations, vent, température, nébulosité. Ces paramètres varient en fonction de la situation météorologique, mais aussi localement selon les caractéristiques géographiques et topographiques. Le rôle de celles-ci sera envisagé dans les paragraphes suivants.

Précipitations

Les précipitations neigeuses sont toujours suspectes. Il convient de bien déterminer la cohésion de la neige fraîche :

- s'il y a feutrage : peu de danger à moins d'épaisseurs considérables et de « plan de glissement » très favorable. Attention ! l'évolution est très rapide sous l'effet des agents météorologiques ;
- s'il y a frittage faible (c'est pour ce type de neige que l'on parle de « qualité critique ») : le danger est maximum si la couche en question repose sur une couche fragile ;

1. Des chutes de neige précédées de neige roulée peuvent produire un effet similaire.

- s'il y a frittage fort : il y a formation de plaques sensibles aux surcharges importantes. Attention à la surcharge ! Certaines de ces plaques partent naturellement du simple fait de l'accroissement de leur poids, consécutif à l'accumulation de neige. Il va de soi que, lors de situations relativement exceptionnelles, un skieur de 70 kg peut mettre en mouvement une plaque pesant plusieurs dizaines de tonnes ;
- s'il y a absence de cohésion : il y a peu de danger *a priori*, mais l'évolution peut être rapide vers une cohésion de frittage faible.

Dans le cas des précipitations pluvieuses, il faut distinguer :

- la pluie sur de la neige récente : cela donne lieu assez systématiquement à des avalanches de fonte ;
- la pluie sur un manteau neigeux déjà ancien : l'activité avalancheuse induite dépend étroitement des quantités de précipitations et de l'allure du manteau neigeux. L'eau peut en effet ruisseler à la surface du manteau neigeux, l'imbiber, ou le traverser par des cheminées de percolation (voir chap. 5).

Vent

Du point de vue du skieur, le vent a deux types d'action sur la neige qui se dépose dans une pente :

- d'une part, le vent est à l'origine d'une répartition inégale de la neige. Des précipitations qui, sans vent, auraient donné lieu à une couche de neige d'épaisseur relativement régulière, provoquent, avec vent, des accumulations qui peuvent être importantes. Par ailleurs, le vent sans précipitations peut donner lieu à des accumulations si la neige de surface est transportable (si elle a assez peu de cohésion) ;
- d'autre part, la neige accumulée par le vent peut avoir des qualités très diverses. Elle est parfois poudreuse (elle ressemble alors à de la neige déposée sans vent). Elle peut aussi être constituée de neige évoluée, dotée d'une cohésion plus ou moins importante. C'est seulement dans ce dernier cas que le skieur repère facilement une accumulation due au vent. La qualité de la neige dépend probablement du rapport entre la vitesse du vent et l'intensité des précipitations : un vent modéré pendant des précipitations abondantes provoquerait la formation d'accumulations de neige poudreuse (neige légère constituée de cristaux de neige fraîche ou de particules reconnaissables) ; le transport par le vent d'une neige ayant déjà évolué au sol donnerait lieu à la formation d'accumulations de neige dure (essentiellement des grains fins). Toutes les situations peuvent évidemment être rencontrées entre ces deux extrêmes ; certaines d'entre elles donnent lieu à des neiges particulièrement difficiles à skier.

En quoi ces deux types d'action influencent-ils la stabilité du manteau neigeux ?²

- Épaisseur de neige : même si cela n'est pas systématique, l'augmentation de l'épaisseur de neige dans une pente induit généralement une augmentation du risque (§ 10.2). Pour des accumulations épaisses de 40 à 60 cm, c'est souvent lorsque le skieur passe à l'endroit le plus chargé qu'il déclenche l'avalanche (en l'absence de vent, l'épaisseur de neige n'aurait probablement pas été suffisante pour permettre l'instabilité). Le vent favorise donc la formation de plaques *suffisamment épaisses* pour être instables.
- Qualité de la neige : l'expérience montre qu'une large gamme de types de neige est susceptible de donner lieu à des avalanches de plaques. Rien, pour l'instant, ne nous permet d'affirmer que les qualités de neige issues de l'action du vent sont

2. Voir aussi 10.2

plus propices au déclenchement que les qualités de neige déposée par temps calme. Il n'en reste pas moins que, probablement, la majorité des plaques déclenchées accidentellement ont des causes imputables aux effets du vent. Le skieur doit donc être particulièrement attentif et tenir compte des paramètres suivants.

- *Vitesse du vent* : lorsque le vent a soufflé avec force selon une direction constante, les zones de reprise et de suraccumulation sont généralement distinctes et relativement faciles à repérer, notamment en fonction de la topographie. En revanche, lorsque le vent est faible à modéré, des accumulations sont aussi susceptibles de se former, mais elles sont plus discrètes et il reste très difficile de prévoir leur localisation. Par conséquent, il est plus simple d'évaluer le risque d'avalanche induit par des suraccumulations après un épisode de vent violent et constant en direction qu'après une période de précipitations peu ventées. Dans le premier cas, les suraccumulations sont importantes et relativement faciles à localiser, à la fois de *visu* et par déduction. Dans le second cas, le danger doit être considéré comme plus sournois.
- *Direction du vent* : il faut tenir compte du fait que l'orientation du vent peut changer au cours d'un événement perturbé (variation dans le temps) ainsi que d'un endroit à l'autre, même sur de courtes distances (variation dans l'espace). Il est donc dangereux dans tous les cas d'avoir des certitudes quant à la localisation des zones de reprise et des zones de suraccumulations.
- *Précipitations associées* : les zones de suraccumulation semblent particulièrement difficiles à identifier lorsque le vent a soufflé pendant les précipitations. La qualité de la neige déposée peut alors être homogène, quelle que soit son épaisseur.
- *Environnement topographique* : de très faibles ruptures de pente suffisent à provoquer la formation d'accumulations dues au vent. La localisation de ces accumulations est facile à prévoir au voisinage des crêtes les plus marquées, si celles-ci sont orientées perpendiculairement à la direction du vent ; on distingue alors nettement le versant *au vent* du versant *sous le vent*. Dans le cas contraire, où dès que l'on s'éloigne d'une crête, la localisation des accumulations devient très délicate (voir ??) : on observe qu'une épaule ou un thalweg peu marqué suffit à provoquer localement des accumulations susceptibles de donner lieu à des avalanches de plaques. Lorsque l'incidence du vent est perpendiculaire à l'orientation générale de la pente, les zones érodées et les zones fortement chargées peuvent être à la fois proches et difficilement discernables.

Température de l'air

Lorsque les températures sont basses (c'est-à-dire négatives)³, on note que :

- avant les précipitations : les températures basses favorisent les métamorphoses de gradient moyen ou fort en surface du manteau neigeux, particulièrement en ce qui concerne les fines couches de neige récente. La couche de grains à faces planes ou de gobelets ainsi constituée représente un plan de glissement (couche fragile) très favorable au déclenchement des couches de neige à venir ;
- après les précipitations : les températures basses favorisant l'instauration d'un gradient de température moyen ou fort au sein de la couche de neige de surface, celle-ci perd de la cohésion en même temps que se forment les grains à faces planes. Simultanément, il semble que la probabilité de déclenchement accidentel d'avalanche de plaque diminue. Skier dans une couche de 30 à 40 cm de grains à faces planes serait moins dangereux que de skier dans la même épaisseur de neige fraîche, évoluant vers du grain fin.

3. Voir aussi § 10.2

Lorsque les températures sont moyennes (proches de 0°C), les métamorphoses de faible gradient sont favorisées. Il y a donc une *prise de cohésion* de la neige fraîchement tombée. Cette neige, qui avait dans un premier temps peu de cohésion, évolue alors vers la qualité de neige critique qui nous semble si favorable au déclenchement accidentel des avalanches de plaques. L'exemple typique est celui d'une chute de neige au mois de mars ou d'avril, suivie d'un retour rapide du beau temps. Les versants ombragés conservent une neige relativement légère et agréable à skier, mais qui a acquis suffisamment de cohésion pour propager une rupture.

Lorsque les températures sont élevées (supérieures à 0°C), il y a début de fonte et on note soit l'apparition d'une cohésion capillaire, soit la perte de cohésion par excès d'eau liquide, avec éventuellement l'apparition ultérieure d'une cohésion de regel. Le rôle de chacun de ces phénomènes est variable en fonction du type de grain concerné et de l'épaisseur affectée.

- Sur de la neige fraîche : juste après la chute de neige, il semble qu'une légère humidification de la surface bloque les déclenchements qui étaient faciles à provoquer avant les premiers rayons de soleil. Dans un second temps, en revanche, il y a rapidement départ spontané de la neige récente sur toutes les pentes suffisamment raides. Ces purges peuvent se produire avec des épaisseurs de neige de seulement quelques centimètres. Elles ne doivent jamais être négligées car leurs conséquences sont parfois graves : on n'échappe pas facilement à une coulée de fonte !
- Sur un manteau neigeux ancien bien stabilisé : les températures élevées ne peuvent intervenir sur l'activité avalancheuse que par la fonte, ou éventuellement en permettant la formation d'une croûte de regel qui jouera ultérieurement un rôle néfaste. Au cours d'une première phase, la fonte permet de goûter le plaisir du ski sur une neige de très bonne qualité (« neige de printemps »). Ensuite, l'épaisseur de neige imbibée d'eau augmente sans que sa stabilité ne soit affectée. Enfin, au-delà d'une certaine épaisseur (probablement fonction de la stratigraphie), ou éventuellement d'un seuil de teneur en eau liquide (délicat à estimer), le risque dans les pentes suffisamment inclinées devient tout simplement énorme.

En conclusion, on peut retenir le schéma suivant :

- Humidification légère de la neige fraîche \Rightarrow stabilisation précaire mais immédiate.
- Humidification prolongée de la neige fraîche (quelques heures) \Rightarrow purges de nombreuses pentes.
- Humidification prolongée d'une vieille neige (quelques jours) \Rightarrow avalanches de fonte difficilement prévisibles.
- Humidification sur quelques cm en surface \Rightarrow fine croûte de regel en cas de refroidissement.
- Humidification sur plus d'une dizaine de cm \Rightarrow croûte de regel épaisse en cas de refroidissement important.

Nébulosité

En conditionnant l'intensité du rayonnement, la nébulosité relativise le rôle de la température des masses d'air. Ainsi, si l'isotherme 0° correspond à peu près à l'altitude de regel par nuit couverte, elle s'en distingue très nettement par ciel clair. Par ailleurs, il semble qu'à l'intérieur d'un nuage bas et épais, de type cumulus ou strato-cumulus, le réchauffement est souvent plus intense et les avalanches de fonte favorisées.



