



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Eidgenössische Flugunfallkommission  
Commission fédérale sur les accidents d'aviation  
Commissione federale sugli infortuni aeronautici  
Federal Aircraft Accident Board

# **Rapport final No. 1863 de la Commission fédérale sur les accidents d'aviation**

concernant l'accident

de l'hélicoptère Ecureuil AS350B3, HB-ZDE

survenu le 18 janvier 2004

sur l'Alp Trida, commune de Samnaun/GR

à 60 km NE de St. Moritz

Le présent rapport final a été établi par la Commission fédérale sur les accidents d'aviation à la suite d'une procédure d'examen au sens des art. 22 à 24 de l'Ordonnance du 23 novembre 1994 relative aux enquêtes sur les accidents d'aviation et sur les incidents graves (OEAA / RS 748.126.3). Il est basé sur le rapport d'enquête du 10 janvier 2006 du Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation.

Ce rapport sert uniquement à la prévention des accidents. L'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances de l'accident (art. 24 de la loi sur la navigation aérienne).

La version de référence de ce rapport est rédigée en langue allemande.

# Rapport final

Propriétaire et exploitant	Air Grischa Helikopter SA, Case postale, 7204 Untervaz
Modèle	Hélicoptère Ecureuil AS350B3
État d'immatriculation	Suisse
Immatriculation	HB-ZDE
Lieu	Alp Trida, commune de Samnaun/GR
Date et heure	18 janvier 2004, 09:35 LT <sup>1</sup>

## Synopsis

### Bref exposé des faits

Le pilote reçoit pour mandat de transporter des magasins d'explosifs et de les placer sur des mâts permettant de déclencher artificiellement des avalanches. Le 18 janvier 2004, l'hélicoptère HB-ZDE de type AS350B3 (Ecureuil) décolle à 07:49 LT de Samedan pour l'Alp Trida, dans le domaine skiable situé au-dessus de Samnaun. Il fait beau.

Sur le lieu de prise en charge, l'assistant de vol accroche le magasin rempli d'explosifs que le pilote transporte vers le mât correspondant. Lors de la rotation de l'accident, le pilote n'arrive pas à placer le magasin sur le mât prévu initialement et se dirige vers un autre mât. C'est alors que le magasin explose, endommageant sérieusement l'hélicoptère. Le pilote effectue un atterrissage d'urgence et s'en sort avec de légères égratignures.

### Enquête

L'accident a eu lieu le 18 janvier 2004 à 09:35 LT. Le Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation (BEAA) en a été informé à 09:50 LT. L'enquête a été ouverte le jour même à 12:15 LT sur le lieu de l'accident, en collaboration avec la police cantonale des Grisons.

### Cause

L'accident est dû au fait qu'en raison des secousses inhérentes au transport, le détonateur à friction non fixé a déclenché de manière inopinée le système. Il s'en est suivi l'explosion du magasin suspendu à l'hélicoptère. L'explosion a endommagé l'hélicoptère de telle sorte qu'un atterrissage d'urgence a dû être effectué.

---

<sup>1</sup> Toutes les heures indiquées dans ce rapport sont référées à l'heure locale (*local time* – LT) en vigueur en Suisse et au moment de l'accident, qui était l'heure de l'Europe centrale (*Mitteleuropäische Zeit* - MEZ). La relation entre LT, MEZ et l'heure universelle coordonnée (*coordinated universal time* – UTC) est: LT = MEZ = UTC + 1 h.

## I. Introduction – Déclenchement artificiel d'avalanches

### I.1 Description

Rédigé à la demande du BEAA par l'Institut fédéral pour l'étude de la Neige et des Avalanches (SLF) du Weissfluhjoch à Davos, le texte suivant fournit un aperçu de la problématique des tirs d'avalanches.

La traduction française se trouve à la suite du présent texte original.

*„Die künstliche Lawinenauslösung ist bei Lawinengefahr die Standardmethode zur temporären Sicherung von Skigebieten und wird auch zur Sicherung von Verkehrswegen und in Einzelfällen von Siedlungsgebieten verwendet. Die Sprengladungen werden meist durch pyrotechnische Zündung, d.h. Sicherheitsanzündschnur und Sprengkapsel, zur Detonation gebracht. Anstelle von Sprengladungen können auch Systeme mit Gas verwendet werden. Mit Sprengensätzen bereits während und nach Schneefällen und falls es dabei zu Auslösungen kommt, kann unter Umständen einer späteren spontanen grossen Lawine entgegengewirkt werden. Seit ca. 1940 werden in der Schweiz Lawinen mittels Sprengstoff künstlich ausgelöst. Pro Winter werden im schweizerischen Alpenraum durchschnittlich über 75 t Sprengstoff für Lawinensprengungen eingesetzt.*

*Während der Detonation einer Ladung bewirkt die sich ausbreitende Druckwelle eine bedeutende Zusatzbelastung auf die Schneedecke. Es ist zwischen Sprengungen über der Schneedecke (sog. Überschneesprengungen), Sprengungen auf der Schneedecke (Oberflächensprengungen) und Sprengungen in der Schneedecke zu unterscheiden. Überschnee- und Oberflächensprengungen erzeugen eine Druckwelle, die aus der Luft grossflächig auf die Schneedecke wirkt. Die Tiefenwirkung in der Schneedecke ist relativ gering. Bei trockenem Neuschnee muss mit einer starken Abschwächung der Zusatzspannung im obersten halben Meter der Schneedecke gerechnet werden, was nicht heisst, dass bei einem Anriss keine grösseren Anrisshöhen entstehen können. Sprengungen in der Schneedecke, wie beim Minenwerfer, sind in ihrer Wirkung grösstenteils auf den Kraterbereich beschränkt, wobei auch Bodenerschütterungen auftreten.*

*Die vier wichtigsten Einflussfaktoren auf die Sprengwirkung sind*

- *der Sprengpunkt,*
- *die Sprengpunkthöhe (in, auf oder über der Schneedecke),*
- *die Ladungsgrösse und*
- *der Sprengstofftyp.*

*Bezüglich Sprengpunkt ist die Topografie des Geländes zu beachten. Bereiche im Umfeld der Ladung, die vom Sprengpunkt aus nicht eingesehen werden können, befinden sich im Druckschatten der Luftdruckwelle. Im Druckschatten wird keine direkte Zusatzbelastung auf die Schneedecke erzeugt. Bei trockenem Neuschnee wird die grösste Sprengwirkung mit Überschneesprengungen erreicht. Der Sprengpunkt liegt idealerweise zwischen 0.5 und ca. 3 m über der Schneedecke.*

*Bei den meisten Sprengmethoden liegt die Ladungsgrösse zwischen 1 und 5 kg. Die Detonationen von Gas erreichen je nach Gaskubatur ähnliche Wirkungen wie Detonationen mit Sprengstoff.*

*Mehrere Lawinensprengstoffe (Slurry, Gelatine, Wassergel-Sprengstoff) können eingesetzt werden, wobei bezüglich der Sprengwirkung keine grossen Unterschiede bestehen.*

*Am meisten werden nach wie vor Handsprengungen und Helikoptersprengungen verwendet; letzteres setzt allerdings genügend gute Flugbedingungen voraus. Bei Handsprengungen wirft der Patrouilleur die Sprengladung von einem sicheren Standort ins Anrissgebiet. In den Siebziger Jahren wurde begonnen, Sprengungen mittels Helikopter durchzuführen; Ladungen (i.d.R. à 4-5 kg) werden aus geringer Flughöhe auf die Schneedecke abgeworfen.*

*Als weitere Methoden werden Sprengseilbahnen (Ladung wird an einem Seil ins Anrissgebiet transportiert) und Armeewaffen (Rak-Rohr, Minenwerfer) eingesetzt. Mit Armeewaffen können eingeschossene Ziele auch bei schlechter Sicht und z.B. nachts verwendet werden, sodass während langandauernden Schneefällen wiederholt gesprengt werden kann.*

*Die Schweiz ist übrigens eines der wenigen Länder, in denen Armeewaffen (Minenwerfer, Rak-Rohr) für Einsätze der künstlichen Lawinenauslösung eingesetzt werden dürfen. Nachteilig ist der Sprengpunkt in der Schneedecke. 1988 wurde mit dem Gasex-System das erste ortsfeste, direkt im Anrissgebiet stehende Sprengsystem gebaut. Von einer Gaszentrale wird ein Propan-Sauerstoffgemisch durch eine Zuleitung in einem gegen die Schneedecke gerichteten Zündrohr zur Detonation gebracht.*

*Im Lawinenwinter 1998/99 konnten mit den erwähnten Methoden viele Lawinen vorzeitig ausgelöst und mögliche grosse Schadenlawinen verhindert werden, wobei es auch zu etlichen Schäden gekommen ist (Gebäudeschaden Leukerbad, Strommasten am Lukmanier zerstört, Schäden an Wintersportanlagen, usw.).*

*Seit 1999 sind zwei weitere ortsfeste Sprenganlagen, der Sprengmast Wyssen und die Lawinensprenganlage Inauen-Schätti, auf dem Markt. Bei beiden Systemen sind die Sprengladungen in Kästen im Anrissgebiet vorhanden und können bei Bedarf vom Tal aus mittels Funkbefehl zum Ab- respektive Auswurf und zur Detonation gebracht werden. Beim System Wyssen liegt der Vorteil darin, dass die an einer Schnur befestigten Ladungen über der Schneedecke an ausgewählten, als günstig beurteilten Orten detonieren: beim System Inauen-Schätti können ebenfalls an einer Schnur festgemachte Ladungen zum Auswurf gebracht werden (Überschneesprengung).*

*Als weiteres Produkt steht der Avalancheur, mit dem mit rund 2 kg Sprengstoff gefüllte Lanzen bis 2 km in die Anrissgebiete geschossen werden können, zur Verfügung. Das Avalhex, ein weiteres System, das auf der Detonation eines Gas-Sauerstoffgemischs beruht, steht in der Schweiz vor der Einführung.*

