

Sécurité, médecine,
sauvetage

Sicurezza, medicina,
soccorso in montagna

Sicherheit, Medizin,
Rettungswesen

10 années d'expérience avec l'airbag d'avalanche

Bilan intermédiaire

Cela fait aujourd'hui plus de dix ans que l'airbag d'avalanche est disponible dans le commerce; il est donc temps de dresser un bilan intermédiaire. L'airbag d'avalanche apporte-t-il un plus en matière de sécurité? Les résultats des essais, les statistiques des données d'accidents et les considérations théoriques permettent de répondre par l'affirmative à cette question.

L'airbag d'avalanche – ou ballon d'avalanche – est connu dans le commerce sous le nom de «Système ABS» (Avalanche airBag System). Ce système se compose d'un sac à dos de randonneur avec poches latérales, contenant deux ballons d'une capacité de 75 litres chacun. Le randonneur, lorsqu'il est emporté par une avalanche, tire sur une poignée de déclenchement qui, par l'intermédiaire d'une

petite charge explosive, ouvre la cartouche d'air comprimé. Les ballons sont gonflés en l'espace d'une à deux secondes, à l'aide du gaz des cartouches et de l'air ambiant, aspiré par effet Venturi au moyen d'un système de soupapes. Il existe également une variante plus ancienne, avec un seul ballon d'une capacité de 150 litres. Dans ce cas, le déclenchement de la cartouche d'air comprimé s'opère mécaniquement, par le biais d'un cordon.

Test d'efficacité

Au cours de l'hiver 1994/95, l'efficacité du système ABS a fait l'objet d'une étude, dans le cadre de plusieurs essais préalables et d'une expérimentation de grande envergure, à l'Institut pour l'étude de la neige et des avalanches de Davos (cf. fig. 1). A cette occasion, on a pu constater que l'airbag d'avalanche, même s'il n'empêche pas l'ensevelissement total, permet en tant que moyen de marquage, une localisation et un sauvetage rapides des victimes d'avalanche. Des explications détaillées concernant les essais d'efficacité de l'airbag d'avalanche sont reprises dans les données bibliographiques (Tschirky et al. 1995 et 1996)¹.

Le principe de fonctionnement de l'airbag d'avalanche

Un skieur, totalement équipé du système ABS gonflé, a un poids spécifique moyen d'environ 400 kgm^{-3} , alors que l'on estime à environ 300 kgm^{-3} la densité moyenne de la neige coulante de l'avalanche.

Le fait qu'avec des ballons gonflés la victime se retrouve plutôt à la sur-

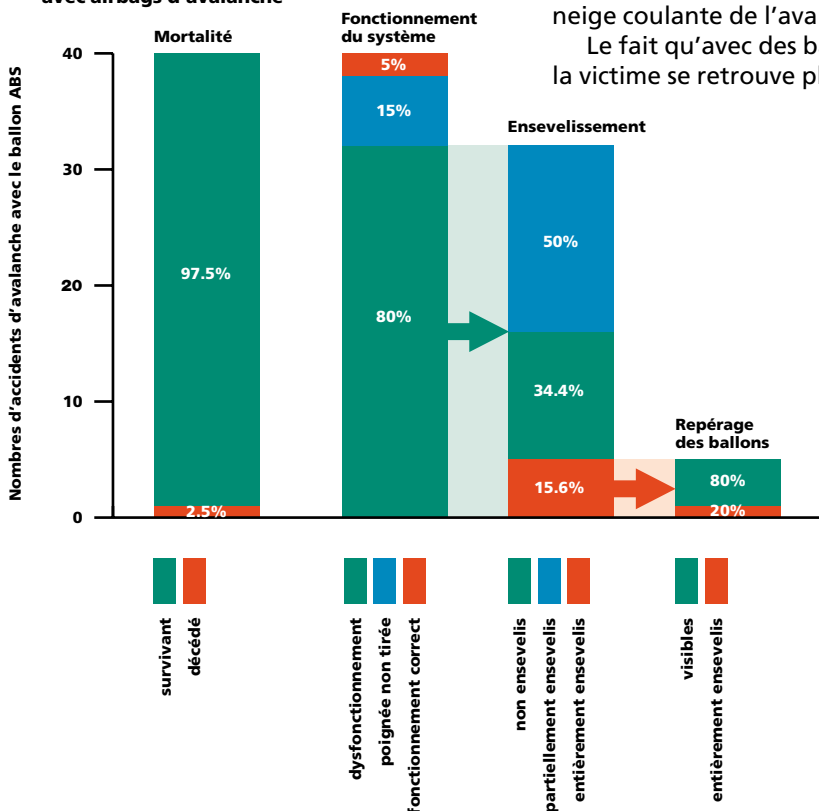
face de l'avalanche coulante ne peut donc pas être expliqué par une sorte de «flottation», au sens littéral, due à la poussée d'Archimède vers le haut.