Figure 10.9 Activité avalancheuse exceptionnelle : encore des plaques ! Cliché A. Duclos.

10.2.3 Situation géographique

Les notions d'altitude, d'exposition et d'inclinaison de la pente constituent généralement les premières bases du raisonnement suivi par le skieur qui cherche à prévoir la localisation du risque d'avalanche (elles permettent aussi de s'interroger sur la localisation des neiges les plus agréables à skier). Viennent ensuite les particularités de relief (situations topographiques) que nous évoquerons dans le paragraphe suivant. Nous essayons ici de préciser dans quelle mesure les paramètres géographiques influent sur la formation des types de manteaux neigeux que nous avons présentés comme particulièrement instables (§ 10.2.1.).

Altitude

L'altitude est l'un des paramètres qui déterminent les facteurs météorologiques locaux : force et direction du vent, forme et quantité de précipitations, température, etc. Malheureusement, la relation entre l'altitude et ces facteurs n'est pas régulière. En ce qui concerne les précipitations, par exemple, il arrive qu'elles soient plus abondantes aux altitudes modestes que sur les pentes qui les dominent (notamment au passage d'un front froid). Par situation de foehn, en revanche, plus on descend sur le versant sous le vent et plus les précipitations sont réduites. La relation entre l'altitude et la température est plus simple : à moins d'inversions de température, liées typiquement à des conditions anticycloniques hivernales (voir chap. 2), la température décroît au fur et à mesure que l'on s'élève.

Les métamorphoses de la neige, et par conséquent, la stabilité du manteau neigeux, dépendent donc en grande partie de l'altitude. Par exemple, sur les pentes peu élevées, les avalanches de fonte sont plus fréquentes ; la stabilisation est généralement plus rapide. Les pentes en altitude sont plus propices aux départs en plaque de neige froide ; les métamorphoses qui s'y produisent conduisent souvent à la formation de couches de neige fragile. Néanmoins, ces généralités doivent être nuancées. Ainsi, les croûtes de regel, qui

ne se forment généralement que dans une certaine tranche d'altitude, constituent parfois (lorsqu'elles sont enfouies) un facteur favorable au déclenchement des avalanches. Dans ce cas (et pour une orientation donnée) les avalanches ne se produiront qu'au-delà d'une certaine altitude.

Exemple : c'est le début de l'hiver. Après les premières chutes de neige, une période de beau temps chaud s'installe pour une dizaine de jours, puis de nouvelles précipitations interviennent. Une poudreuse de rêve s'est déposée, même à basse altitude où elle repose sur une épaisse croûte de regel. En l'occurrence, tout tient bien, mais qu'en est-il plus haut ? Si on observe des pentes d'orientation constante, plus on monte et plus l'épaisseur de la croûte diminue. On s'achemine donc vers une zone d'instabilité potentielle qui correspond au manteau neigeux de type « croûte dure et mince enfouie » (voir §10.2.1.). Vive méfiance donc à cette altitude. Mais que se passe-t-il encore plus haut ? Ici, le réchauffement n'a pas été suffisant pour permettre la fonte puis la formation de la croûte de regel. La neige récente a pu mieux se lier à la couche plus ancienne et les déclenchements de plaques qui avaient été observés aux altitudes inférieures ne se produisent pas à ce niveau.

Exposition

On retrouve ici la même approche que dans le raisonnement avec l'altitude. L'exposition intervient sur la quantité de neige puisqu'elle détermine l'incidence du vent ; elle intervient également sur les métamorphoses de la neige puisqu'elle conditionne l'exposition au rayonnement solaire et réchauffement du manteau neigeux. Ici, une difficulté doit être mentionnée en ce qui concerne la position du soleil et le déroulement des saisons : le soleil ne se lève pas et ne se couche pas au même endroit le 1^{er} janvier, le 1^{er} février, le 1^{er} mars... Ainsi, un couloir exposé nord-ouest, qui ne voit pas le soleil jusqu'à la fin du mois de mars, peut devenir très sensible aux avalanches de fonte après cette date. Alors seulement les rayons du soleil l'atteignent (en fin d'après-midi), à un moment où la température de l'air est encore élevée. Les avalanches qui s'y produisent peuvent être énormes, compte tenu des importantes quantités de neige accumulées jusqu'à cette date. Il n'en reste pas moins vrai que les purges naturelles qui interviennent sur les versants exposés au soleil assainissent rapidement la situation.

Anecdote : c'est la fin du mois d'août : une période de fortes précipitations s'est achevée vendredi passé. On prévoit pour le mardi suivant une course de neige assez raide en altitude, dans le massif du Mont-Blanc. Où aller ? Que penser de la face sud des Grandes Jorasses ? Une fois sur place, les conditions sont telles qu'on peut les imaginer : neige bien transformée et stabilité parfaite dès le Rognon de la Bouteille à 3300 m. Le rêve ! Pourtant, des alpinistes qui avaient tenté l'ascension le samedi ont raconté leur panique quand les avalanches descendaient sans interruption autour d'eux. Ils enfonçaient alors jusqu'au genou dans la neige fraîche. Le mardi où il faisait bon cramponner en versant sud sur cette neige transformée, le bulletin météorologique de Chamonix annonçait encore un risque important d'avalanche de plaque en versant nord.

Inclinaison de la pente

L'inclinaison de la pente intervient à deux niveaux : elle joue d'une part directement sur la stabilité à cause de la résistance que le manteau neigeux doit opposer à la pesanteur,

d'autre part sur les conditions météorologiques locales au même titre que l'altitude et l'orientation.

- *Rôle de la pesanteur* : les pentes fortes (supérieures à 45°) se purgent le plus souvent naturellement pendant la chute de neige ou les quelques heures qui suivent. Les pentes faibles (inférieures à 20°) ne bougent quasiment jamais et le danger ne peut venir que des pentes qui les dominent. Les pentes « moyennes » restent donc les plus exposées. C'est pourquoi il faut parfois préférer une ascension directe dans un couloir raide à une trace plus douce dans des contre-pentes moins inclinées. Néanmoins, il faut garder à l'esprit que les pentes où nous skions n'excèdent que rarement 45° , ce qui veut dire que les pentes considérées comme fortes par le skieur n'ont pas toujours été purgées naturellement. En situation critique, à la descente, il est donc préférable de choisir les pentes les plus faibles si on souhaite limiter les risques de déclenchement.
- *Incidence sur les conditions météorologiques locales* : l'inclinaison joue un rôle évident sur l'incidence du rayonnement. S'il s'agit du rayonnement reçu pendant la journée, on constate qu'une pente s'échauffe d'autant plus vite qu'elle est perpendiculaire au rayonnement. En plein hiver, une pente sud-ouest se transformera donc d'autant plus vite qu'elle est plus inclinée. S'il s'agit du rayonnement émis pendant la nuit, il semble qu'il est d'autant plus intense que la pente est plus faible. Ceci expliquerait que, lorsque les conditions de regel sont « limites », la croûte en surface résiste beaucoup mieux à la pression des skis sur les vastes étendues peu inclinées que sur les pentes fortes.

Situations topographiques

Dans certains services des pistes, les artificiers qui ont plus de trois années d'ancienneté ont droit à une prime dite « d'artificier confirmé ». Cette prime ne sanctionne pas, comme on pourrait le croire, une habileté à manipuler les explosifs. Elle récompense plutôt le « coup d'œil » de l'artificier qui place sa charge judicieusement : il est parvenu à déclencher l'avalanche parce que la dynamite a explosé au bon endroit ; il est probable (dans certaines situations) que rien n'aurait bougé si la dynamite avait été placée plus loin. Pourquoi ces différences à quelques mètres près ? Lorsqu'il y a eu transport de neige par le vent, il est vraisemblable qu'une partie de la réponse se trouve dans la localisation des suraccumulations ; dans tous les cas, les paramètres topographiques semblent jouer un rôle déterminant.

Arêtes sommitales

Cette particularité topographique est évoquée en premier lieu parce que c'est probablement la plus simple à observer. Si, globalement, son effet sur la répartition de la neige transportée par le vent est admis, certaines nuances méritent d'être précisées. La présence de suraccumulations de neige dans le versant sous le vent d'une arête est indéniable. En revanche, nous ne sommes pas encore en mesure de préciser jusqu'à quelle distance de l'arête ces suraccumulations peuvent s'étendre. De récentes observations⁴ nous incitent à proposer seulement 25 à 30 m [6]. Par ailleurs, nous avons observé que la neige qui constitue les accumulations peut être de qualité très variable (entre la neige poudreuse à 60 kg/m^3 et la neige dure à 300 kg/m^3). Le skieur ne sera donc que rarement sûr de la localisation des suraccumulations, même en observant attentivement le relief et la qualité de la neige de surface. La forme du relief exposé face au vent (en aval de l'arête) joue

4. N.D.L.R. : observations sur le site du Seuil (Valfréjus, Savoie).

un rôle important. Par exemple, plus la pente au vent est inclinée, plus la zone de reprise est réduite et moins la quantité de neige déposée sous le vent est importante (figure 10). A quelques dizaines de mètres près, on peut déclencher une importante avalanche de plaque derrière un replat, alors que rien ne se produit derrière une arête plus aiguë. Enfin, n'oublions jamais que, même si l'on raisonne souvent en termes de « versant au vent » et de « versant sous le vent », le vent change généralement de direction au cours d'un épisode perturbé (dans les Alpes du Nord, on passe fréquemment de sud-ouest à nord-ouest), Ceci signifie qu'un versant « sous le vent » aujourd'hui était peut-être « au vent » avant-hier.

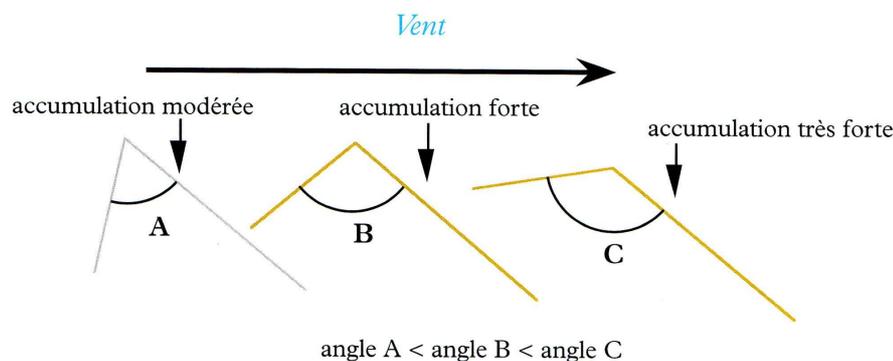


Figure 10.10 Pour des conditions de neige et de vent identiques, l'importance des suraccumulations dépend de la forme du versant « au vent ».