*Mit den ortsfesten, im Anrissgebiet vorhandenen Anlagen ist ein grosser Fortschritt erzielt worden, da wie erwähnt sicht- und witterungsunabhängig, an sprengtechnisch günstigen Orten gesprengt werden kann und zudem die Bedienungsmannschaft keiner Lawinengefahr ausgesetzt ist.*

*Im Zusammenhang mit der künstlichen Lawinenauslösung werden Helikopter wie folgt eingesetzt:*

- *Helikoptersprengungen: Abwurf von Sprengladungen aus dem Helikopter*
- *Sprengmast Wyssen: Transport des 12 Sprengladungen enthaltenden Magazins von Tal / Bergstation zum Mast; Rückflug des leeren Magazins zum Nachfüllen*
- *Sprenganlage Inauen-Schätti: Für Anlagen in unwegsamem Gelände Absetzung eines Patrouilleurs bei der Anlage zum Nachfüllen mit Ladungen*
- *Gasex-System: Transport der Gasbehälter*
- *Diverse Bauarbeiten.*

*Wichtige Kriterien beim Vergleich der Sprengmethoden sind die Sicherheit der Sprengpatrouille, die Sprengwirkung, die Reichweite, die Einsetzbarkeit in Abhängigkeit der Sicht- und Wetterverhältnisse, die Ausführungszeit und die Kosten. Bei den Kosten fallen Installations- und Betriebskosten an.*

*Nutzen und Problematik:*

*Der Nutzen der künstlichen Lawinenauslösung besteht in der temporären Sicherung eines lawinengefährdeten Gebietes. Je nach Situation resultieren kürzere Sperrzeiten. Mittels regelmässiger, der Situation angepasster Sprengeinsätze und entsprechenden Auslösungen können kleinere Lawinen erreicht werden. Einer möglichen späteren spontanen Grosslawine mit allfälliger Schadenfolge kann entgegengewirkt werden. Sprengungen sind Tests der Schneedeckenstabilität im Anrissgebiet und ergeben Anhaltspunkte zur Anbruchwahrscheinlichkeit von Lawinen.*

*Sprenginsätze weisen aber auch spezifische Nachteile und Problematiken auf: So kann die Beurteilung der aktuellen Lawinensituation im Einzelhang sehr schwierig sein. Ausgelöste Lawinen können grösser ausfallen als erwartet (auch ungewollte Sekundärauslösungen von weiteren Lawinen sind möglich). Schadenfälle können zu Rechtsverfahren führen. Die Überwachung des abgesperrten Gebietes kann schwierig sein. Je nach Sprenginsatz und Sichtverhältnissen ist das Sprengresultat schwierig festzustellen („Erfolgskontrolle“). Bei schlechter Sicht kann es sein, dass über das Resultat, d.h. ob eine Lawine ausgelöst wurde, keine Gewissheit besteht, es sei denn eine künstlich ausgelöste Lawine ist z.B. bis zu einer Strasse vorgestossen. Aber auch in diesem Fall sind je nach Situation und Entladung des Anrissgebietes weitere Lawinen, die unter Umständen in zu sicherndes Gebiet vorstossen können, möglich. Die Anordnung weiterer Massnahmen wie „Strasse öffnen oder gesperrt lassen“ kann schwierig sein. Wichtig für die Sicherheitsverantwortlichen ist, dass getroffene Massnahmen begründet und schriftlich festgehalten werden (Journal).*

*Unter der Leitung des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) konnte 2004 eine Praxishilfe zu Rechts- und Versicherungsfragen bei der künstlichen Lawinenauslösung herausgegeben werden. Bezüglich der Detektion von Lawinenabgängen bei schlechter Sicht sind weitere Abklärungen angebracht. Auch zur Sprengwirkung sind noch etliche Fragen offen. Bei der künstlichen Lawinenauslösung sind Gebietskenntnisse, Kenntnisse zu Sprengwirkung und Lawinenkunde sowie Erfahrung sehr wichtig<sup>2</sup>.“*

---

<sup>2</sup> Literatur:

Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (Hrsg.): Der Lawinenwinter 1999. Ereignisanalyse. Davos, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung. 588 S.

Stoffel, L., 2001: Künstliche Lawinenauslösung. Praxishilfe. 2. überarbeitete Auflage. Mitt. Eidgenöss. Inst. Schnee- Lawinenforsch. 53: 66 S.

Stoffel, Lukas, 2004: Künstliche Lawinenauslösung – Rechts- und Versicherungsfragen – Praxishilfe. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 31. S.

Traduction:

En cas de danger, déclencher artificiellement des avalanches s'avère la méthode habituelle pour sécuriser des domaines skiables ainsi que des voies de communication et dans de rares cas des zones d'habitation. Le plus souvent, la détonation des charges explosives se fait à l'aide d'un allumage pyrotechnique, c'est-à-dire d'une mèche d'allumage de sûreté et d'un détonateur. On peut aussi utiliser des systèmes à gaz à la place des charges explosives. La détonation des charges explosives pendant ou après des chutes de neige, et pour autant qu'ainsi une avalanche puisse se déclencher, permet selon les circonstances d'éviter un déclenchement ultérieur et inopiné de grandes avalanches. En Suisse, on a commencé à utiliser des explosifs pour déclencher artificiellement des avalanches dès 1940. Chaque hiver, plus de 75 t d'explosifs sont utilisées en moyenne dans les Alpes suisses à cet effet.

Lorsqu'une charge explose, son onde de choc entraîne une charge supplémentaire significative sur le manteau neigeux. La détonation de la charge explosive peut se produire à trois endroits distincts: au-dessus du manteau neigeux, au niveau du manteau neigeux et à l'intérieur même dudit manteau. Les deux premiers types de tirs provoquent une onde de choc aérienne qui se répercute largement sur le manteau neigeux. L'effet en profondeur est cependant relativement faible. En cas de nouvelle neige sèche, il faut compter avec un fort affaiblissement de la tension additionnelle dans le demi mètre supérieur du manteau neigeux, ce qui n'exclut pas pour autant la formation de grandes fractures en cas de glissement. L'impact des tirs dont la détonation de la charge explosive se produit dans le manteau neigeux, comme avec le lance mines, se limite le plus souvent à la zone du cratère, bien que le sol vibre également.

L'efficacité d'un tir dépend avant tout des quatre facteurs suivants:

- le point de l'explosion
- la hauteur du point de l'explosion (dans, au niveau ou au-dessus du manteau neigeux)
- la grandeur de la charge
- le type d'explosif.

Concernant le point de l'explosion, il faut tenir compte de la topographie du terrain. Les zones aux alentours de la charge qui ne sont pas visibles du point de l'explosion, se trouvent à l'abri de l'onde de choc aérienne. Dans cette zone abritée, aucune charge supplémentaire directe ne s'exerce sur le manteau neigeux. En cas de nouvelle neige sèche, on obtient une efficacité maximale en procédant à des tirs où la détonation de la charge explosive se produit au-dessus du manteau neigeux. De manière idéale, le point de l'explosion se situe entre 0.5 et 3 m au-dessus de ce dernier.

La plupart des méthodes utilisent des charges explosives pesant entre 1 et 5 kg. Les détonations à l'aide de gaz aboutissent, en fonction de la quantité utilisée, aux mêmes résultats que celles provoquées à l'aide d'explosifs.

Il existe plusieurs types d'explosifs pour les avalanches (bouillie explosive, gélatine, explosif à base de gels aqueux) qui ne présentent cependant pas de grandes différences quant à leurs effets.

Le plus souvent, on procède à des tirs manuels ou à partir d'hélicoptères, cette dernière méthode exigeant cependant d'assez bonnes conditions de vol. En cas de tirs manuels, le patrouilleur lance la charge explosive dans la zone d'amorce à

partir d'une position sûre. Au cours des années 70, on a commencé à effectuer des tirs à l'aide d'hélicoptères où les charges (généralement de 4-5 kg) étaient lancées d'une faible hauteur de vol sur le manteau neigeux.

Il existe aussi d'autres méthodes comme p. ex. les téléphériques (la charge est transportée via un câble dans la zone d'amorce) et les armes militaires (tube lance roquettes, lance mines). On peut aussi utiliser ces armes en cas de mauvaise visibilité, p. ex. la nuit, si bien qu'en cas de chutes de neige durables on peut procéder à des tirs répétés dans les zones visées.

La Suisse est l'un des rares pays à autoriser les armes militaires (lance mines, tube lance roquettes) pour déclencher artificiellement des avalanches. L'inconvénient est que le point de l'explosion se situe dans le manteau neigeux. En 1988 a été installé le premier système de minage permanent, le Gazex, construit directement dans la zone d'amorce. Un mélange de propane et d'oxygène issu d'une centrale à gaz est amené dans un tube dirigé contre le manteau neigeux où la détonation est déclenchée.

Ces différentes méthodes ont permis durant l'hiver 1998/99 où les avalanches étaient fort nombreuses, d'en déclencher beaucoup à titre préventif et d'éviter de gros dommages. D'importants dégâts ont malgré tout été enregistrés (bâtiments endommagés à Loèche-les-Bains, pylônes détruits au Lukmanier, dégâts à des installations de sports d'hiver, etc.).

Depuis 1999, deux autres installations de tir fixes ont été commercialisées: le mât de déclenchement d'avalanche Wyssen et le déclencheur d'avalanche Inauen-Schätti. Dans les deux cas, les charges explosives sont placées dans des magasins positionnés dans la zone d'amorce et peuvent être larguées, respectivement projetées ou allumées à distance à l'aide d'une télécommande. Le système Wyssen présente l'avantage que les charges suspendues par une cordelette au-dessus du manteau neigeux peuvent exploser aux endroits jugés les plus favorables. Le système Inauen-Schätti permet également de projeter les charges attachées à une cordelette (détonation au-dessus du manteau neigeux).

Il existe également l'Avalancheur qui permet de tirer des lances remplies de 2 kg d'explosif vers la zone d'amorce éloignée jusqu'à 2 km. D'autre part, l'Avalhex est un système utilisant un mélange de gaz et d'oxygène qui sera introduit prochainement en Suisse.