L'explication de l'efficacité du système se trouve dans le fait que l'avalanche coulante agit comme une matière granuleuse en mouvement, composée de particules dissociées et de tailles différentes, en l'occurrence de blocs, morceaux et grumeaux de neige. Sous l'action de la pesanteur, les substances granuleuses en mouvement ont tendance à se dissocier, de telle sorte que les particules les plus volumineuses se retrouvent plutôt à la surface, alors que les plus petites sont plutôt localisées dans les couches inférieures du flux. Ce phénomène de triage s'appelle «ségrégation inverse».

L'effet de la ségrégation inverse est très répandu. C'est ainsi, par exemple, qu'on peut l'observer lors de glissements de terrain et d'éboulements, où les plus gros blocs de pierre se retrouvent à la surface.

Le ballon d'avalanche transforme le skieur – qui forme déjà en soi une particule relativement importante au sein du flux granuleux – en un bloc plus volumineux encore, qui profitera donc davantage de l'effet de triage tel qu'il est illustré schématiquement à la figure 2. L'effet de ségrégation inverse a été étudié dans des simulations sur ordinateur, avec un flux modèle composé de billes de différentes tailles. Ces recherches numériques sont décrites dans Kern et al. (1999) et Vulliet et al. (2000). Il apparaît que l'effet de la ségrégation inverse dépend, d'une part, du rapport entre

Fig. 1
Accidents d'avalanche
connus et documentés
avec airbags d'avalanche



¹ Les travaux relatifs à l'airbag d'avalanche ont été menés dans le cadre du projet de «Prévention de l'ensevelissement à l'aide de l'airbag d'avalanche» avec l'appui financier de la Caisse nationale d'assurance en cas d'accident (CNA, Lucerne).

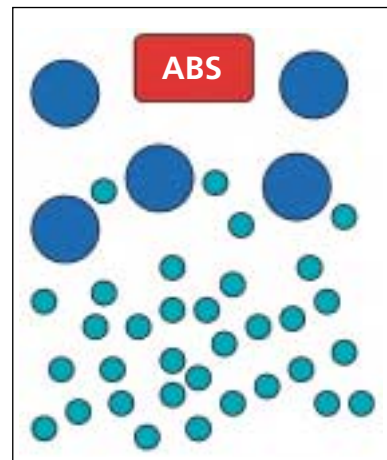


Fig. 2
Représentation graphique
de la ségrégation inverse

les dimensions des grandes et petites particules et, d'autre part, des propriétés de la matière qui compose chacune des particules du flux granuleux. C'est ainsi qu'un des résultats des études montre, par exemple, qu'une rugosité superficielle sur la partie inférieure des billes favorise le processus de ségrégation du flux granuleux.

Mannequin avec airbag d'avalanche sur les dépôts d'une avalanche expérimentale



Photo: Urs Möckli

Bien que la simulation numérique ne soit pas le reflet exact de la situation réelle d'un skieur emporté par une avalanche, elle permet néanmoins de comprendre le mécanisme à l'origine de l'efficacité de l'airbag d'avalanche.