Cols

L'effet d'un col s'apparente à ce qui est énoncé ci-dessus (effet d'arête). Il s'y ajoute une accélération de la vitesse du vent au passage du col. Les quantités de neige accumulées sous le vent dominant peuvent donc être particulièrement importantes. Pourtant, elles ne sont pas systématiquement instables : on trouve parfois au printemps des épaisseurs de neige supérieures à 10 m derrière certains cols, sur des pentes fortes, sans qu'aucune avalanche ne se produise... La prudence s'impose tout de même (photographie ci-dessous).

Outre la présence des suraccumulations, le danger au passage des cols peut être lié à la configuration du terrain : la superposition des suraccumulations successives provoque toujours un nouveau modelé. Lorsque la forme de celui-ci devient convexe, il se prête particulièrement bien au déclenchement des avalanches. L'analyse du skieur doit alors être la même que dans les autres situations de ce type : compte tenu de la forme du terrain, est-il judicieux de s'engager sur un manteau neigeux ayant telles caractéristiques (celui-ci ayant été observé auparavant) ? On peut là aussi, à quelques mètres près, trouver une topographie moins sensible et des suraccumulations moins importantes.

Épaules et thalwegs dans le sens de la ligne de pente

Lorsque la situation nivologique est délicate, doit-on emprunter plutôt les épaules ou plutôt les thalwegs ? Doit-on skier plutôt sur les bosses ou plutôt dans les creux ? Les réponses à ces questions sont rarement claires et jamais unanimes. Deux points de vue doivent être considérés : celui de la stabilité proprement dite d'une part, et celui du risque engendré en cas de départ ou de déclenchement d'autre part. Du point de vue de la stabilité, il faut choisir entre les épaules qui sont le siège privilégié de tensions au sein du manteau neigeux, et les thalwegs qui sont a priori les zones les plus chargées de neige. Du point de vue du risque engendré par le skieur, on doit aussi évaluer les



Figure 10.11 La sensibilité des cols à l'activité avalancheuse est indéniable. Cliché A. Duclos.



Figure 10.12 Avalanche de plaque de neige récente. D'après le témoin, le skieur emporté a été fauché par l'avalanche au niveau signalé par le pisteur situé en amont. Cliché A. Duclos.

possibilités de s'échapper de l'avalanche. Si cette éventualité est possible sur une crête, le risque de rester piégé est maximum dans les creux. Dans tous les cas, aucune réponse ne peut être fournie sans une observation au préalable du manteau neigeux. Si la neige a été transportée par le vent au cours des derniers événements nivo-météorologiques perturbés, il est probablement plus sûr d'évoluer sur les épaules (parce que ce sont les zones les moins chargées) ; au contraire, si la neige récente s'est déposée uniformément, on suppose que les thalwegs doivent être choisis (parce qu'il est moins probable de provoquer des déclenchements dans les zones de compression). En règle générale, il semble que les grandes pentes striées d'épaules et de thalwegs sont particulièrement sournoises. N'avez-vous jamais rencontré une pente qui, de loin, semble peu enneigée parce que l'on aperçoit des taches d'herbe ? Il est possible que, dans chaque thalweg, une plaque se déclenche à la première sollicitation.

Convexités et concavités perpendiculaires à la ligne de pente

Au niveau des ruptures de pente (zones convexes), le manteau neigeux est soumis à des forces de traction. On peut alors assimiler l'effet des skis sur une couche de neige à celui d'un coup de ciseaux sur un textile tendu : la rupture s'amorce devant les spatules puis file très rapidement. Lorsque le manteau neigeux est instable, les zones convexes sont donc particulièrement sensibles. Les pentes concaves, réputées plus stables que les pentes convexes, sont néanmoins plus délicates à négocier. Dans ce cas, si la neige est tendre, le skieur peut fragiliser la zone de compression qui constitue un appui pour la pente en amont, La rupture par traction intervient alors nettement en amont du skieur et l'ensemble de la pente se met en mouvement (photographie 12), Méfions-nous donc aussi des pentes concaves !

Enfin, rappelons que de nombreuses avalanches accidentelles sont déclenchées à distance : la première rupture visible peut apparaître à plusieurs centaines de mètres du skieur qui a provoqué le phénomène. Dans ces cas, l'endroit où le skieur exerce la contrainte (pour cette situation nivologique précise) importe peu : une fois le phénomène déclenché, la rupture par traction se produit de toute façon à l'endroit le plus sensible (généralement une zone convexe). Si cet endroit est en aval du skieur : tant mieux !

Anecdote : j'ai réalisé pendant plusieurs saisons des mesures sur la neige dans la partie supérieure d'un couloir avalancheux. Je descendais donc quotidiennement sur ce site, à pied et dans le sens de la pente, tout en notant les hauteurs de neige indiquées par des perches graduées. Ce 2 mars, la zone d'accumulation est particulièrement chargée. Dans la pente inclinée en moyenne à 30°, la convexité du relief m'incite à la plus grande prudence. J'essaye de me faire aussi léger que possible en constatant (mesures à l'appui !) que la suraccumulation sur laquelle je progresse atteint 70 cm. Pas assez léger toutefois puisque, après avoir perçu une sensation d'effondrement, je m'aperçois que la pente de neige s'est décrochée à une dizaine de mètres de moi en aval. L'épaisseur de neige récente au niveau de la cassure n'était que de 20 cm ; la convexité y était peut-être un peu plus accentuée... J'ai eu la nette impression qu'après la rupture que j'avais provoquée, la cassure visible s'était produite à l'endroit où la couche de neige récente était la plus fragile : de faible épaisseur et soumise à de fortes tensions. J'ai vécu plusieurs fois, depuis cette date, une expérience similaire.

Versant globalement uniforme : zones de reprise et de suraccumulation

Les phénomènes liés au transport de neige par le vent qui se produisent de part et d'autre d'une arête sont relativement bien connus. Ils ne concernent toutefois qu'une infime partie des pentes sur lesquelles nous skions. On comprend en effet qu'un versant au vent de 500 m de dénivelé ne va pas être uniformément déneigé et qu'un même versant sous le vent ne va pas être également chargé de neige accumulée. Quant à déclarer que les plaques à vent ne sont pas dangereuses...

Anecdote : samedi 18 décembre, c'est l'ouverture de la station à la clientèle. Depuis que les pisteurs travaillent sur le domaine skiable, c'est-à-dire une dizaine de jours, le mauvais temps s'acharne sur la région sous la forme de perturbations de nord-ouest. Le vent du nord a soufflé assez fort pendant cette période et les parties hautes des pentes nord, sous les crêtes, sont manifestement déneigées. Aucune opération de déclenchement préventif des avalanches n'a donc été prévue dans ces secteurs. Heureusement, aujourd'hui il fait beau.

Nos clients profitent donc des pistes puis, peu à peu, investissent le secteur hors piste vierge de traces. A 15 heures c'est l'alerte : une plaque de neige a été déclenchée accidentellement en versant nord à environ 2400 m d'altitude, un peu plus de 50 m de dénivelé sous la crête (photographie 13).

Sur une pente relativement uniforme, il est extrêmement difficile (impossible?) de prévoir la localisation des zones les plus instables, que l'instabilité soit imputable en premier lieu à la topographie ou à la présence de suraccumulations. Les zones sensibles d'un point de vue topographique doivent donc être évitées a priori, tandis que la localisation des suraccumulations doit être appréciée par un sondage rapide - mais fréquent - des couches de surface du manteau neigeux, avec le bâton de ski par exemple.

Barres rocheuses

En observant l'activité avalancheuse naturelle, on remarque souvent de nombreux départs de plaque au pied des barres rocheuses (photographie 14). Ce phénomène est probablement dû aux quantités relativement importantes de neige qui se déposent à ces endroits ; il peut dépendre aussi de la qualité de la neige accumulée, qui a été travaillée par les turbulences le long des rochers. Ce sont en tous cas des zones qu'il semble préférable d'éviter, à moins de longer scrupuleusement le pied des barres et de ne provoquer d'éventuels déclenchements qu'en aval de sa position.

10.2.4 Les signes précurseurs et les indices

Activité avalancheuse observée

C'est un indice important, mais dont l'interprétation nécessite quelques précautions :

- une observation des traces d'avalanches ne livre pas d'informations sur la chronologie. Elle perd beaucoup de sa valeur si elle n'est pas accompagnée d'une connaissance suivie de l'endroit et s'il est impossible d'établir une relation avec une date ou avec une situation météorologique. Elle renseigne néanmoins sur la sensibilité d'un site et sera prise en compte si l'analyse du manteau neigeux conduit à la méfiance ;
- l'observation des événements passés n'informe le plus souvent que sur l'activité avalancheuse naturelle. Or l'activité avalancheuse accidentelle potentielle est en général beaucoup plus étendue, d'un point de vue géographique et chronologique ;
- les avalanches observées sur une zone caractérisée par son altitude, son inclinaison et son orientation, incitent bien sûr à la plus grande méfiance pour les endroits dont les caractéristiques sont similaires. Elles ne dispensent pas d'une analyse sérieuse pour les sites qui s'en distinguent.

La neige

Nous avons insisté tout au long de ce chapitre sur l'importance de la connaissance du manteau neigeux. Il ne faut pas confondre, cependant, « balade à peaux de phoques » et « stage de nivologie ». Il est exclu de passer la journée une pelle à la main et de faire un trou à chaque changement de pente : ce qui est trop contraignant ne se fera pas.

Lors de l'exposé sur les manteaux neigeux les plus instables, nous avons parlé surtout d'épaisseur de neige récente, de couche mince dure ou fragile sous la neige récente... bref, des couches les plus superficielles du manteau neigeux. Même si l'ensemble des situations à risque ne sont pas détectées par cette analyse de surface, elle permet néanmoins de



Figure 10.13 Le bon jour, la bonne heure... et quelques coups de skis bien placés. Cliché S. Dupraz.



Figure 10.14 De nombreux départs naturels au pied des barres rocheuses. Cliché A. Duclos.

déceler leur immense majorité. Dans cet esprit, un sondage régulier au bâton, une main plongée de temps en temps dans la neige, un trou réalisé en deux minutes fournissent des renseignements utiles.

Les bruits

Beaucoup d'entre nous ont entendu, ou entendu ceux qui ont entendu des bruits. Pour les uns, c'est un coup de fusil, pour les autres, un son étouffé et sourd. Quelques uns ont plutôt perçu un effondrement sans se souvenir s'il a été vraiment associé à un son. Dans tous les cas, il s'est passé quelque chose induit par la discontinuité entre les couches de neige. La plus grande méfiance s'impose donc. Ces sensations ressenties sur des endroits plats doivent aussi mettre en alerte : les pentes ne seront pas abordées sans examen préalable.