Les installations fixes aménagées dans la zone d'amorce représentent un grand progrès, puisqu'elles permettent d'effectuer des tirs à des endroits techniquement favorables, indépendamment des conditions météorologiques et de visibilité, et de plus sans mettre en danger l'équipe de minage.

Lors du déclenchement artificiel d'avalanches, l'hélicoptère est utilisé comme suit:

- Dans le cas de tirs à partir d'un hélicoptère: largage des charges explosives depuis l'hélicoptère.
- Dans le cas du mât Wyssen: transport du magasin contenant 12 charges explosives de la station de la vallée/d'arrivée vers le mât, et inversement avec le magasin vide pour la recharge.
- Dans le cas du déclencheur d'avalanche Inauen-Schätti: dépôt d'un patrouilleur à proximité des installations difficiles d'accès, en vue de recharger les charges explosives.
- Dans le cas du système Gazex: transport des réservoirs à gaz.
- Différents travaux de construction.

Les principaux critères considérés lors de la comparaison des méthodes de tir sont la sécurité de la patrouille en charge du minage, l'effet de l'explosion, la portée de l'explosion, les possibilités d'intervention en fonction des conditions météorologiques et de visibilité, la durée de l'intervention et les coûts, ces derniers englobant les frais d'installation et d'exploitation.

#### Avantage et problématique

Le déclenchement artificiel d'avalanches permet de sécuriser temporairement une zone menacée par des avalanches. Dans certains cas, il permet de raccourcir les périodes de fermeture. En effet, des solutions appropriées, ainsi que des interventions régulières et adaptées permettent de déclencher des avalanches de moindre envergure, évitant peut-être une plus grosse avalanche ultérieure et inopinée, de même que les dégâts qu'elle pourrait occasionner. Les tirs servent à tester la stabilité du manteau neigeux dans la zone d'amorce et fournissent des indices concernant la probabilité de déclenchement d'avalanches.

Cependant, les minages présentent aussi des inconvénients et peuvent poser certains problèmes: l'évaluation de la situation en matière d'avalanche peut s'avérer très difficile sur certaines pentes. Certaines avalanches peuvent se révéler plus importantes que prévu, ou entraîner des déclenchements secondaires. Certains dommages peuvent conduire à des procédures judiciaires. La surveillance de la zone fermée peut s'avérer compliquée. En fonction de l'intervention et des conditions de visibilité, le résultat peut être difficile à constater („vérification de l'efficacité“). En cas de mauvaise visibilité, on ne peut savoir avec certitude si une avalanche a réellement été déclenchée, à moins qu'elle ne soit p. ex. parvenue jusqu'à une route. Dans ce cas également, en fonction de la situation et de la décharge de la zone d'amorce, d'autres avalanches peuvent se produire dans des régions qu'il s'agit de sécuriser. De même, il n'est pas toujours facile de décider de mesures supplémentaires, p. ex. „rouvrir une route ou la maintenir fermée“. Il est essentiel pour les responsables de la sécurité de justifier les mesures prises en les consignait par écrit (journal de bord).

Sous la direction de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), un guide pratique abordant les questions juridiques et d'assurances liées au déclenchement artificiel d'avalanches a pu être publié en 2004. D'autres explications relatives à la détection de coulées d'avalanches en cas de mauvaise visibilité y sont décrites. Beaucoup de questions relatives à l'efficacité des tirs restent encore ouvertes. Le déclenchement artificiel d'avalanches exige d'excellentes connaissances du terrain, des avalanches et des effets du minage, ainsi qu'une certaine expérience<sup>3</sup>.

Fin de traduction.

---

<sup>3</sup> Sources:

Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches (éditeur.): Les avalanches de l'hiver 1999. Analyse. Davos, Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches. 588 p.

Stoffel, L., 2001: Künstliche Lawinenauslösung. Praxishilfe. 2e version révisée. Communication de l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches No. 53: 66 p.

Stoffel, Lukas, 2004: Déclenchement artificiel d'avalanches: questions juridiques et d'assurances. Guide pratique. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage Berne, 29 p.

## I.11 Descriptif du système Wyssen

Le principe du système de l'entreprise Wyssen consiste à préparer les charges explosives dans un endroit sûr et à les insérer dans des magasins. Ces magasins sont ensuite transportés, suspendus sous un hélicoptère, pour être accrochés aux mâts répartis dans la zone d'avalanches. Les charges explosives sont commandées par radio. (voir annexes 3, 5, 7)

L'avantage de ce système est que les charges peuvent être déposées sur les mâts par beau temps et que les avalanches peuvent être déclenchées par n'importe quelle condition météorologique.

### I.11.1 Le magasin

Un magasin accroché au mât Wyssen LS12-5 pèse 600 kp à vide et peut contenir jusqu'à 12 charges de 4 à 5 kg d'explosif chacune. Rempli, le magasin pèse alors entre 648 et 660 kg.

Juste avant d'introduire les charges dans le magasin, les paquets d'explosif sont pourvus de détonateurs. Puis le magasin contenant les charges est héliporté vers le mât.

Le magasin est équipé d'un récepteur radio, qui permet si nécessaire de libérer les charges, le détonateur à friction provoquant alors une explosion. L'alimentation électrique se fait par cellule photovoltaïque. Au-dessus du magasin se trouve un étrier auquel est fixé le câble de transport de l'hélicoptère (voir annexe 8).

### I.11.11 Le mât de déclenchement d'avalanche

Des mâts ont été installés à plusieurs endroits du domaine skiable de l'Alp Trida. D'une hauteur de 8 m environ, ces mâts ont été fixés à la perpendiculaire de la pente. Un dispositif de réception au sommet du mât permet d'y placer le magasin. Les mâts sont identifiés par un numéro (voir annexe 7).

### I.11.111 Transport des magasins d'explosifs

Un magasin est suspendu à un câble de 10-30 m de long, fixé au crochet de transport de l'hélicoptère et acheminé jusqu'au mât. Pour installer le magasin sur le mât, le pilote doit le positionner juste au-dessus du dispositif de réception placé au sommet du mât. Le magasin peut ensuite être déposé. Une lumière clignote sur le magasin dès que celui-ci est correctement positionné. Le crochet à commande électrique libère alors le câble de transport de l'étrier du magasin.

### I.11.1111 Déclenchement des charges explosives

De la station de commande, le signal de déclenchement des charges explosives est transmis par radio au dispositif de commande du magasin. Deux détonateurs à friction sont activés par la chute de la charge explosive et l'explosion intervient après 40 secondes environ (voir annexe 7).

## 1 Renseignements de base

### 1.1 Déroulement du vol

#### 1.1.1 Préliminaires

Le 17 janvier 2004, l'entreprise Air Grischa Helikopter AG est mandatée par la société Bergbahnen Samnaun AG pour transporter des magasins d'explosifs. Ceux-ci contiennent en partie des charges déjà préparées mais non utilisées qu'il s'agit de ramener des mâts à la station d'arrivée de Trider Sattel. Une fois complétés, ces magasins doivent à nouveau être déposés sur les mâts. Durant le remplissage d'un des magasins sur la terrasse du restaurant de la station d'arrivée de Trider Sattel, une des charges explose inopinément. Un employé de la société Bergbahnen Samnaun AG réagit rapidement et jette la charge en feu par-dessus la balustrade. Celle-ci tombe sur la terrasse couverte de neige située en dessous, si bien que personne n'est blessé et qu'aucun dégât n'est occasionné. L'assistant de vol entend l'explosion, voit la fumée et remarque les employés de la société qui rigolent. Il signale au pilote qu'il avait entendu une explosion. A 16:00 LT, le pilote décide d'interrompre l'intervention en raison d'une dégradation des conditions météorologiques. Le jour suivant, ce pilote a congé.

Le 18 janvier 2004, un autre pilote de l'entreprise Air Grischa Helikopter AG est chargé de transporter dès que possible deux magasins vides du Visnitzkopf au Trider Sattel afin de les recharger. De plus, il faut installer trois magasins chargés sur les trois mâts situés à proximité du Visnitzkopf et quatre autres sur des mâts en direction du Greitspitz. L'assistant de vol qui l'accompagne a également effectué la mission de transport des magasins de la veille.

A 07:30 LT, le pilote téléphone au responsable du service de secours et d'avalanche de la société Bergbahnen Samnaun AG, pour connaître les conditions météorologiques et les conditions de vol. Le pilote dit avoir reçu les informations suivantes: „... *kein bis nur leichter Wind, hohe bis sehr hohe Bewölkung, uneingeschränkte Sicht ca. 70 km. ...*“, soit: vent léger, voire nul, nuages élevés à très élevés, visibilité illimitée jusqu'à environ 70 km.

A 07:49 LT, l'Ecureuil HB-ZDE décolle de Samedan pour Samnaun. Il fait beau et le temps de vol est de 18 minutes. L'assistant de vol en profite pour expliquer par interphone au pilote que le jour précédent une charge avait explosé inopinément à côté de la terrasse, devant le restaurant sur l'Alp Trida.

Après avoir atterri à la station d'arrivée du téléphérique de Trider Sattel, le pilote arrête la turbine pour discuter du mandat avec le responsable du service de secours et d'avalanche. Mais l'incident de la veille n'est pas mentionné. Dans l'intervalle, l'assistant de vol fixe le câble de transport (*long line*) de 20 m à l'hélicoptère.

Dans un premier temps, le pilote s'envole vers le mât no. 4 près du Visnitzkopf afin de ramener le magasin vide à Trider Sattel. Puis, il fait de même pour le mât no. 5 (voir annexes 2 et 5).

Entre-temps, trois employés de la société Bergbahnen Samnaun AG ont rempli le premier magasin avec les charges explosives. L'assistant de vol suspend le magasin rempli au crochet du câble de transport puis le pilote s'envole vers le mât no. 4. La pose sur le mât se fait correctement, mais le crochet à commande électrique ne s'ouvre pas et le pilote doit revenir avec le magasin plein.