Accidents d'avalanche connus et documentés

Entre février 1991 et février 2000, on a enregistré à l'échelle mondiale 26 accidents d'avalanche impliquant

40 personnes équipées d'un système ABS. Sur ces 40 personnes, 32 ont été retrouvées avec des airbags gonflés. Six d'entre elles n'avaient pas activé le mécanisme de déclenchement et dans 2 cas, les ballons ne s'étaient pas gonflés, sans doute à cause de problèmes techniques.

Sur les 32 personnes avec airbags gonflés, 16 n'étaient pas ensevelies, 11 étaient partiellement ensevelies et 5 étaient entièrement ensevelies. Pour 4 des 5 personnes entièrement ensevelies, les ballons étaient visibles à la surface de l'avalanche. Une localisation et un sauvetage rapides par les autres randonneurs, non impliqués dans l'avalanche, a été possible, de sorte que ces 4 personnes entièrement ensevelies ont survécu.

Pas une sécurité absolue

Lors d'un accident d'avalanche en février 2000 dans le sud du Tyrol, 5 personnes ont été emportées et ensevelies, une seule d'entre elles étant équipée du système ABS et ayant été entièrement ensevelie avec le ballon gonflé. Ces 5 personnes se trouvaient au milieu d'une pente qu'elles étaient en train de gravir, lorsqu'une avalanche s'est décrochée au sommet, entraînant tout le groupe jusqu'au pied de la pente, légèrement en creux. Toutes les personnes ont été ensevelies à une profondeur allant de 170 cm à 300 cm et ont pu être localisées grâce aux appareils de détection de victimes d'avalanche (DVA). Quatre personnes étaient mortes au moment où elles ont été dégagées, la cinquième a survécu à l'ensevelissement.

Parmi les 4 victimes décédées, une était équipée du système ABS. Bien que les ballons aient été gonflés, la personne a été ensevelie à une profondeur de 170 cm. Il est vraisemblable qu'elle est restée couchée à la surface de l'avalanche dans la partie horizontale du pied de la pente, sous l'effet de l'ancrage du corps et des skis. La neige, provenant de la partie supérieure de la pente et coulant en fin d'avalanche, a recouvert le skieur de 170 cm, bien que les ballons aient été gonflés. Cet exemple illustre un des problèmes du ballon d'avalanche, qui avait déjà été mis en exergue lors des essais de 1995 et mentionné dans diverses publications de l'ENA: le ballon d'avalanche agit aussi longtemps que la victime est emportée par le flux. Dès qu'elle est bloquée à un endroit ou à un autre, les ballons n'ont plus guère d'effet. Une amélioration



Photo: Martin Popp, MPFG

Skieur avec airbag d'avalanche gonflé

des chances de survie des personnes entièrement ensevelies équipées de ballons gonflés serait possible si, grâce à un mécanisme intégré, les ballons se vidaient rapidement et intégralement au bout de 3 minutes environ.

Conclusions

Au total, 31 personnes ensevelies avec airbags gonflés ont survécu à leur accident d'avalanche et une seule est décédée. Il y a vraisemblablement un nombre indéterminé d'autres accidents avec système ABS qui se sont déroulés sans gravité. Si l'on sait que le taux de mortalité des personnes entraînées par une avalanche est d'environ 13% (Tschirky et al., 2000), l'efficacité de l'airbag d'avalanche reste statistiquement démontrée. A cet égard, il y a lieu de signaler qu'au cours des années 1980 à 1999, la profondeur moyenne d'ensevelissement des 729 personnes, entièrement ensevelies en terrain dégagé, n'est que de 70 cm (Tschirky et al., 2000). Dans le cas d'ensevelissement dans des creux ou lors de grandes avalanches, l'efficacité du système ABS est cependant discutable.

Parmi tous les moyens techniques éprouvés, l'airbag d'avalanche offre, à l'heure actuelle, les meilleures possibilités de survivre à un accident d'avalanche. Mais en dépit de cette évolution positive, on ne peut toutefois négliger en aucune circonstance les dangers liés aux avalanches, ne serait-ce qu'en raison des risques de blessures.