10.3 Cas traités et exemples

10.3.1 Les différentes erreurs rencontrées

On relate ici un certain nombre d'anecdotes qui ont été pour la majorité soit racontées par leurs protagonistes ou des témoins, soit tirées de comptes rendus officiels d'accident⁵. Nous tirons une morale de chacune de ces histoires. Le montagnard peut beaucoup s'instruire à la lecture des récits relatés ici, car s'il peut acquérir au fil des sorties une expérience de la neige, il lui sera plus difficile d'avoir une expérience directe des avalanches, qui sont des phénomènes trop rares à son échelle. Il peut dès lors tirer grandement profit de l'analyse d'accidents, qui vont constituer indirectement un champ d'expériences.

A posteriori, il semble toujours possible de dégager les circonstances, les causes et les responsabilités de l'accident. Dans la majorité des cas, il s'agit d'erreurs humaines qui sont à l'origine du déclenchement et non la fatalité. Le problème de la prévisibilité se pose alors pour le montagnard : dans des conditions similaires, pourra-t-il à temps prévoir avec justesse le risque ? Il faut aussi noter que la plupart des accidents ont eu lieu alors que le risque d'avalanches était annoncé comme élevé par les services météorologiques. Par la suite, les anecdotes sont classées un peu arbitrairement : nous avons essayé de séparer les erreurs d'appréciation de celles dues à une méconnaissance. On relate un certain nombre d'accidents arrivés à des professionnels, car il est également très instructif de voir comment des guides extrêmement compétents ont pu se laisser piéger.

10.3.2 Erreur d'appréciation, facteur humain

Perception du danger

Au mois de mai, un groupe d'onze personnes mené par deux guides entreprend un raid dans le massif du Grand-Paradis (Italie). L'étape du jour est l'ascension du Grand Serraz (3552 m) à partir du refuge Vittorio Sella (2584 m). Après une période de fort mauvais temps accompagné en altitude par d'importantes chutes de neige, le beau temps est revenu depuis 2 jours, quoique de nombreux bancs de nuages soient encore présents. Tôt le matin, le groupe part. Il gèle à peine au refuge. Les guides savent qu'il est tombé

5. Un grand nombre de récits sont tirés des rapports annuels « Schnee und Lawinen in der Schweizern Alpen » (neige et avalanches dans les Alpes suisses), publiés par l'IFENA et qui constituent une exceptionnelle source d'informations [1].

beaucoup de neige, mais n'ont pu obtenir plus d'informations. La vigilance et la prudence sont donc de rigueur. Un peu au-dessus du refuge, vers 3000 m d'altitude, le groupe atteint une pente raide (35-40°) haute d'environ 150 mètres de dénivelée, entrecoupée d'une barre rocheuse. Les deux guides se concertent pour définir le meilleur itinéraire. Il y a beaucoup de neige fraîche, on enfonce le bâton de ski jusqu'à la garde. Ils décident que l'un d'eux essaiera de passer au moins raide, à gauche de la grande pente évidente, par un couloir où le danger est certainement moindre. Si le couloir s'avère raisonnablement sûr, les autres skieurs pourront alors s'engager un par un dans la pente car cela ne surchargera pas trop le manteau et en cas d'accident, les dix autres personnes pourront intervenir dans un bref délai pour secourir la victime. Certes, cela ralentit la progression, mais la sécurité est à ce prix-là. A ce moment arrive un groupe de sept personnes, au pas rapide et assuré, en ordre serré. Ils ne prennent aucune précaution particulière et gravissent rapidement la pente raide. Les deux guides en profitent pour faire une pause casse-croûte, tout en surveillant la progression des autres randonneurs. Rien n'est parti, La pente semble tenir. Faut-il dès lors opter pour une pente visiblement plus dangereuse mais où la trace avait été faite par sept skieurs groupés, ou tracer comme prévu à l'origine dans une pente présumée moins dangereuse? C'est la première solution qui est retenue, mais en engageant seulement un à deux skieurs à la fois [7].

La morale de cette histoire sans accident pourrait être la suivante.

- Conscients de leurs capacités physiques, les sept skieurs étaient trop confiants en eux. Ce jour-là, une distance de délestage, un choix de pente moins raide et de moindre importance voire le renoncement, s'imposait! L'importance de l'accumulation de neige fraîche (au moins 1,20 m), la raideur (supérieure à 35°) et l'ampleur de la pente, la configuration du terrain, tout portait à rendre catastrophique l'effet d'une éventuelle avalanche. Néanmoins, il semble que les sept skieurs n'ont perçu aucun risque. Parce qu'ils sont passés et que leur surcharge n'a rien provoqué, on peut être amené à croire que le danger n'existait pas. Il existe, mais c'est l'estimation du risque qui est délicate : quelle est la surcharge qui ce jour-là était suffisante pour provoquer l'accident? Un skieur, deux... huit skieurs? Certes, la frontière est floue mais on ne peut systématiquement jouer à la roulette russe en montagne, même si elle pardonne beaucoup!
- L'effet d'une avalanche dans cette pente a été négligé par les skieurs : en cas de déclenchement, les sept skieurs étaient emportés et ensevelis. Leur unique chance de survie aurait résidé alors dans l'intervention du premier groupe. Étant donné la déclivité, la présence d'une barre rocheuse, la masse de neige mobilisable, on pouvait s'attendre à un dépôt important, rendant difficile un sauvetage.

Diminution de l'attention et excès de confiance

C'est au début du mois de mai. Voilà plus d'une semaine qu'il fait beau sur toutes les Alpes. L'isotherme 0 °C est remonté très haut (jusque vers 3000 m), et la plupart des pentes se sont purgées. Le manteau neigeux, même en altitude, s'est humidifié et stabilisé. Le risque est estimé à 2 sur l'échelle de risque du BNA de Savoie et passe à 3 en cours de journée (à cause du réchauffement). Un groupe de cinq excellents skieurs accompagnés par un guide de haute montagne effectue un petit raid aux confins de la Tarentaise, sur la frontière franco-italienne. Partant du refuge de Benevolo (2285 m), les randonneurs atteignent le col de Rhêmes-Calabre (3076 m) au pied de la pointe de Bazel. Puis ils entament la descente sur le refuge du Prariond. L'itinéraire choisi n'est pas une classique, il est complexe et raide, emprunte des couloirs au milieu de barres rocheuses. Sur ce versant sud, la neige commence à devenir fondante en surface et la descente s'annonce excellente. Le guide entame le premier la descente, ses clients le suivent à distance. Le

groupe passe sans problème toutes les difficultés et arrive juste au-dessus du refuge du Prariond qu'un court raidillon et une traversée tranquille séparent encore du groupe. À ce moment-là, un des clients interpelle le guide pour lui signaler un risque de plaque, mais ce dernier, sans même regarder, décide que c'est sûr et répond : « Non, aucun risque ! ». Néanmoins au dernier moment, suivant un vieux principe sécuritaire qui a fait ses preuves, le guide impose une distance d'une trentaine de mètres entre lui et ses clients. Dès qu'il passe la rupture de pente au-dessus du raidillon, il déclenche une coulée qui, à la cassure, est large d'une quinzaine de mètres et épaisse d'une trentaine de centimètres. Il parvient aussitôt à s'en échapper. Par chance personne ne l'a accompagné [?]!

Plusieurs commentaires sont à faire.

- Le guide focalise sur les difficultés rencontrées dans le haut du versant, dont le passage est aléatoire. Il relâche son attention dans le bas de la pente, qui ne présente guère plus de difficultés : l'arrivée au refuge lui fait entrevoir la fin de la course.
- Malgré la mise en garde de son client, un skieur et montagnard averti, le guide décide qu'il n'y a « aucun risque ». Plusieurs éléments le confortent dans son avis instantané : la neige est bien stabilisée surtout en versant sud car voilà plus de huit jours qu'il fait grand beau, il est accompagné par cinq excellents skieurs, il a passé toutes les pentes raides du haut... il ne perçoit plus le danger. C'est donc une faute d'ordre psychologique (persistance dans l'erreur) qui est la cause de l'accident, non une méconnaissance du milieu.
- Malgré l'avertissement du client, le guide n'écoute pas, ne regarde même pas. Le client ne conteste pas sa décision, car il fait confiance, en fin de compte, à l'autorité du guide. C'est un problème fréquent : celui qui sait (ou qui croit savoir) n'écoute pas l'avis de celui qui sait moins, qui est plus jeune... Inversement, on a tendance à faire confiance au chef, à celui qui décide, celui que l'on suit. L'aspect relationnel peut donc aussi apparaître dans cette erreur de jugement.
- C'est un vieux principe sécuritaire, une fois de plus, qui évite qu'un skieur soit emporté.

La pression

« La vie d'un aspirant-guide/moniteur de ski est parfois bien dure et monotone » devait se dire le héros de cette histoire, qui passait son hiver à enseigner le ski sur les boulevards à son goût trop civilisés d'une station du Briançonnais. Les mêmes gestes, les mêmes paroles, les mêmes pistes, les mêmes touristes... Enfin un jour, il arrive à trouver quelques skieurs à qui, péniblement, il vend « de la poudreuse ». Le voilà donc engagé à la journée pour faire découvrir l'enchantement du ski loin des pistes, quand une neige poudreuse et légère scintille partout et invite le skieur à y laisser quelques délicates arabesques.

Attaquant la descente, le groupe arrive sur une crête dominant un versant parcouru par trois couloirs parallèles. Déception du guide devant le premier couloir : toute la neige fraîche a coulé et laissé place à une croûte dure moins excitante. Il suit la crête jusqu'au débouché du deuxième couloir. Ô désespoir, le sort s'acharne : la poudreuse a également disparu. Inquiet, il gagne rapidement le dernier couloir. Une neige de rêve y repose et attend quelque artiste qui veuille bien y apposer sa signature. « Oui, mais... » se dit l'aspirant, « s'il y a une activité naturelle dans les autres couloirs, ça craint ici franchement ! ». Il se gratte le menton, réfléchit, s'enhardit en pensant à la promesse faite à ses clients. Il décide de s'encorder et d'aller voir comment cela se passe dans le couloir. Il fait un virage, s'arrête, entreprend un deuxième virage. Rien ne se passe. Il saute. Rien ne bouge. Il arrive en bout de corde. Que faire ? Un arbre incongru semble posé juste au-dessous de lui, est-ce cette verdure rabougrie qui le rassure ? Il se décroche et décide de

repartir. Il effectue un virage. Toute la pente part et l'entraîne. Il essaye de se raccrocher à l'arbre en un vain et ultime effort. Il est emporté, chahuté, tiraillé, bousculé, retourné puis tout s'arrête. Il est vivant, enfin, il lui semble qu'il est vivant. Il peut même se lever, il s'époussette, il regarde autour de lui : il a descendu plus de 150 m de dénivelée sans dommage. Plus haut, il aperçoit la tête de ses clients mi-inquiets, mi-étonnés. Il remonte la pente si vite descendue et ces derniers le congratulent : « Ah, on voit que vous maîtrisez bien les avalanches ! » [7].