Etant donné que le kérosène vient à manquer, le pilote décide de retourner dans la vallée en compagnie de l'assistant de vol pour rajouter du carburant. Il en profite pour contrôler la connexion électrique du crochet du câble de transport. Puis, il revient à Trider Sattel et dépose l'assistant de vol près du garage de la dameuse de piste. L'assistant accroche alors le même magasin au câble de transport et le pilote s'envole pour positionner le magasin sur le mât no. 4, cette fois-ci avec succès.

### 1.1.2 Le vol de l'accident

De retour à Trider Sattel, l'assistant suspend le 2<sup>ème</sup> magasin chargé et le pilote s'envole vers le mât no. 5 qui se trouve à proximité de la crête où une grande congère s'est formée. En raison de la nouvelle neige qui tourbillonnait et du vent du nord-est, le pilote a de la difficulté à placer le magasin. Il essaie à plusieurs reprises de poser le magasin qui, selon lui, touche légèrement le mât à plusieurs reprises. D'entente avec le responsable du service de secours et d'avalanche, il décide alors de poser ce magasin sur le mât no. 6 (voir annexe 2), où les conditions de visibilité sont meilleures, aux dires du responsable du service.

Le pilote vole à 50 m environ au-dessus du sol en direction du nord, puis fait une boucle autour du Visnitzkopf pour approcher le mât no. 6 par l'est (voir annexes 1 et 6). Pour des raisons de sécurité, le pilote choisit l'itinéraire nord afin d'éviter de voler à proximité de la station d'arrivée où les premiers skieurs débarquent.

Alors qu'il se trouve à 30 - 40 m du mât no. 6, le pilote ressent une violente explosion sous l'hélicoptère qui est fortement secoué. Simultanément, il ressent de fortes vibrations et une très forte pression sur le collectif. Il n'arrive à maîtriser la machine que très difficilement. En raison de la pression élevée sur le collectif, il n'est pas en mesure de décrocher le câble de transport. Le pilote doit abaisser le collectif en exerçant une grande force afin d'effectuer un atterrissage d'urgence sur une place adéquate située à quelques 140 m en dessous et éloignée d'environ 500 m du lieu de l'explosion, ce qu'il réussit.

Selon le pilote, le temps de vol entre le mât no. 5 et le lieu de l'explosion, juste avant d'arriver au mât no. 6, était de 30 à 40 secondes.

Le pilote a une main légèrement éraflée. L'hélicoptère HB-ZDE est fortement endommagé. Des morceaux de l'épave ont été projetés dans un rayon de 600-800 m. Selon le pilote, environ deux minutes après qu'il eut freiné le rotor principal, trois ou quatre skieurs arrivent sur les lieux de l'accident.

## 1.2 Tués et blessés

Blessures	Membre d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles	----	----	----
Graves	----	----	----
Légères / Aucune	1	----	

### 1.3 Dommages à l'aéronef

La détonation des charges explosives contenues dans un magasin accroché à un câble de transport sous l'hélicoptère a fortement endommagé le fuselage et les pales du rotor principal.

### 1.4 Autres dommages

Aucun

### 1.5 Renseignements sur le personnel

#### 1.5.1 Pilote

Personne	Citoyen suisse, année de naissance 1965
Licence	Pilote professionnel d'hélicoptère CPL (H), valable jusqu'au 23.06.04
Extensions	NIT (A), NIT (H), MOU (H)
Types inscrits	SEP (A), AS 350 TYPES, B 206/206L, B 214 PIC, EC 130, R 22, SA 315
Dernier examen médical	16.06.2003, décision: apte
Expérience de vol	
Heures de vol, total	5697 h
au cours des 90 derniers jours	47 h
Sur type en cause, total	580 h
au cours des 90 derniers jours	21 h

#### 1.5.2 Assistant de vol

L'assistant de vol a été engagé le 1er décembre 2003 par l'entreprise Air Grischa Helikopter AG. La veille et le jour de l'accident, il était essentiellement occupé à crocher et décrocher les magasins au câble de transport de l'hélicoptère. Il n'était pas concerné par les travaux effectués directement sur les magasins.

#### 1.5.3 Responsable du service de secours et d'avalanche

Selon le directeur de la société Bergbahnen Samnaun AG, la responsabilité des minages a été transférée en 1992 au responsable du service de secours et d'avalanche.

Ce dernier a été formé, le 22 novembre 2001, par un représentant de l'entreprise Wyssen au système de mâts LS 12-5.

Cependant, son permis de minage lui a été retiré le 3 juin 2003 par le Département de justice, police et santé du canton des Grisons. Le directeur de la société Bergbahnen Samnaun AG admet avoir eu connaissance de ce retrait.

Le jour de l'accident, le responsable du service de secours et d'avalanche dirigeait toute l'intervention.

#### 1.5.4 Suppléant du responsable du service de secours et d'avalanche

Le suppléant du responsable du service de secours et d'avalanche de l'entreprise Bergbahnen Samnaun AG disposait d'un permis de minage établi alors par l'Office fédéral de l'industrie, des arts et métiers et du travail (OFIAMT)<sup>4</sup>, mais n'avait pas été formé au maniement du système Wyssen LS 12-5.

Le suppléant du responsable du service de secours et d'avalanche n'était pas présent le jour de l'accident.

#### 1.5.5 Employés de la société Bergbahnen Samnaun AG

Les deux employés de la société Bergbahnen Samnaun AG qui ont participé à la préparation des magasins n'étaient pas formés à préparer les charges explosives et à remplir les magasins du système de mâts Wyssen LS 12-5. Ils ne possédaient pas non plus de permis de minage.

Les 17 et 18 janvier 2004, ils ont été occupés à préparer les charges explosives et à remplir les magasins.

### 1.6 Renseignements sur l'aéronef

Modèle	Hélicoptère Ecureuil AS350B3	
Constructeur	Eurocopter France/Aérospatiale	
Caractéristiques	Hélicoptère mono turbine à 5 places	
Année de construction	2001	
Numéro de série	3442	
Nombre de moteurs	1	
Constructeur du moteur	Turbomeca	
Modèle de moteur	Arriel 2B	
Puissance du moteur	847 SHP ( <i>shaft horse power</i> )	
No. de série du moteur	22242	
Carburant	Kérosène	
Masse et centrage	Masse au moment de l'accident:	2158 kg
	Masse max. autorisée avec charge ext.:	2700 kg
	Le centre de gravité se trouvait dans les limites prescrites.	
Performances	Selon le constructeur, l'hélicoptère aurait dû présenter une masse de 2450 kg au maximum avec les conditions qui régnaient pour être en mesure de d'évoluer en vol stationnaire hors effet de sol (HOGE).	
Certificat d'immatriculation	Etabli par l'OFAC le 21.08.2001 / no. 1	
Certificat de navigabilité	Etabli par l'OFAC le 06.09.2001 / no. 1	

<sup>4</sup> Aujourd'hui Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie (OFFT)

Champ d'utilisation	VFR de jour / VFR de nuit Exploitation commerciale VFR de jour
Propriétaire et exploitant	Air Grischa Helikopter SA, 7204 Untervaz
Dernier contrôle 100 h	Exécuté le 16.10.2003 (cellule: 1193:49 h)
Dernier contrôle 50 h	Exécuté le 19.12.2003 (cellule: 1251:40 h)
Heures totales au moment de l'accident	Cellule: 1281 h (4611 atterrissages)
Dernier examen OFAC	Exécuté le 06.09.2001 avec la remarque: <i>„No Swiss log books are established. Entries are to be made into the original logs“.</i>

## 1.7 Conditions météorologiques

### 1.7.1 Situation générale

*„Die südlichen Landesteile der Schweiz wurden von einem Tiefdruckgebiet beeinflusst, welches sein Zentrum in der Nähe von Genua hatte (Genuatief). Die Reste einer Störung, welche über der Nordschweiz lagen, wurden mit einer nordöstlichen Höhenströmung gegen die Alpen gedrückt.“*

Traduction:

Les régions du sud de la Suisse étaient sous l'influence d'une zone de basse pression centrée aux alentours de Gênes. Les restes d'une perturbation située sur le nord de la Suisse étaient poussés contre les Alpes par un courant d'altitude en provenance du nord-est.

Fin de traduction.

### 1.7.2 Conditions météorologiques sur le lieu et au moment de l'accident

Les indications suivantes concernant les conditions météorologiques locales au moment de l'accident se basent sur une interpolation spatiale et temporelle des observations faites dans plusieurs stations météorologiques.

<i>Wolken</i>	<i>4-5/8 auf ca. 9500 ft AMSL, 5-7/8 auf ca. 11 000 ft AMSL</i>
<i>Sicht</i>	<i>um 10 km</i>
<i>Wind</i>	<i>Nordost- bis Ostwind mit 5-7 Knoten, Windspitzen bis ca. 13 Knoten</i>
<i>Temperatur/Taupunkt</i>	<i>-9 °C / -12 °C (Nullgrad-Grenze: 3000 ft AMSL)</i>
<i>Luftdruck</i>	<i>QNH LSZH 1009 hPa, QNH LSZA 1003 hPa</i>
<i>Gefahren</i>	<i>keine erkennbar</i>
<i>Bemerkungen</i>	<i>Es gibt keinen Hinweis auf elektrische Entladungen (Blitzschlag) in der Nähe des Unfallortes.</i>

Traduction:	
Nébulosité	4-5/8 à environ 9500 ft AMSL, 5-7/8 à environ 11 000 ft AMSL
Visibilité	environ 10 km
Vent	Vent du nord-est à est de 5-7 noeuds, rafales jusqu'à environ 13 noeuds
Température/ Point de rosée	-9 °C / -12 °C (limite du zéro degré: 3000 ft AMSL)
Pression atmosphérique	QNH LSZH 1009 hPa, QNH LSZA 1003 hPa
Dangers	Aucun danger apparent
Remarques	Il n'y a aucun indice de décharges électriques (éclaircs) à proximité du lieu de l'accident.

Fin de traduction.

## **1.8 Aide à la navigation**

Sans objet.

## **1.9 Télécommunications**

Le responsable du service de secours et d'avalanche et l'assistant de vol ont établi des communications radio. Ce dernier était également en contact radio avec le pilote de l'hélicoptère. Ces conversations n'ont pas été enregistrées.