Frank Tschirky, Martin Kern,
Bernhard Brabec, ENA,
Davos Dorf² (trad.) ■

Bibliographie / Informations

– Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung: *Durch Lawinen verursachte Unfälle und Schäden in den Schweizer Alpen*. Tiré à part, nov. 2000.

– Kern M. A., Vulliet L. and Ammann W.: *Inverse Grading in Granular Flows. Proceedings of NUMOG VII*. Graz, Austria 1999.

– Tschirky, F., Meister R., Ammann W., Buser O., Caviezel W. and Hiller M.: Experimental investigations on the effectiveness of avalanche balloons. Proc. Int. Symp. *Sciences and mountain - The contribution of scientific research to safety with snow, ice and avalanche*, ANENA, Chamonix, 30 May-3 June 1995; 299-307.

– Tschirky, F., Schweizer J. and Ammann W.: *Avalanche Balloons - Preliminary Test Results. Proceedings of the International Snow Science Workshop*, Banff BC, Canada, 4-8 October 1996; 160-170.

– Tschirky F., Brabec B. and Kern M. A.: *Avalanche Rescue Systems in Switzerland: Experience and Limitations. Proceedings of the International Snow Science Workshop*, Big Sky, Montana, 2-6 October 2000.

– Vulliet, L. and Kern M. A.: *Inverse Grading in Slopes. Proceedings of ISL VIII*, Cardiff, Wales.

² Cf. site Internet de l'ENA: <http://www.slf.ch>



Pendant la recherche primaire, déplacer activement le récepteur aide à atteindre la portée maximale des

appareils ARVA; avalanche de plaque dans la région de Pischach

Optimisation de la portée des appareils ARVA

Les modes d'emploi de la plupart des appareils de recherche de victimes d'avalanches (ARVA) indiquent que le récepteur doit être activement déplacé au cours de la recherche primaire. Or, outre le fait que cette démarche est souvent négligée lors des exercices pratiques d'instruction, la nécessité d'une telle recherche, dite également recherche de signal active, n'est pas toujours comprise.

Par recherche primaire, ou recherche de signal, on désigne le moment qui s'étend du début de la recherche jusqu'au premier signal. Pour cela, on parcourt le champ d'avalanche selon des intervalles calqués sur la largeur des bandes, dites bandes de recherche. Au premier signal, la distance entre émetteur et récepteur dépend de la portée de l'appareil ARVA, elle-même influencée par la manière dont se situent l'une par rapport à l'autre les antennes, par l'état de la batterie et des antennes, par le type d'appareil, et par l'ouïe de la personne qui fait la recherche.

Le facteur principal est sans conteste la manière dont se positionne l'antenne réceptrice par rapport à l'antenne émettrice. C'est de plus le seul sur lequel la personne qui fait la recherche peut agir. On peut illustrer ceci au moyen de trois cas de figure, qui envisagent les positions extrêmes

des antennes dans leurs conséquences pratiques sur la portée de l'appareil.

Position coaxiale: la portée maximale d'un appareil (100%) est atteinte lorsque l'antenne émettrice et l'antenne réceptrice se trouvent sur une même ligne (cf. fig. 1).

Position parallèle: si les antennes sont parallèles (cf. fig. 2), la portée n'est déjà plus que de 80%.

Position verticale: si les antennes sont exactement à la verticale l'une de l'autre (cf. fig. 3), la portée est théoriquement de zéro.

Cependant, si le sauveteur tourne le récepteur autour de deux axes en chaque point du champ d'avalanche, il peut provoquer une situation où les antennes sont parallèles et éviter ainsi la position verticale. La position coaxiale n'est possible que dans le prolongement de l'antenne émettrice.

Dans l'intervalle entre la position verticale et la position parallèle, les lois de la physique sont heureusement du côté du sauveteur: les déviations par rapport à la position parallèle favorable ont une faible influence sur la portée. De fait, si le récepteur s'écarte de ± 20 degrés de cette

fig. 1: position coaxiale



fig. 2: position parallèle



fig. 3: position verticale