La morale de cette anecdote cocasse est la suivante.

- Dès qu'il y a activité naturelle sur un terrain donné, il faut s'attendre à un risque accidentel élevé pour une pente de même exposition, de même déclivité, de même altitude, *a fortiori* voisine ! La prudence conseille d'aller voir ailleurs.
- Penser que le danger dans une pente est essentiellement circonscrit à la partie supérieure est une erreur qui conduit à beaucoup d'accidents. S'encorder et tester une pente se révèlent utiles pour casser une corniche ; dans les autres cas, cette technique est douteuse.
- Ce n'est pas, une fois encore, la méconnaissance qui est la cause de l'accident, mais bien le raisonnement du décideur. La pression (tenir son engagement face à ses premiers clients, désir de sortir de sa routine) conduit l'aspirant à une décision opposée à celle que lui dicte sa connaissance technique.

Erreur légitime d'appréciation

Durant un stage de nivologie de la FFME, des skieurs effectuent une course dans le Chablais. Il a neigé abondamment les jours précédents (environ 50 cm) et un vent violent a accompagné les précipitations. L'isotherme 0°C est redescendue assez bas et la limite pluie/neige située d'abord vers 2000 m, a fortement chuté. De nombreuses et épaisses accumulations de neige sont probables et rendent la situation inquiétante.

Le groupe évolue vers 2500 m d'altitude sur une ligne de crêtes, ourlée d'une corniche majestueuse surplombant des pentes raides. La question est de savoir si un itinéraire de descente dans ce versant est possible. L'importance de la corniche et la présomption sur l'existence d'accumulations importantes laissent mal augurer les chances d'une telle entreprise. Néanmoins, les skieurs essayent de voir si la pente se purge d'elle-même en ébranlant la corniche sommitale. L'un des membres du groupe s'encorde et casse à l'aide des skis quelques beaux morceaux de corniche, qui provoquent des coulées conséquentes mais non la grosse avalanche que l'on redoute. On réitère l'expérience un peu plus loin. Une nouvelle avalanche part, dévale un peu plus d'une centaine de mètres de dénivelée puis s'arrête. Décidément, il faut croire que le manteau est plus stable qu'il ne le semble *a priori*. Le groupe entreprend alors la descente dans la zone parcourue par la dernière avalanche, puis enchaîne dans une neige poudreuse fort appropriée à la godille. Il arrive sur le haut d'un raidillon, qui marque le début de la forêt (vers 2000 m). Du haut de ce court passage (environ 25 m de hauteur) qui s'adoucit rapidement, on aperçoit les premiers arbres ; derrière une dernière rupture de pente, le fond de la combe est visible.

À la première rupture de pente, les skieurs s'arrêtent pour examiner le terrain. Rassurés par les premiers tests, ils n'ont pas d'inquiétudes particulières. Néanmoins, par principe sécuritaire, un seul s'engage, fait un virage, puis un deuxième, saute, cisaille avec ses skis le manteau sans que rien ne bouge. Le deuxième skieur se met alors en mouvement, le premier se dirige vers les arbres en contrebas. Soudain, c'est l'avalanche : elle est déclenchée sur plus de quatre cents mètres de largeur et cinquante centimètres d'épaisseur. En un instant, toute la pente se met en mouvement. Le premier skieur parvient jusqu'à un arbre, auquel il s'accroche désespérément. Il sait que c'est le dernier

« fil » auquel tient sa vie. Il subit la pression de la neige qui l'enveloppe, le tiraille, le violente, l'engloutit comme un torrent en crue. Enfin, de nouveau, il a la tête à l'air libre. Il respire tandis que l'avalanche suit son inexorable cours. Deux mètres au-dessus de lui, accroché à une branche de l'arbre se tient son compagnon sain et sauf [7]!

Les leçons à tirer de cette histoire sont les points suivants.

- Il est dangereux d'extrapoler une situation à partir d'une autre. Dans ce cas-ci, on peut *a posteriori*, expliquer les raisons du déclenchement : au cours de la dernière précipitation de neige, il avait plu dans un premier temps assez haut (jusque vers 2000 m), puis la limite pluie/neige était redescendue. La strate humidifiée en surface avait eu le temps de geler entre deux précipitations : on avait donc au-dessous de 2000 m une croûte de regel, qui n'existait pas à des altitudes supérieures. Ce fut justement cette croûte qui servit de plan de glissement à l'avalanche.
- La perception du risque par les skieurs a été biaisée par plusieurs facteurs :
 - le début de l'itinéraire constitué d'une zone de crêtes (corniche, versant raide, forte accumulation) constituait apparemment la zone la plus favorable aux déclenchements d'avalanches. La faible activité avalancheuse ce jour-là laissait penser que le risque était encore plus faible en bas ;
 - sur le lieu de l'accident, on note l'apparition de la forêt, qui est, consciemment ou non, rassurante pour le skieur. La dénivellation entre le court raidillon et le fond de la combe est faible (une cinquantaine de mètres). Il est dès lors légitime de penser que le risque est faible, mais ce raisonnement est malheureusement (et insidieusement) lacunaire : il aurait fallu sonder pour connaître l'existence de la croûte de regel. Il est de plus difficile d'imaginer que l'avalanche puisse prendre une telle ampleur ;
 - la descente en poudreuse apportait un peu de griserie, qui a vite fait oublier l'inquiétude des premiers instants avant d'attaquer la descente. Les skieurs ont pris mécaniquement des mesures préventives (l'espacement), c'est ce qui les a sauvés ;
 - leur raisonnement a intégré le schéma classique selon lequel seules les pentes sous le vent sont dangereuses à causes des plaques à vent. Il n'y a pas eu d'avalanches dans la zone de crêtes, donc pas de plaques à vent, donc *a fortiori* dans les zones en contrebas, qui plus est, boisées. On voit dès lors combien un schéma trop réducteur sur la plaque à vent influe dangereusement sur l'évaluation du risque.

Mauvais point de regroupement

À la fin mars, un guide emmène trois clients dans le vallon de Réchy (val d'Anniviers, Valais) à partir des remontées mécaniques de la station de Grimentz. Un soleil radieux brille et les conditions de neige sont idéales malgré le faible enneigement : 15 cm de neige poudreuse reposent sur un fond dur ; cette dernière couche résulte des précipitations de la semaine précédente (quatre jours auparavant). Le bulletin de prévision du risque d'avalanches annonce un risque modéré et local de glissement de plaques au-dessus de 2000 m sur les versants nord-est à nord-ouest. Avant d'attaquer la pente raide (40 à 45°, orientée au nord) sous le roc de Tsa vers 2700 m, le guide sonde avec son bâton le manteau neigeux, déclenche quelques virages vigoureux pour éprouver la pente. Tout semble correct. Il impose à ses clients des consignes de sécurité : un seul skieur doit s'engager dans la descente. Il entame sa descente et s'arrête vers un éperon rocheux 120 mètres au-dessous de la ligne de crêtes pour un premier regroupement. Le second skieur attaque à son tour la descente et rejoint le guide. Le troisième fait de même, mais au moment où il atteint les deux autres skieurs, une avalanche part.

La rupture s'est produite au niveau des premiers virages, une vingtaine de mètres sous la ligne de crête ; elle affecte sur une largeur d'environ 200 mètres un ensemble de couches d'épaisseur variant entre 50 et 90 cm reposant sur de la vieille neige (remontant au mois de décembre). Le scénario est identique à celui décrit au chapitre 5 (§ 5.3.2.). Les trois skieurs tentent une fuite latérale mais l'avalanche les emporte sur environ deux cents mètres de dénivellation. Le quatrième skieur, posté en guetteur, descend aussitôt vers la station prévenir les secours. Le guide, quoique complètement enseveli, arrive à se ménager un espace suffisant et à alerter par radio la police cantonale de Sion. Les secours arrivent cinquante minutes après le départ de l'avalanche, dégagent le guide et un des clients à moitié enseveli. Après une dizaine de minutes, un chien trouve la dernière victime enfouie sous 80 cm de neige. Elle décède à l'hôpital, probablement de la suite de ses blessures [1].

La morale de cet accident dramatique pourrait être la suivante.

- Le test du bâton, même accompagné de sauts à skis dans le haut de la pente, n'a que peu de valeur pour un diagnostic fin du manteau ; dans ce cas, il a mené le guide à une confiance excessive et malheureusement illusoire : le bâton s'est enfoncé dans la couche de neige fraîche jusqu'à buter contre la croûte sous-jacente. Le plan de glissement de l'avalanche était malheureusement au-dessous de la croûte.
- Trop confiant, le guide a choisi le point de regroupement en pleine pente. Plusieurs facteurs peuvent légitimer un tel choix : pente d'ampleur (300 m de dénivellation), présence rassurante d'un éperon rocheux, volonté de rester à portée de ses clients, bonnes conditions apparentes de neige (BNA, test du bâton)... *A posteriori*, il semble que cela soit la surcharge due aux trois skieurs qui provoque l'avalanche, donc un mauvais emplacement du point d'arrêt. Quoi qu'il en soit, à supposer que la surcharge ne soit pas la cause, le point de regroupement était dans une zone exposée.
- Bien que le guide ait pris les mesures adéquates dans la descente, ces dernières ont été malheureusement insuffisantes. Le port d'ARVA et la promptitude des secours ont néanmoins limité les conséquences de l'avalanche.