## **1.10 Renseignements sur l'aérodrome**

Sans objet.

## **1.11 Enregistreur de vol**

Non prescrit et non équipé.

## **1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact**

### **1.12.1 Lieu de l'accident**

La détonation des charges explosives s'est produite à proximité du Visnitzkopf, au-dessus de l'Alp Trida près de Samnaun, à une altitude d'environ 2760 m/M (coordonnées 823 390/208 695, carte 1:25 000, no. 1159 „Ischgl“).

L'atterrissage d'urgence de l'hélicoptère a eu lieu un peu plus bas, à une altitude d'environ 2620 m/M, au sud sud-ouest de l'endroit où la détonation s'est produite (coordonnées 823 230/208 225), (voir annexes 1, 4).

### 1.12.2 Hélicoptère

L'hélicoptère a été fortement endommagé. Suite à l'explosion de la charge transportée, des pièces métalliques du magasin ont défoncé le fuselage et endommagé les pales du rotor.

### 1.12.3 Magasin

L'examen des débris du magasin a fourni les résultats suivants:

- Poids total des débris retrouvés: 249 kg. Malgré tout le soin apporté lors des recherches, seuls 42% de la masse totale du magasin Wyssen ont pu être retrouvés (poids à vide selon données d'usine: environ 600 kg).
- Poids des trois plus gros débris: 31 kg, 10 kg, 9.5 kg.
- Plus petit débris: proche de la grandeur d'un ongle.
- Les débris ont été projetés dans un rayon de 600 à 800 m. En raison de la pente du terrain, la position où les débris ont été retrouvés ne coïncide pas forcément avec l'endroit de l'impact. En raison des glissements de neige, les débris ont pu être emportés aussi bien du côté suisse qu'autrichien de la frontière.
- Aucun explosif n'a été retrouvé, ni entier ni même en morceaux. Cela signifie que toutes les charges ont explosé.
- Les débris ne permettent de tirer aucune conclusion quant aux raisons de la détonation inopinée des charges explosives.

## 1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Aucun indice ne laisse supposer que le pilote souffrait de problèmes de santé au moment de l'accident.

Un éthylotest effectué par la police après l'accident n'a révélé aucune trace de consommation d'alcool chez le pilote.

## 1.14 Incendie

Aucun incendie ne s'est déclaré.

## 1.15 Questions relatives à la survie des occupants

L'hélicoptère a été très endommagé par l'explosion. La réaction rapide du pilote, le fait que l'hélicoptère était encore suffisamment gouvernable et la topographie des lieux ont permis un atterrissage d'urgence. Le pilote portait un casque de travail et était attaché par une ceinture de sécurité à 4 points d'attache. Ceux-ci ont résisté aux forces subies.

L'hélicoptère était équipé d'un émetteur de secours (ELT) de type ACK E-01 qui ne s'est pas activé, ceci probablement parce que l'atterrissage d'urgence a réussi.

## 1.16 Essais et recherches

Diverses clarifications et recherches ont été effectuées concernant le détonateur à friction utilisé. Les résultats de ces recherches ont été intégrés dans le chapitre 1.18.

## 1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

### 1.17.1 Considérations sur le transport de marchandises dangereuses à l'aide d'aéronefs

Dans son annexe 18 *"The safe transport of dangerous goods by air"* et les instructions techniques correspondantes, l'organisation de l'aviation civile internationale (OACI) interdit le transport d'explosifs puissants à l'aide d'aéronefs. L'OACI prévoit toutefois qu'une autorité de surveillance nationale puisse autoriser des dérogations aux principes de l'annexe 18. Dans le cas présent, l'OFAC a fait usage de cette possibilité et publié le 1er mars 1988 des instructions concernant les déclenchements artificiels d'avalanches à l'aide d'explosifs à partir d'un hélicoptère.

En février 2001, l'Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie (OFFT) a élaboré en collaboration avec un comité d'experts en matière de minage (CEMM) un guide pour le minage, qui règle la formation pour les tirs d'avalanches et l'organisation des examens. Ce guide englobe la formation de toutes les personnes qui procèdent au déclenchement artificiel d'avalanches (voir annexe 9). Dans le cadre de l'enquête, on a constaté qu'en Suisse aucune formation correspondante n'est exigée pour les pilotes et les assistants de vol.

### 1.17.2 La société Bergbahn Samnaun AG

La société Bergbahnen Samnaun AG était dirigée par un directeur. Celui-ci était subordonné au conseil d'administration. Outre l'exploitation du téléphérique et du restaurant, le service de secours et d'avalanche dépendait également du directeur. Le service d'avalanche comprenait entre autres tâches le déclenchement à titre préventif d'avalanches à l'aide d'explosifs.

### 1.17.3 Formation du personnel de l'entreprise Air Grischa Helikopter AG

Avant cet accident, les pilotes et les assistants de vol n'avaient pas été formés par le fabricant du système Wyssen. Ils n'avaient pas non plus reçu de solide formation concernant le déclenchement artificiel d'avalanches.

### 1.17.4 Manuel d'exploitation de l'entreprise Air Grischa Helikopter AG

Le manuel d'exploitation (FOM - *flight operations manual*) de l'entreprise Air Grischa Helikopter AG comprend un SOP (*standard operating procedure*) pour le transport des magasins d'explosifs:

La traduction française se trouve à la suite du présent texte original.

#### **SOP**

#### ***Handbuch zum Transport des Sprengmagazins***

##### **1. *Transport des Wyssen Magazins für Lawinen-Sprengmast***

*Die Dokumentation Wyssen Lawinen-Sprengmast der Firma Wyssen Seilbahnen AG, wird in der Beilage erläutert, sie ist integrierter Bestandteil des SOP.*

*Die Vorgehensweise für den Transport des Magazins per Helikopter wird durch die Air Grischa Helikopter AG gegenüber der Wyssen Dokumentation abgeändert und ergänzt diese, und ist in jedem Fall verbindlich.*

##### **2. *Transport des Magazins per Helikopter***

*Versetzen des Magazins auf den Mast:*

1. *Vor dem Transport des Magazins ist sicherzustellen, dass ein Antrag zum Transport des Magazins durch den Auftraggeber unterzeichnet wurde.*
2. *Zur Sicherheit ist zusätzlich ein Überwachungssensor im Magazin, der die Stromzufuhr erst einschaltet, sobald das Magazin korrekt auf dem Mast positioniert ist. Während einem Transport kann es also zu keiner ungewollten Auslösung kommen.*
- 2.1 *Als zusätzliche Sicherheit zu Pkt. 2.2 muss sich der Pilot unmittelbar vor dem Flug vom verantwortlichen Sprengmeister bestätigen lassen, dass die Kommandozentrale (Bedienungs-PC) während dem Transport ausgeschaltet ist.*
3. *Die Wind- und Wetterverhältnisse müssen für die Durchführung des Einsatzes berücksichtigt werden.  
Bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt ist mit dem verantwortlichen Sprengmeister des Auftraggebers sicherzustellen, dass der verwendete Sprengstoff während dem Transport keine Explosionsgefahr birgt.*
4. *Die maximale Transportgeschwindigkeit des Wyssen Magazins ist auf 100 km/h zu beschränken.*
- 4.1 *Das Gewicht des beladenen Magazinkastens, kann je nach Sprengstoff-Ladungsgrösse bis zu 700 kg betragen (Leergewicht ca. 600 kg).*
5. *Der Flugweg ist vom Piloten so zu wählen, dass beim Verlieren des Magazins oder beim Eintreten einer Notsituation, keine am Boden befindlichen Personen oder Einrichtungen zu Schaden kommen.*
- 5.1 *Es dürfen ausschliesslich Personen im Helikopter mitgeführt werden, welche direkt mit dem Transportauftrag eine Funktion haben.*
6. *Nach dem Absetzen des Magazins auf den Mast, und sobald sich der Magazinkasten in die richtige Position gedreht hat (talseitig), entlastet der Pilot das Gehänge und betätigt die el. Klinke zum Auslösen der Last.*
7. *Erst wenn sichergestellt ist, dass sich der Pilot aus dem Gefahrengebiet entfernt hat, darf die Kommandozentrale (Bedienungs-PC) eingeschaltet werden.*

### ***Rücktransport des Magazinkastens vom Mast***

1. *Damit während dem Rücktransport des Wyssen Magazins, keine Fehlmanipulationen ausgeführt werden können:  
muss sich der Pilot unmittelbar vor dem Flug vom verantwortlichen Sprengmeister bestätigen lassen, dass die Kommandozentrale (Bedienungs-PC) während dem Transport ausgeschaltet ist.*
2. *Ist ein Rücktransport eines leeren, vollen oder teilweise vollen Magazins geplant (z.B. durch eine Betriebsbehörde), hat sich der Sprengverantwortliche der Bergbahn (Auftraggeber) im Vorfeld zu vergewissern, dass sich beim Anheben und Rücktransport des Magazins keine Sprengladung entladen und zur Detonation gebracht werden kann!  
  
*Dies ist vor dem Transport vom Piloten durch den verantwortlichen Sprengmeister des Auftraggebers bestätigen zu lassen.  
  