Un essai malheureux

À la mi-mars, une section de l'armée suisse participe à un exercice au-dessus de l'Oberalpsee, près du sommet du Rossbodenstock (2835 m). Les jours précédents, l'isotherme s'est maintenue assez haut (2300 m) avec des précipitations faibles de neige (20 cm) ; le jour de la course, un violent vent de sud a débouché le ciel, chassé les nuages et vers midi, le temps est beau. Le bulletin nivo-météorologique annonce un risque marqué de départs en plaque au-dessus de 1800 m dans la région du Gotthard. Le premier jour, les 32 militaires accompagnés de deux guides atteignent le Pazolastock (2739 m), puis longent la ligne de crête, et traversent jusqu'à la cabane Aldus (2506 m). Le lendemain, ils prévoient l'ascension du Rossbodenstock, et durant la montée, une analyse du manteau neigeux, par sondage stratigraphique et coin suisse, est programmée. Partant du refuge, ils remontent en direction du nord-ouest la pente descendue la veille jusqu'à la ligne de crête. Au niveau d'un petit col, le Martschällücke à 2688 m, un artificier monte au point coté 2737 et lance à la main une charge explosive dans l'autre versant orienté au nord : rien ne se passe. Le tir étant négatif, la section monte au sommet du Rossbodenstock en suivant sa crête. Après la pause, elle descend en contrebas vers une plate-forme située sur le flanc sud-est de la montagne à 2700 m, juste au-dessous du pas de l'Älpetlilücke. Les deux guides commencent l'instruction de nivologie. L'un des guides désigne l'emplacement des tests (coin suisse) et sondages dans un panneau du petit col, orienté au nord-est et sur un autre orienté à l'ouest. Les pentes sont certes raides (35°), mais courtes (moins de 50 mètres) et de l'avis des deux guides et du lieutenant sans gros danger. Le coin

suisse indique une assez bonne stabilité du manteau (degré f, cf. chapitre 6). Par la suite, on décide de tenter une variante du test : au lieu d'une personne sautant d'en haut sur le coin, ce sont deux militaires qui vont s'élancer.

Brusquement, au moment du double saut, le manteau se fissure au-dessus du coin sur une épaisseur voisine de 80 cm et une grosse coulée emporte cinq militaires. Les deux sauteurs surnagent tant bien que mal dans la coulée. La grande pente dans l'immédiat voisinage se purge à son tour spontanément : la seconde avalanche est un phénomène d'ampleur, mais heureusement aucun des skieurs n'est emporté. Quand tout s'arrête, les victimes sont aussitôt recherchées à l'aide des ARVA. En quelques minutes, on les localise et on les dégage mais elles sont sans connaissances. Malgré leur évacuation dans les plus brefs délais par hélicoptère, elles ne survivront pas [1].

En conclusion, on peut faire les remarques suivantes.

- Visiblement, toutes les mesures de sécurité ont été prises dans le choix du site ; néanmoins certains facteurs ont joué dans le déclenchement de la coulée : le manteau neigeux a fortement été travaillé et il est probable que la tranchée nécessaire au coin suisse l'ait fragilisé ; par ailleurs, le test a été fait juste sous une crête, derrière laquelle le vent a déposé environ 70–80 cm de neige contre une vingtaine de centimètres dans le versant nord situé cent mètres plus loin.
- Il se peut que le guide ait redouté une concentration de suraccumulations dans les versants orientés au nord car le vent venait du sud ; dans la configuration de terrain, ce sont les pentes orientées de l'est au nord-est qui étaient les plus chargées.
- L'accident montre une nouvelle fois qu'une coulée suffit à tuer malgré l'importance et la rapidité des moyens mis en œuvre durant le sauvetage. Il donne aussi un exemple d'avalanche secondaire importante déclenchée par un phénomène mineur.
- Pourquoi le manteau a-t-il cédé durant la variante et non durant le test, qui indiquait une bonne stabilité (degré f) ? L'impulsion donnée au coin a été plus importante : deux sauts simultanés et 3 skieurs dans l'immédiat voisinage du coin... Il se peut aussi qu'il y ait eu un effet retardateur comme le mentionne l'expertise juridique suisse : « Un tel processus se déroule le plus souvent en quelques secondes, mais il y a aussi des cas particuliers, comme dans le cas présent, où cela se produit seulement après plusieurs minutes. Ces exceptions se rencontrent exclusivement avec des manteaux neigeux déjà à peu près consolidés, et qui montrent une ou plusieurs couches fragiles propices au glissement (par exemple, sur une pente avec, dans les couches supérieures, un dépôt compact de neige transportée par le vent et reposant sur une couche de gobelets ou de regel). »

Un accident imprévisible

Au début février, un guide amène un couple faire l'ascension du Staldenhorn (2262 m) par son versant nord-est. Le temps est beau et doux. Deux jours auparavant, il est tombé une quinzaine de centimètres de neige au-dessus de 1400 m ; un vent modéré mais parfois violent a soufflé localement. Le bulletin nivo-météorologique annonce un risque local d'avalanches au-dessus de 2000 m. Le guide a pris connaissance de ce bulletin, et la veille alors qu'il effectuait une randonnée avec les mêmes clients à quelques kilomètres de là, il a sondé le manteau neigeux, entre autres en réalisant un bloc norvégien. À la lumière de ces essais, il a apprécié le risque d'avalanches comme faible.

Le guide et ses clients partent en milieu de matinée de la vallée et montent en direction du Staldenhorn. Le guide regarde attentivement le relief, il ne voit aucun signe qui lui indique une activité avalancheuse présente ou passée, ce qui confirme son jugement de la veille. Vers 2060 m, les skieurs abordent un raidillon et mettent leurs cales de montée ;

la neige est croûtée en surface. En attendant ses clients, le guide réalise un essai de bloc norvégien près d'une grande dalle rocheuse. Ce nouveau test confirme la conviction du guide. Il examine encore la neige de surface quelques dizaines de mètres plus haut. Sans inquiétude, le guide poursuit sa route vers un col, ses clients le suivent à une centaine de mètres. Alors qu'il a déjà atteint le raide plan incliné sous le col (38°), une avalanche se déclenche sur 150 mètres de large. Le couple est aussitôt emporté jusqu'au pied de la pente. Le guide remarque un point noir sur le cône de dépôt, il creuse et dégage la tête de son client. Sans perdre de temps, il appelle par radio les secours et commence à rechercher sa cliente à l'aide de son ARVA. Très rapidement, il la localise et commence à pelleter, bientôt aidé par les sauveteurs arrivés en hélicoptère. Ils retrouvent la victime sous 2,5 m de neige : elle est sans connaissance. L'équipe de secours tente en vain de la réanimer et malgré son évacuation vers l'hôpital de Lausanne, elle ne pourra être sauvée [1].

La conclusion de ce malheureux accident est résumée par les points suivants.

- Le guide a pris toutes les mesures de sécurité, malheureusement son appréciation du risque était fautive : juste sous la couche de neige récente mais soufflée par le vent (une vingtaine de centimètres), reposait une couche fragile (givre de surface) sur une épaisse couche de grains fins (une cinquantaine de centimètres). C'est cette couche mince qui a servi de première couche de glissement, l'instabilité a gagné par la suite les couches inférieures ; une couche de gobelets a servi de deuxième surface de glissement. Une analyse par coin suisse ou bloc norvégien donnait un bon niveau de stabilité (degré *e.2*, voir profil au chap. 6). Dans de telles circonstances, ce qui advint par la suite semble imprévisible.
- L'accident est un nouvel exemple de l'instabilité d'accumulation de neige soufflée, surtout dans des pentes raides (38°). L'accident a lieu par température douce ($+5^\circ\text{C}$ à 2000 m) juste au-dessous de la ligne crête.

10.3.3 Méconnaissance du milieu

Collective

Une collective importante (plus de trente personnes) entreprenait une course malgré des conditions météorologiques incertaines. Au cours de l'ascension, l'homme de tête qui réalisait la trace, commença à avoir des doutes sérieux sur la stabilité du manteau et il préféra renoncer. Il n'est ni facile ni agréable de renoncer : se lever si tôt, faire tant de kilomètres en voiture pour manquer un sommet si proche. . . Une partie du groupe était donc d'avis de continuer et un nouveau traceur reprit la montée. Un peu plus loin, ce fut l'accident. La pente se mit en mouvement, il s'en suivit un tohu-bohu pire qu'une mêlée de rugby, puis tout s'arrêta, se figea ; la voix humaine des rescapés encore abasourdis avait du mal à percer le silence retrouvé. . . Chacun se souleva, compta ses membres, chercha son matériel, retrouva ses esprits. Un homme se manifesta pour calmer l'agitation de ses compagnons et pour savoir s'il y avait des victimes. Chacun regarda alors si ses proches collègues étaient là. Il semblait bien que tout le monde était présent. En dernière vérification, on mit les ARVA en position recherche afin de lever le doute. Stupeur ! On entendit clairement un bip-bip : pas de doute, il y avait une personne ensevelie. Tout le groupe s'activa alors pour déneiger la victime rapidement localisée. On dégageda sa tête pour lui permettre de respirer. Aussitôt, l'un des sauveteurs s'écria : « Ciel, ma femme ! » [7].

La morale de cette drôle d'histoire est multiple.

- On cède facilement à la tension nerveuse voire à la panique au moment de l'accident

ou après, ce qui a tendance à ralentir ou étouffer une activité intellectuelle normale. Retrouver son sang-froid est un élément important dans la prise de décision.

- Dès que l'on amène un groupe nombreux, des problèmes surgissent : hétérogénéité du groupe (technique, expérience, forme physique...), difficulté à respecter un horaire, des consignes de sécurité, une décision, etc., conflit entre personnes, « panurgisme » (suivre aveuglément le chef)... Cela peut être le scénario catastrophe comme l'affectionnent les films du même genre, où un individu arrive à insuffler un vent de panique sur le reste du groupe, ou bien ralentit trop ses compagnons mettant ainsi tous les autres en danger car il ne faut pas l'oublier : c'est l'élément le plus faible qui conditionne l'efficacité, la rapidité ou la cohésion au sein du groupe. Remarque pratique : lors de déplacement de collectivités, il est préférable d'avoir une feuille avec le nom des participants et faire un appel si besoin est.
- Le fait que la plupart des personnes aient été emportées indique que les mesures de sécurité dans la progression étaient insuffisantes.

Quand le danger vient des autres

Au début du mois de février, une soixantaine de personnes (en 6 groupes) réalisent le Piz Ucello (2724 m) au nord de San Bernardino (Est du Tessin). Le temps est revenu au beau fixe après des chutes de neige moyennes (une trentaine de centimètres au-dessus de 1600 m cinq jours auparavant) puis faibles (quelques centimètres par jour). Le bulletin annonce un risque local marqué. Le groupe le plus important est composé de 32 skieurs accompagnés par deux responsables et a déjà réalisé la veille une course dans le même secteur. Les responsables ont même pris le soin de sonder sur un replat vers 2100 m le manteau neigeux épais d'une soixantaine de centimètres et l'ont jugé stable. Les premiers de ce groupe arrivent au sommet et attaquent la descente après une pause d'une demi-heure tandis que leurs camarades et les autres groupes continuent de monter dans la pente sommitale. Sous le sommet la pente est soutenue mais sans excès (32°) et orientée à l'est ; entre 5 et 10 personnes entament la descente vers midi quand une plaque de neige est déclenchée sous la ligne de crête (sur une largeur de 300 mètres et une épaisseur moyenne de 30 cm) et emporte 23 skieurs qui se trouvaient dans la montée. Aussitôt la plupart des skieurs qui ont assisté en témoins impuissants au drame organisent une opération de secours avec les ARVAs, tandis que d'autres vont chercher des renforts extérieurs. En moins de vingt minutes, on dégage plusieurs personnes dont une victime ensevelie sous 1,5 m de neige, qui ne survivra pas. La plus grande confusion règne, car on ne sait pas le nombre exact de personnes emportées et les sauveteurs continuent leur opération jusqu'à la tombée de la nuit. C'est seulement après cette interruption qu'on a pu savoir à partir des témoignages recueillis qu'il ne manquait plus personne [1].