Zur Sicherheit ist zusätzlich ein Überwachungssensor im Magazin, der die Stromzufuhr ausschaltet, sobald das Magazin vom Mast angehoben wird.**

3. *Der Rücktransport des Magazinkastens wird mittels Montageleine und der speziell dafür vorgesehenen Demontagekupplung vorbereitet.*
- 3.1 *Der Magazinkasten kann vom Piloten selbständig angehängt werden, indem er die Gabelung der Wyssen- Heliklinke über den Transportbügel am Magazinkasten bringt. Durch Absenken öffnet sich die Klinke und schliesst sich danach selbständig.*
- 3.2 *Der Pilot muss zum Abheben genau senkrecht über dem Magazin schweben und min. 1m steigen damit sich das Magazin vom Dorn löst.*

*Genehmigt durch das BAZL am 20.12.01*

### **Antrag zum Transport des Magazins**

*für den Wyssen Lawinen-Sprengmast*

*Die Bergbahn/Firma Bergbahn Samnaun AG (Auftraggeber)*

*beauftragt*

*die Air Grischa Helikopter AG, 7204 Untervaz (Beauftragte)*

*für die Saison 2003/2004*

*in Samnaun Skigebiet (ev. Koordinaten, nähere Bezeichnung)*

*mit dem Transport des Wyssen Magazins, gehörend zu einem Wyssen Lawinen-Sprengmast.*

*Der Lawinen-Sprengmast dient zur künstlichen Auslösung von Lawinen mittels ferngesteuerter Sprengung. Zur Auslösung einer Lawine, wird über Funk von der Kommandozentrale ein Befehl an die Steuerung des Magazinkastens zum Einleiten der Sprengung gegeben.*

*Der Auftraggeber ist dafür verantwortlich, dass vor dem Transport des Wyssen Magazins:*

1. *das gesamte Gebiet um den (die) Lawinen-Sprengmast(en), rechtzeitig und vollständig geräumt ist.*
2. *das die Systemsteuerung (PC) in der Kommandozentrale während dem Transport und Rücktransport ausgeschaltet ist.*
3. *der Anflugsektor zu den Sprengmasten frei von Personen sind.*
4. *die Betreiber die sicherheitsspezifischen Änderungen betr. des Transportes des Wyssen Magazins für Lawinen-Sprengmasten gemäss Air Grischa Helikopter FOM/SOP kennen, und sich danach richten.*

*Der Auftraggeber übernimmt die volle Haftung für Schäden Dritter, die sich aus der sach- und fachgerechten Ausführung durch die Air Grischa Helikopter ergeben.*

*Für den Auftraggeber*

*XXXXXXXXXXXXXX*

*Samnaun, 29.11.2003*

*Für die Air Grischa Helikopter AG*

*YYYYYYYYYYYYYY*

*Untervaz, den 02. Dez. 2003*

Traduction:

## SOP

### Manuel pour le transport du magasin d'explosif

#### 1. Transport du magasin Wyssen pour les mâts de déclenchement d'avalanches

La documentation sur le mât de déclenchement d'avalanche Wyssen de l'entreprise Wyssen Seilbahnen SA, explicitée dans l'annexe, fait partie intégrante du SOP.

La procédure de transport du magasin par hélicoptère décrite dans la documentation Wyssen sera modifiée par l'entreprise Air Grischa Helikopter AG et la complète. Elle est contraignante dans tous les cas.

#### 2. Transport du magasin par hélicoptère

Dépose du magasin sur le mât:

1. Avant de transporter le magasin, il faut s'assurer qu'une demande pour le transport du magasin a été signée par le commanditaire (mandant).
2. Par mesure de sécurité, le magasin est doté en plus d'un capteur de surveillance, qui n'active l'alimentation électrique que lorsque le magasin est correctement positionné sur le mât. Il ne peut donc se produire aucun déclenchement intempestif lors d'un transport.
  - 2.1 A titre de mesure de sécurité complémentaire au point 2.2, le pilote doit, juste avant le vol, obtenir du responsable du minage la confirmation que la centrale de commande (ordinateur de commande) est débranchée durant le transport.
3. Il y a lieu de tenir compte des conditions météorologiques et des conditions de vent avant de procéder à l'intervention.

En cas de températures inférieures au point de congélation, il faut s'assurer auprès du responsable du minage du commanditaire que l'explosif utilisé ne présente pas un risque d'explosion lors du transport.
4. Lors du transport du magasin Wyssen, la vitesse doit être limitée à 100 km/h.
  - 4.1 Le poids du magasin rempli peut, en fonction de la grandeur de la charge transportée, s'élever jusqu'à 700 kg (poids à vide environ 600 kg).
5. Le pilote doit choisir un itinéraire de vol assurant, en cas de perte du magasin ou de situation d'urgence, d'éviter des dégâts aux personnes ou installations au sol.
  - 5.1 Ne peuvent voyager dans l'hélicoptère que des personnes qui exercent une fonction en relation directe avec le mandat de transport.
6. Après avoir déposé le magasin sur le mât et dès que le magasin s'est correctement positionné (en direction de la vallée), le pilote détend le câble et actionne le crochet à commande électrique pour libérer la charge.
7. La centrale de commande (ordinateur de commande) ne peut être enclenchée que lorsque le pilote s'est suffisamment éloigné de la zone dangereuse.

### Retrait du magasin du mât

1. Afin d'éviter toute fausse manipulation lors du retrait du magasin Wyssen, le pilote doit, juste avant le vol, obtenir du responsable du minage la confirmation que la centrale de commande (ordinateur de commande) est débranchée durant le transport.
2. Dans le cas du retrait d'un magasin vide, à moitié vide ou plein (p. ex. planifié par une autorité d'exploitation), le responsable du minage de la société de téléphériques (mandant) doit s'assurer au préalable que le retrait et le transport du magasin n'entraînent pas la perte et la détonation des charges explosives!

Le pilote doit, avant le transport, en obtenir la confirmation du responsable du minage.

Par mesure de sécurité, le magasin est doté en plus d'un capteur de surveillance, qui interrompt l'alimentation électrique dès que le magasin est retiré du mât.

3. Le retrait du magasin sera préparé à l'aide du câble de montage et de l'accouplement de démontage spécialement prévu à cet effet.
  - 3.1 Le pilote peut crocher lui-même le magasin en amenant la fourche du crochet Wyssen pour hélicoptère au-dessus de l'étrier du magasin. En descendant, le crochet s'ouvre puis se referme de lui-même.
  - 3.2 Pour libérer le magasin du mât, le pilote doit voler à la verticale de ce dernier et monter d'un mètre au minimum pour que le magasin se libère.

Approuvé par l'OFAC le 20.12.01

### Mandat de transport de magasin

pour le mât de déclenchement d'avalanches Wyssen

La société Bergbahn/Firma Bergbahn Samnaun AG (mandant)

mandate

l'entreprise Air Grischa Helikopter AG, 7204 Untervaz (mandataire)

pour la saison 2003/2004

dans le domaine skiable de Samnaun (le cas échéant coordonnées, précisions)

le transport des magasins Wyssen faisant partie du système de mât de déclenchement d'avalanche Wyssen.

Ce mât sert à déclencher artificiellement des avalanches à l'aide de charges explosives commandées à distance. Un ordre est transmis par radio de la centrale de commande vers le magasin afin d'activer la détonation des charges explosives.

Avant de procéder au transport du magasin Wyssen, le mandant doit s'assurer que:

1. toute la zone entourant le(s) mât(s) de déclenchement d'avalanches est évacuée entièrement et à temps.
2. la centrale de commande (ordinateur de commande) est débranchée durant les transports.

3. le secteur d'approche des mâts soit évacué.
4. l'exploitant connaisse les modifications relevant de la sécurité concernant le transport des magasins Wyssen pour les mâts de déclenchement d'avalanche conformément au FOM/SOP d'Air Grischa Helikopter, et qu'il les considère.

Le mandant assume la pleine responsabilité des dommages subis par des tiers, et qui résulteraient d'une exécution conforme et correcte du mandat par Air Grischa Helikopter.

Pour le mandant

Xxxxxxxxxxxxxx

Samnaun, le 29.11.2003

Pour Air Grischa Helikopter AG

yyyyyyyyyyyyyy

Untervaz, le 2 déc. 2003

Fin de traduction.

## 1.18 Renseignements supplémentaires

### 1.18.1 Exploitation du système de déclenchement artificiel d'avalanches Wyssen

#### 1.18.1.1 Commanditaire

Le 29 novembre 2003, la société Bergbahnen Samnaun AG a mandaté contractuellement l'entreprise Air Grischa Helikopter AG pour le transport des magasins sur les mâts de déclenchement d'avalanches Wyssen dans le domaine skiable de Samnaun durant l'hiver 2003/2004.

#### 1.18.1.2 Autorisation d'exploitation

Le système de mâts Wyssen LS 12-5 a été autorisé le 10 octobre 2000 par l'Office fédéral de la police, sous réserve de quelques conditions, dont l'une avait la teneur suivante: „*Mittelfristig ist der Reisszünder durch ein geeigneteres Produkt zu ersetzen*“.

Traduction:

A moyen terme, le détonateur à friction devra être remplacé par un produit plus approprié.

Fin de traduction.

A ce propos, le constructeur a pris position comme suit:

*„Ich beauftragte die SSE, ... als Sprengstoff- und Zünderlieferant, für unsere Firma einen besseren Zünder zu suchen. Weiter hat der WFD uns erklärt, dass auch sie nach einem geeigneten Zünder gesucht und auch nichts gefunden haben. Am 21.10.2003 während eines Besuches des Chefs der Sektion Sprengstoff und Waffen der Bundespolizei, wurde die Problematik mit ihm besprochen und in gegenseitiger Absprache beschlossen, vorläufig weiterhin diesen Zünder zu empfehlen.“*

Traduction:

J'ai demandé à la Société Suisse des explosifs (SSE), ... en tant que fournisseur d'explosif et de détonateur, de chercher un meilleur détonateur pour notre entreprise. Par ailleurs, le WFD nous a expliqué qu'il avait aussi recherché un système plus approprié, mais qu'il n'avait rien trouvé. A l'occasion d'une visite du chef de la section *Sprengstoff und Waffen* (explosif et armes) de la police fédérale

rale, le 21 octobre 2003, le problème a été abordé. De concert, nous avons décidé de continuer de recommander provisoirement ce détonateur.

Fin de traduction.

Une autre condition stipulait que le constructeur du système de mâts LS 12-5 était chargé de la formation spécifique des équipes amenées à le manipuler.

Une copie de l'homologation a été adressée aux services suivants:

- Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie (OFFT)
- Service scientifique et de recherches de la Ville de Zurich (WFD)
- Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents (CNA)

En mars 1988, l'OFAC a édicté des instructions concernant les opérations de déclenchement d'avalanches à l'aide d'explosifs à partir d'un hélicoptère, afin de régler le largage ou la descente de charges explosives. Au point 7 *Anzünden der Zeitzündschnur* (Allumage de la mèche temporisée), ces instructions stipulent:

*„Für das Anzünden der Zeitzündschnüre dürfen nur Reiss- oder Schlagzünder verwendet werden. Zünder, die gegen eine ungewollte Zündauslösung nicht genügend gesichert werden können, sind nicht zu verwenden“.*

Traduction:

L'allumage de la mèche ne peut se faire qu'à l'aide de détonateur à frottement ou à percussion. Les détonateurs qui ne présentent pas une assurance suffisante contre un allumage intempestif ne peuvent pas être utilisés.

Fin de traduction.

En février 2001, l'OFFT a publié un document intitulé *Wegleitung Sprengwesen* (Guide pour le minage, voir annexe 9). Concernant la mise à feu de la mèche d'allumage de sûreté, l'art. 29, al. 1 indique:

*„Für das Anzünden der Sicherheitsanzündschnüre dürfen im Helikopter nur Reiss- oder Schlagzünder verwendet werden. Zünder, die gegen eine ungewollte Zündauslösung nicht genügend gesichert sind, sind nicht zu verwenden“.*

Traduction:

Pour l'allumage de la mèche sûreté dans un hélicoptère, seuls seront utilisés des détonateurs à friction ou à percussion. Les détonateurs qui ne présentent pas une assurance suffisante contre un allumage intempestif ne peuvent pas être utilisés.

Fin de traduction.

Le 20 décembre 2001, l'OFAC a approuvé dans le manuel d'exploitation (FOM) de l'entreprise Air Grischa Helikopter AG le SOP pour le transport du système Wyssen par hélicoptère (voir 1.17.2).

Le 27 août 2003, l'OFAC a octroyé à l'entreprise Air Grischa Helikopter AG une autorisation pour le transport, le largage et la dépose de charges explosives pour avalanches, ceci pour la période du 1<sup>er</sup> septembre 2003 au 31 août 2004.

### 1.18.1.3 Formation du personnel

Le constructeur du système de mâts Wyssen LS 12-5 avait formé quatre employés de la société Bergbahnen Samnaun AG en vue d'assembler les charges explosives et de remplir les magasins conformément aux instructions d'utilisation.

La participation au cours a été confirmée sous forme écrite pour chacun des participants.

Le 17 janvier 2004, un employé qui avait suivi une telle formation était présent lors de la préparation des charges et du remplissage des magasins. Le jour de l'accident, le responsable du service de secours et d'avalanche était le seul collaborateur sur place à avoir été formé par le constructeur.

#### 1.18.1.4 Notice d'utilisation

Le constructeur du système de mâts Wyssen LS 12-5 était responsable de la rédaction de la notice d'utilisation.

Dans cette dernière, le constructeur spécifie au chapitre *2.5 Anlagespezifische Gefahren, 2.5.2 Gefahrenbereich 2* (2.5 Dangers liés à l'installation, 2.5.2 Zone de danger 2):

***Bereich um Magazinkasten während der Vorbereitung und Nachladung von Sprengladungen***

*„In diesem Bereich besteht während der Handhabung (Nachladen oder Wartungsarbeiten), die Gefahr der unbeabsichtigten Auslösung einer Explosion. Deshalb dürfen diese Arbeiten nur durch ausgebildetes Personal gemäss Kapitel 2.4 durchgeführt werden.*

*Der Zutritt für Unbefugte ist verboten“.*

Traduction:

**Périmètre autour des magasins lors la préparation et le recharge des charges explosives**

Dans ce périmètre, il y a risque d'explosion intempestive lors du maniement des charges (recharge ou travaux de maintenance). C'est pourquoi ces travaux ne doivent être exécutés que par du personnel formé conformément au chapitre 2.4.

L'accès est interdit à toute personne non autorisée.

Fin de traduction.

De plus, dans la notice d'utilisation, le constructeur considère que les charges doivent être portées à la main vers le magasin.

#### 1.18.1.5 Transport des charges explosives

Lors de son audition, le constructeur a confirmé qu'il fallait porter les charges explosives à la main vers le magasin.

#### 1.18.1.6 Déroulement des journées des 17 et 18 janvier 2004

Concernant le déroulement des journées des 17 et 18 janvier 2004, un employé de la société Bergbahnen Samnaun AG a fait les déclarations suivantes:

*„Sämtliche Sprengladungen wurden durch uns in unserer Werkstatt auf dem Trieder Sattel fix-fertig vorbereitet. Erwähnen möchte ich, dass wir jeweils am selben Tag die Sprengladungen erstellt hatten. Am Samstag 17.01.2004, waren wir ca. 2 Stunden dabei die Sprengladungen vorzubereiten. Wir waren zu viert. In der Werkstatt in der wir die Sprengladungen erstellt haben, hatten wir einen Palett-Rolli bereit gestellt. Auf diesen haben wir eine gelbe Plastikkiste gelegt. Die Ladungen die wir fertig erstellt haben, stellten wir jeweils senkrecht in diesen Plas-*

*tikbehälter. Nachdem wir 12 Ladungen für einen Magazinkasten erstellt hatten, schoben wir den Rolli mit den Sprengladungen nach draussen zu den bereitstehenden Magazinkästen. Wir alle, das heisst: der betroffene Pisten- und Rettungschef, zwei andere Angestellte der Bergbahnen Samnaun und ich selber waren zusammen, als wir den Rolli nach draussen geschoben hatten.“*

Traduction:

Nous préparons nous-mêmes toutes les charges explosives dans notre atelier situé à Trider Sattel. J'aimerais mentionner qu'à chaque fois, nous avons apprêté les charges le même jour. Le samedi 17 janvier 2004, nous avons passé environ 2 heures à préparer ces charges, ceci à quatre personnes. Dans l'atelier où nous préparions ces charges, nous avons un transpalette<sup>5</sup>, sur lequel était posée une caisse en plastique jaune. Une fois les charges préparées, nous les placions verticalement dans cette caisse. Après avoir préparé 12 charges pour un magasin, nous avons poussé le transpalette à l'extérieur, vers les magasins à garnir. Nous étions tous présents, c'est-à-dire le chef des pistes et des secours<sup>6</sup>, deux autres employés de la société Bergbahnen Samnaun et moi-même, lorsque nous avons déplacé le transpalette à l'extérieur.

Fin de traduction.

Le trajet à parcourir avec le transpalette comprenait une grille de 10 m environ et un seuil de 8 cm environ, soumettant ainsi les charges explosives à des secousses.

Le même employé de la société Bergbahnen Samnaun AG décrit la suite des événements comme suit:

*„Als wir den Rolli nach draussen zu den Magazinkästen vor dem Kiosk geschoben hatten entnahmen wir Ladung für Ladung und luden diese in einen Magazinkasten. Plötzlich bemerkte mein Kollege, dass eine Ladung rauchte. Ich glaube, dass er diese Ladung noch nicht in den Magazinkasten eingeführt hatte, als er den Rauch an der Zündschnur bemerkte.*

*Der Kollege warf die brennende Ladung über das Gelände in den darunter liegenden Schnee. Einige Sekunden später explodierte die Ladung.*

*An den besagten Stellen war im Schnee ein grosses Loch zu sehen. Im Restaurant und im Kiosk waren noch Leute anwesend. Die Bahnen und die Lifte waren auch in Betrieb.*

*Sonntag 18.01.2004: „ Der verantwortliche Pisten- und Rettungschef, ein Angestellter der Samnaun Bergbahnen und ich waren wieder dabei, in unserer Werkstatt Sprengladungen vorzubereiten. Es lief wieder nach demselben Muster ab. .../ Dann sind wir mit dem Rolli mit insgesamt 24 Ladungen in zwei solchen Kisten nach draussen bis zum gelben Elektrokran, welcher am Ende des Gitterrostes montiert ist, gefahren. Wir haben den Rolli selbstverständlich gezogen und nicht gestossen. Beim Kran haben wir die beiden gelben Kisten mit jeweils 12 Ladungen auf ein Pistenfahrzeug geladen. Diese Umladung geschah ohne Kran von Hand. Für den Transport zum Ratrakmagazin benützten wir das Rettungs-Pistenfahrzeug. Die gelben Plastikkisten hatten wir hinten eingeladen und ich ha-*

---

<sup>5</sup> Remarque du BEAA: correspond à un chariot à main

<sup>6</sup> Remarque du BEAA: correspond au responsable du service de secours et d'avalanche

*be diese festgehalten. Auf dem Vorplatz der Ratrakgarage haben wir dann die bereit gestellten Magazinkästen geladen. Ich habe die einzelnen Ladungen aus den gelben Kisten herausgeholt und meinen beiden Kollegen übergeben. Diese beide haben dann die Ladungen in die beiden Magazine gefüllt. Wir benutzten einen Alu-Reisszünder.“*

Traduction:

Après avoir poussé le chariot à l'extérieur près des magasins devant le kiosque, nous avons retiré charge après charge et les avons placée dans un magasin. Soudain, un de mes collègues a constaté que de la fumée s'échappait d'une charge. Je crois qu'il ne l'avait pas encore mise dans le magasin, lorsqu'il a remarqué que la mèche d'allumage fumait.

Il a jeté alors cette charge par-dessus la balustrade dans la neige située en contrebas. Quelques secondes plus tard, la charge a explosé.

A cet endroit, on pouvait voir un gros trou dans la neige. Il y avait encore du monde au restaurant et dans le kiosque. Les remontées mécaniques étaient également en service.

Dimanche 18 janvier 2004: Le responsable des pistes et des secours, un employé de la société Samnaun Bergbahnen et moi-même étions occupés à l'atelier à préparer les charges, à nouveau selon le même principe. .../ Puis nous avons transporté deux caisses contenant 24 charges au total à l'aide du transpalette jusqu'à la grue électrique jaune montée au bout de la grille. Il va de soi que nous avons tiré et non poussé le transpalette. Près de la grue, nous avons chargé à la main les deux caisses jaunes contenant chacune 12 charges sur un véhicule de piste, sans recourir à la grue. Pour transporter le tout jusqu'à l'abri pour le ratrak, nous avons utilisé le véhicule de sauvetage. Les caisses jaunes étaient chargées à l'arrière et je les tenais solidement. Sur la terrasse devant l'abri pour les ratrak, nous avons alors rempli les magasins déjà disponibles. J'ai sorti les charges une à une des caisses jaunes et les ai tendues à mes deux collègues, qui les ont disposées dans les magasins. Nous utilisions un détonateur à friction en aluminium.