La morale de cette histoire pourrait être la suivante.

- La seule victime de l'avalanche était en train de soigner son pied au moment où elle a été emportée par une avalanche déclenchée plus haut par des skieurs à la descente. Dans ce cas-ci, le danger est dû au comportement anarchique (irresponsable?) d'un groupe trop important.
- Cet accident est caractérisé par la confusion : comportement individualiste au sein du gros groupe (certains étaient dans la montée, les uns restaient au sommet et les autres attaquaient la descente), absence de coordination malgré la présence de deux responsables, confusion pendant et après l'accident (23 personnes emportées!).
- Les responsables du groupe avaient pourtant pris la précaution de réaliser la veille un sondage, mais dans un lieu non représentatif (trop bas, plat...). Le bulletin n'a pas suffisamment mis en éveil la méfiance de ces responsables.
- C'est le port de l'ARVA qui a évité un bilan plus lourd.

Une tragique erreur d'itinéraire

À la fin du mois de décembre, un groupe de 5 jeunes gens accompagnés par un responsable expérimenté d'un club alpin réalise une boucle de deux jours à partir d'Engiloch en direction du col Simelipass (3022) dans la région du col du Simplon. Un temps froid (-16 °C à 3000 m), ensoleillé et sec est revenu après quelques précipitations. L'enneigement est nettement déficitaire en comparaison des années précédentes : moins d'un mètre de neige à 3000 m. Un vent de sud-ouest a soufflé violemment les jours précédents et d'importantes accumulations se sont formées dans les versants ombragés. Le bulletin nivo-météorologique annonce un risque local marqué. Partis en début de matinée, les skieurs passent le Sirwoltesattel et se dirigent vers le pied d'un couloir menant à un col coté 3026 m à gauche du col initialement prévu. Le responsable s'est-il trompé d'itinéraire ou a-t-il délibérément choisi cette variante, ou encore espère-t-il de là suivre l'arête pour atteindre la cabane des Pères au Simplon, lieu du bivouac ?

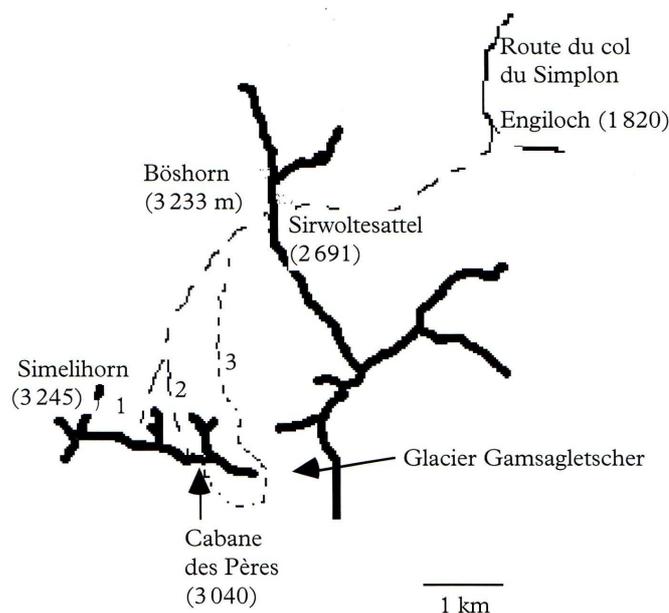


Figure 10.15 Accident au Simelihorn. L'itinéraire classique de montée à la cabane des Pères au Simplon passe par le Gamsagletscher (itinéraire 3). Le responsable du groupe prévoyait de passer par le col du Simeli (3022 m, itinéraire 2), mais a suivi l'itinéraire 1. L'avalanche les a surpris juste au-dessous de la ligne de crête.

Malheureusement, une petite avalanche concernant les dernières couches de neige (60 cm de grains fins sur une couche de gobelets à la base du manteau neigeux) les surprind vers 2950 m alors qu'ils remontent la pente raide (40°, orientée au nord) et emporte tout le groupe. Quatre des six skieurs sont totalement ensevelis et deux seulement à moitié ensevelis ; ces derniers arrivent à se dégager et commencent à rechercher leurs camarades. Deux sont retrouvés morts. L'un des deux survivants est très fatigué ; il meurt rapidement de froid et d'épuisement. Son compagnon désespéré va chercher des secours, mais plutôt que de rejoindre la cabane (équipée d'un radiotéléphone) qui est seulement à une centaine de mètres au-dessus de lui (en dénivellation), il redescend par l'itinéraire de montée. Les sauveteurs, prévenus seulement le lendemain du drame par le directeur du camp de vacances, trouveront son corps tout près de la route d'Engiloch : sans skis, il est tombé mort de froid et d'épuisement [1].

Le récit reconstitué de cette histoire tragique mène aux remarques suivantes.

- Le choix de l'itinéraire préparé par le responsable seul est étrange, l'itinéraire logique

(décrit sur la carte de Visp) passe par le glacier Gamsa. Il a néanmoins préféré la variante par le col de Simeli. Sur le terrain, il a opté pour un autre couloir, plus enneigé que la pente menant au col de Simeli. Est-ce l'enneigement insuffisant dans cette pente qui l'a conduit à choisir ce couloir secondaire qu'il semblait possible de remonter à skis ou bien une confusion entre les deux cols distants de cinq cents mètres?

- Le bulletin nivo-météorologique était pourtant très clair sur l'existence d'accumulations dangereuses dans les versants orientés à l'est et au nord au-dessus de 2300 m. A-t-il été consulté par le chef du groupe? Ce dernier a-t-il mal interprété les avertissements du message ou sous-estimé le risque en ce début d'hiver peu enneigé? Pourquoi n'a-t-il pris aucune précaution dans le couloir? Un simple sondage au pied du couloir l'aurait renseigné sur l'état du manteau neigeux, qui était manifestement instable (tout le manteau avait une résistance au battage inférieure à 5 kgf).
- La gravité de l'accident est le résultat d'une succession d'erreurs graves (malgré l'expérience du cadre), accentuée encore par l'absence de précautions et de moyens radio.

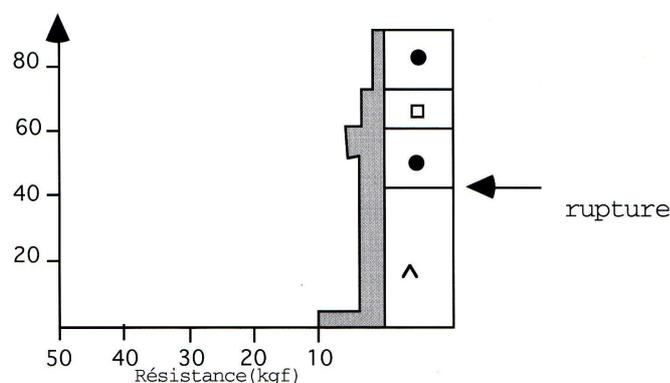


Figure 10.16 Profil simplifié à l'endroit de la fracture. Le décrochement a affecté les 60 premiers centimètres composés essentiellement de grains fins (quelques faces planes). Le plan de glissement s'est fait à l'interface gobelets/grains fins [1].

Problème d'ARVA

À la mi-février, deux amis prévoient de faire un raid autour de la Rosablanche (Valais), mais les conditions nivo-météorologiques n'étant guère favorables, ils ont opté pour de petites courses à la journée. La température est douce pour la saison (à 2500 m, -2°C) et les jours précédents, un vent violent a soufflé et de nombreuses accumulations sont à craindre surtout dans les versants orientés au nord et à l'est, comme l'indique le bulletin nivo-météorologique. Le risque est annoncé comme modéré. Les deux hommes partent en direction de la cabane Saint Laurent, puis comptent rejoindre la station de Tortin (au nord-est de Verbier). Prudents, les deux skieurs s'espacent d'une dizaine de mètres. En attaquant un raidillon au-dessus du refuge, vers 2680 m, le skieur de tête déclenche une coulée sur une vingtaine de mètres de largeur. Malgré la faible dimension du glissement, les skieurs ne parviennent pas à fuir latéralement (les peaux de phoque empêchent un mouvement rapide).

Le skieur de queue à moitié enseveli se dégage rapidement et commence aussitôt à rechercher avec son ARVA son camarade. Il ne réussit pas à le localiser. Il redescend alors au refuge prévenir les secours, et il emprunte l'appareil d'un aspirant-guide, qui, quant à lui, part chercher au plus vite les secours dans la vallée. Retourné sur les lieux de

l'accident, le skieur se met aussitôt à la recherche de son ami à l'aide du deuxième ARVA. Il le localise rapidement sous une cinquantaine de centimètres de neige et le dégage mais ne connaissant pas les mesures de premiers secours à prodiguer à la victime inconsciente, il attend une trentaine de minutes les sauveteurs. Malgré son évacuation à l'hôpital de Sion, la victime meurt quatre heures après [1].

Quelques remarques sont à faire en conclusion de ce malheureux accident.

- Pourquoi le skieur n'est-il pas arrivé à localiser son camarade avec son ARVA juste après l'accident ? ARVA en panne ? Problèmes de piles ? Mauvaise technique de recherche ou inexpérience ? Panique ? Volonté plus ou moins consciente d'aller chercher de l'aide au refuge ? On ne sait pas exactement pourquoi la localisation n'a pas pu être réalisée dans un premier temps, mais il est certain que la perte de temps engendrée (plus d'une heure) a contribué à la mort du premier skieur, ainsi que probablement l'absence de premiers soins (respiration artificielle) jusqu'à l'arrivée des secours.
- Quoique très prudents, ces skieurs ont été touchés par un malheureux concours de circonstances, fatal pour l'un d'eux, qui suffit à mettre en lumière la mince frontière entre un incident bénin et un accident tragique. Prévoir, s'entraîner en conditions réelles à un sauvetage (chute en crevasse, avalanche...) n'est jamais inutile, permet d'acquérir des réflexes utiles, et de mettre en évidence d'éventuels problèmes (techniques, lacunes...).

Inexpérience ou fatalité ?

Au début du mois de mars, dans le cadre d'une classe d'hiver, dix écoliers de Lausanne accompagnés par deux étudiants et un professeur partent réaliser une petite excursion à skis en début d'après-midi à partir de l'hospice du Saint Bernard (2469 m.). Les conditions météorologiques ne sont pas bonnes : un épais brouillard a succédé à de faibles chutes de neige ventées (10 à 20 cm). Le vent du sud continue de souffler, parfois violemment et les températures sont élevées (+6 °C à 2000 m). Le bulletin nivo-météorologique annonce un risque fort d'avalanches. Le groupe scolaire suit la route du « mont d'Hiver » réputée sans risques, courte (guère plus de 30 minutes pour la faire), facile et à l'abri du vent ; il s'agit d'une petite combe, juste au-dessus de l'hospice, en terrain faiblement incliné et peu accidenté, que le directeur leur a recommandée. Un premier groupe mené par l'un des prieurs de l'hospice les a précédés d'une demi-heure et la trace est donc toute faite. Au bout de 250 mètres, le deuxième groupe croise le premier qui est en train de redescendre. Quelques instants après, une avalanche part spontanément des flancs du petit mont Mort (2818 m), suit un vague couloir avant de se répandre sur le vaste replat au-dessus de la combe où cheminent les 13 skieurs. Elle parcourt une longueur supérieure à un kilomètre.

Un des étudiants, qui était serre-file, parvient aussitôt à se dégager, porte secours à son collègue enseveli à ses côtés et à une fillette dont les cris percent l'épais brouillard. Puis plus rien ne semble émerger de la masse gluante de neige. Il plante son bâton pour marquer le lieu de l'accident et descend à pied jusqu'à l'hospice. Le prier a également entendu le bruit de l'avalanche, il en informe le père supérieur mais ne croit pas que le groupe a pu être enseveli tant la route lui semble être sûre. L'étudiant a dû se tromper, il ne doit s'agir que d'une coulée des flancs de la combe et l'étudiant a dû par la suite perdre le contact avec les autres participants à cause du manque de visibilité. . .

Une quarantaine de minutes après l'accident, le prier incrédule accompagné du père supérieur, d'un collègue et d'un chien d'avalanche arrivent au bâton laissé par l'étudiant. C'est seulement à ce moment-là, en retrouvant le deuxième étudiant et la fillette, qu'ils réalisent l'ampleur de l'avalanche. Le chien localise aussitôt quelques victimes, qu'ils

dégagent sans pourtant pouvoir leur prodiguer les premiers soins (ils n'avaient pas de formation de secouriste). Une heure après l'accident, les secours en montagne sont alertés, mais les conditions météorologiques (vent, neige, brouillard) empêchent l'hélicoptère d'atteindre les lieux du drame ; dès lors, les secouristes tentent sans succès de monter en chenillettes depuis la vallée dans des conditions particulièrement difficiles et périlleuses. Entre temps, les personnes sur place sont arrivées avec le chien et à l'aide des sondes à retrouver tout le monde : on comptera 7 morts [1].

Face à un tel drame, quelques remarques sont à faire :

- le groupe a été surpris au cours d'une petite excursion par une avalanche exceptionnelle. De mémoire d'homme, aucune trace d'avalanche n'a été vue dans la combe que les prêtres tiennent pour particulièrement sûre, ce qui explique l'incrédulité du prier. Mais le danger zéro n'existe pas en montagne et des avalanches exceptionnelles peuvent toucher de manière surprenante une zone que l'on pense à l'abri, tout autant qu'une petite coulée suffit à tuer. . . Dans les conditions nivo-météorologiques exécrables qui régnaient alors sur le Valais et le danger clairement annoncé dans le bulletin, le risque a été totalement sous-estimé ;
- l'inexpérience du professeur, l'absence de matériels (ni ARVA, ni pelle, ni radio) sont des facteurs qui ont conduit au drame. Pourquoi avoir organisé cette petite sortie dans de telles conditions (brouillard, neige. . .) ?

Deux avalanches consécutives

Au début du mois de février, deux jeunes skieurs âgés de 16 ans, font du ski hors-pistes hors du domaine sécurisé de Rosswald (région du Simplon). Les deux jours précédents, le temps s'est rapidement détérioré avec le passage d'une dépression active du nord-ouest et depuis la veille, la neige tombe au-dessus de 600 m. Le cumul atteint déjà les 50 cm. Le bulletin nivo-météorologique du matin annonce un risque fort d'avalanches de neige au-dessus de 1200 m, surtout près des crêtes et dans les versants ombragés et met en garde contre les accumulations de neige soufflée dans des pentes raides. En début d'après-midi, les deux skieurs qui connaissent fort bien la station, quittent les pistes vers 2100 m pour attaquer une descente au milieu d'une forêt très clairsemée dans une combe orientée au nord-ouest.

Dans le haut de la pente, l'un des skieurs déclenche une avalanche juste après une chute dans la neige profonde. Il est entraîné, mais par chance reste en surface. Aussitôt son camarade qui a assisté impuissant à l'accident, lui porte secours. Tous deux décident de remonter la combe empruntée par l'avalanche. Mais celle-ci en entraînant la neige en surface a mis à nu une vieille croûte de regel : dans la remontée, les deux adolescents glissent sur la surface verglacée et redescendent tout le couloir (d'inclinaison voisine de 30°). Le deuxième skieur, spectateur du précédent accident, se retrouve au-dessus du culot de la première avalanche. Paralysé, il appelle son camarade qu'il a vu continuer à glisser en contrebas, puis qu'il a perdu de vue à cause du brouillard. Aucune réponse. Il décide de monter une nouvelle fois la pente pour rejoindre les pistes de ski et prévenir au plus vite les secours. Il sort du couloir emprunté par l'avalanche, et avance péniblement dans la neige fraîche. Une cinquantaine de mètres au-dessus, il déclenche une toute petite plaque qui l'emporte sur 20 mètres. Il se libère assez facilement de la masse de neige, reprend sa marche et atteint les pistes. Il s'est écoulé une heure depuis le déclenchement de la première avalanche. Les secours sont déclenchés, mais le mauvais temps interdit l'emploi de l'hélicoptère.

L'accès direct du couloir par le haut ou par les côtés est jugé trop dangereux par les secouristes tant pour eux-mêmes que pour le blessé qu'il faut récupérer. Gênés par

la nuit tombante et un brouillard épais, les sauveteurs descendent prudemment encordés par le haut. Toute la nuit et toute la matinée, ils cherchent, sondent, emmènent des chiens d'avalanche. Le blessé a probablement dû tenter de remonter et être emporté par une nouvelle avalanche, car un gros culot est perceptible. Vers midi le temps s'améliore et l'hélicoptère peut enfin décoller et faire une reconnaissance du site. Par ailleurs, des militaires sont appelés en renfort. C'est seulement en fin d'après-midi que le corps de l'adolescent est repéré sous deux mètres de neige par un sondeur. D'après les indices retrouvés, le skieur a dû être enseveli par une seconde avalanche au cours de sa remontée [1].

À propos de ce tragique accident, on peut faire plusieurs remarques.

- Le ski hors-pistes, ainsi que d'autres pratiques (surf, monoski), incite un grand nombre de personnes à sortir du domaine sécurisé des stations. La proximité (rasurante) des pistes, la méconnaissance du milieu montagnard, une confiance excessive dans sa technique, la recherche du plaisir, de la liberté mêlée à la fuite des contraintes (port de l'ARVA, consignes de sécurité...), la mode du « fun » sont autant de facteurs qui sont à l'origine des accidents dans le domaine hors-pistes des stations de ski. Bien des adeptes du hors-pistes, surtout dans la jeune génération, ignorent les règles élémentaires : s'informer (auprès du service des pistes, en lisant les panneaux d'information ou en téléphonant au kiosque de Météo-France), se méfier (combien pensent pouvoir surfer sur l'avalanche par imitation du génie de la glisse dans la trilogie Apocalypse Snow?), etc. Quant au port d'ARVA, il est trop souvent négligé.
- Sans matériel spécifique, les jeunes gens se sont aventurés malgré une situation avalancheuse manifeste et annoncée, malgré le mauvais temps. Sans doute, le fait qu'ils connaissaient parfaitement la station, la joie de skier dans la profonde (première chute de neige depuis plusieurs semaines), la proximité des pistes leur ont fait sous-estimer le risque d'avalanches. Le bilan est le résultat d'une succession de circonstances défavorables. Il montre une fois de plus que les opérations de secours extérieurs arrivent malheureusement souvent trop tard, même lorsque les secouristes sont situés à proximité.

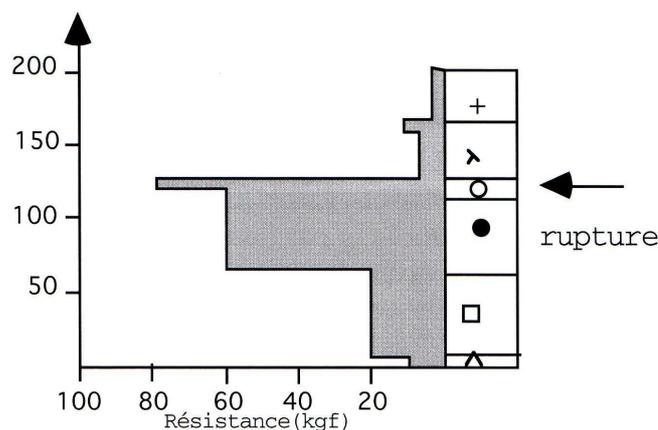


Figure 10.17 Profil simplifié de Rosswald. Le décrochement a affecté la neige fraîche dans son intégralité (épaisseur supérieure 70 cm), le glissement se faisant sur la croûte de regel [1].

Bibliographie

- [1] Ifena: *Schnee und Lawinen in der Schweizern Alpen*, Rapport couvrant les années 1988–1993, volumes **52–56** (SLF, Davos).
- [2] J. Coudray: « La glisse... Plaisir et sécurité », *Neige et Avalanches* **59** (1992) 17–20.
- [3] B. Jamieson: « Snow slab layers and stability: a summary of some recent research and experience », *The Avalanche Review* **12** (1994) 1–2.
- [4] S.C. Colbeck: « The layer of snow cover », *Review of Geophysics* **29** (1991) 81–96.
- [5] A. Duclos: « Avalanches accidentelles: plaques ou poudre? », *Neige et Avalanches* **68** (1994) 2–6.
- [6] A. Duclos: « Plaques à vent: nouvelles données », *Neige et Avalanches* **72** (1995) 2–7.
- [7] C. Rey: communication personnelle (1994).