Fin de traduction.

#### 1.18.1.7 Irrégularités dans le maniement des explosifs

A plusieurs reprises, la police a constaté des déficiences dans le maniement des explosifs par les employés de la société Bergbahnen Samnaun AG. C'est pourquoi la demande de la direction de cette société concernant l'établissement d'un permis d'acquisition pour matières explosives a été rejetée par lettre le 12 mars 2003.

#### 1.18.2 Informations concernant le système d'allumage

##### 1.18.2.1 Durée de combustion

Le rapport d'expertise mentionne notamment:

*„Die Zeit zwischen der Betätigung des Reisszünders und der Detonation der Sprengladung ist gegeben durch:*

- *die Länge der Sicherheitsanzündschnur (alte Bezeichnung: Zeitzündschnur) und*
- *die Brenngeschwindigkeit der Sicherheitsanzündschnur*

*Gemäss Betriebsanleitung Wyssen Lawinen-Sprengmast LS12-5 vom August 2003 beträgt die Länge der Sicherheitsanzündschnur 20-30 cm,*

*Die Brenngeschwindigkeit der Sicherheitsanzündschnur beträgt 40 cm/min +/- 10%, also zwischen 36 und 44 cm/min.*

*Somit beträgt die Brennzeit:*

- *einer 20 cm langen Sicherheitsanzündschnur mit einer Brenngeschwindigkeit von 44 cm/min:  $20 / 44 \times 60 \text{ s} = 27.3 \text{ Sekunden}$*
- *einer 30 cm langen Sicherheitsanzündschnur mit einer Brenngeschwindigkeit von 36 cm/min:  $30 / 36 \times 60 \text{ s} = 50.0 \text{ Sekunden}$*

*Pyrotechnische Vorgänge - der Abbrand einer Sicherheitsanzündschnur ist ein pyrotechnischer Vorgang - laufen bei tiefen Umgebungstemperaturen tendenziell langsamer ab als bei hohen Temperaturen. Eine quantitative Angabe für diesen Einfluss ist für die Sicherheitsanzündschnur nicht spezifiziert, respektive durch die Toleranz von +/- 10% berücksichtigt. Angesichts des doch recht grossen Bereichs aller möglichen Brennzeiten dürfte dieser Einfluss aber vernachlässigbar sein."*

Traduction:

Le temps entre l'activation du détonateur à friction et la détonation est fonction:

- de la longueur de la mèche d'allumage de sûreté (ancienne dénomination: mèche d'allumage)

et

- de la vitesse de combustion de la mèche d'allumage de sûreté

Selon la notice d'utilisation du système de mâts Wyssen LS12-5 d'août 2003, la longueur de la mèche d'allumage de sûreté doit être de 20 à 30 cm.

La vitesse de combustion de la mèche est d'environ 40 cm/min +/- 10%, donc entre 36 et 44 cm/min.

Par conséquent, la durée de combustion se monte à:

- 27.3 secondes pour une mèche d'allumage de sûreté de 20 cm de long et avec une vitesse de combustion de 44 cm/min:  $20 / 44 \times 60 \text{ s} = 27.3 \text{ secondes}$
- 50 secondes pour une mèche d'allumage de sûreté de 30 cm de long et avec une vitesse de combustion de 36 cm/min:  $30 / 36 \times 60 \text{ s} = 50.0 \text{ secondes}$

Avec des températures environnantes basses, les procédés pyrotechniques - la combustion d'une mèche d'allumage de sûreté est un procédé pyrotechnique - ont tendance à être plus lents qu'avec des températures élevées. Rien n'est spécifié à ce propos pour la mèche d'allumage de sûreté, mais ceci est considéré dans la tolérance de +/- 10%. Cependant, au vu des différentes durées de combustion en jeu, ce facteur devrait être négligeable.

Fin de traduction.

#### 1.18.2.2 Informations fournies par le fabricant de détonateur à friction

Question:

*„Kann sich der Anzündsatz dieser Reisszünder ohne (fertigungsbedingte) oder – wenn der Reissdraht nur geringfügig um einige mm (1 – 3 mm) gezogen worden war – durch mechanische Einwirkungen wie Erschütterungen entzünden?“*

Traduction:

Est-ce que l'amorce du détonateur à friction peut prendre feu sans que le fil d'amorce n'ait été tiré (en raison de la fabrication) ou s'il ne l'a été que de quelques millimètres (1 – 3 mm), ceci en raison d'effets mécaniques tels des secousses ?

Fin de traduction.

Réponse:

*„Ja, das Anzündhütchen, Reib, muss bestimmungsgemäss durch Reibung leicht zur Auslösung gebracht werden. Wenn die Belastung gross genug ist (Schlag- und/oder Reibbelastung auf dem Anzündsatz), kann es auch bei einem korrekt montierten Anzünder zur Anzündung kommen. Bei nicht korrekt montiertem Anzünder (Reissdraht nur geringfügig um einige mm (1 – 3 mm) gezogen) ist die hierfür benötigte Energie wesentlich kleiner“.*

Traduction:

Oui, le détonateur doit être par définition légèrement frottée pour être activée. Lorsque l'effort est suffisamment grand (coup et/ou frottement sur l'amorce), l'allumage peut se produire même avec un détonateur correctement monté. Si le détonateur est monté de manière incorrecte (fil d'amorce légèrement tendu de quelques millimètres (1 – 3 mm)), l'énergie nécessaire est nettement plus petite.

Fin de traduction.

#### 1.18.2.3 Rapport d'expertise concernant le système d'allumage

Les conclusions du rapport d'expertise sont les suivantes:

*„Die zündbereiten Sprengladungen des Lawinensprengsystems in der Konfiguration vom 17. und 18. Januar 2004 sind nicht handhabungs- und transportsicher. Der Grund dafür liegt im verwendeten Reisszünder, welcher für den Einsatz als Teil eines mechanischen Zündauslösesystems nicht geeignet ist“.*

Traduction:

Les charges destinées au système de déclenchement d'avalanches préparées dans la configuration des 17 et 18 janvier 2004 ne présentent pas un degré de sécurité suffisant pour leur maniement et leur transport. En effet, le détonateur à friction utilisé n'est pas adapté pour une utilisation comme élément d'un système d'allumage mécanique.

Fin de traduction.

#### 1.18.3 Incident de 1992

Communication de la CNA dans le bulletin d'information "Schweizer Sprengstoffheft" du 16 avril 1993:

La traduction française se trouve à la suite du présent texte original.

*„Am 10. Februar 1993 erfolgte von der Suva – Abteilung Arbeitssicherheit, Sektion Bau, Luzern – ein Schreiben an die Trägerschaften für die Ausbildung von Sprengberechtigten über die nachstehenden Punkte:*

1. *Abdichten der Sprengkapseln gegen Feuchtigkeit.*

*Laut Art. 72, Abs. 3 der Sprengstoffverordnung ist die Verbindung von Kapsel und Zündschnur wo nötig gegen Eintritt von Wasser zu schützen. Während der Wintersaison 1991/92 wurden mehrmals – vornehmlich anlässlich von Lawinensprengungen resp. Lawinensprengkursen Zeitzündschnur-Abbrandversager festgestellt.*

*Wie sich nun im Anschluss an die Untersuchungen durch den Wissenschaftlichen Forschungsdienst (WFD) zeigte, bietet die angewandte Anwürgung der Kapsel von Hand oder maschinell der Kapsel gegen das Eindringen von Feuchtigkeit oder gar Wasser keinen Schutz.*

*Aus diesem Grund, und gestützt auf das erstellte Gutachten des WFD in dieser Angelegenheit, beschlossen Bundesanwaltschaft (BA), BIGA und Suva in gegenseitiger Absprache, dass das in Art. 72, Abs. 3 verlangte Abdichten der Kapsel gegen das Eindringen von Feuchtigkeit oder Wasser bei allen pyrotechnischen Zündungen nötig ist.*

## *2. Schutz der Reisszünder gegen Selbstentzündung.*

*Am 25. März 1992 ereignete sich während dem Verladen von Lawinensprengladungen in einen Helikopter eine Selbstentzündung eines „Reisszünders mit Aluhülse“.*

*Die Untersuchungen des WFD zeigten, dass am Abreissdraht des Reisszünders vor dem Abbrand der Zeitzündschnur eine kleine Zugbewegung stattgefunden hatte. Laut Aussagen des Herstellers, kann bei Vorliegen solcher loser Abreissdrähte eine Selbstentzündung durch Erschütterungen nicht ausgeschlossen werden.*

*Gestützt auf den Beschluss zwischen BA, BIGA und Suva und dem erstellten Gutachten des WFD ist:*

- die Verwendung von Reisszündern mit Aluhülse, ohne geeigneten Schutz der Abreissöse nicht zulässig;*
- Reisszünder mit Aluhülse müssen ab Verlassen der Herstellerfirma bis zur Verwendung auf dem Sprengplatz oder Abwurfstelle so gesichert sein, dass zu keiner Zeit eine ungewollte Zugbewegung auf die Abreissvorrichtung stattfinden kann;*
- die Verwendung von Klebeband zur Sicherung der Abreissvorrichtung wegen ungenügender Schutzwirkung nicht gestattet.*
- Vorrätige Reisszünder mit Aluhülse sind sofort mit der vorgeschriebenen Schutzvorrichtung (Kunststoffhütchen) nachzurüsten.*

## *3. Handhabung der Nonel-Zündvorrichtung.*

*In letzter Zeit ereigneten sich Unfälle mit Verbrennungen der Hände bei der Handhabung der Nonel-Zündvorrichtung.*

*Wie sich anlässlich der Überwachung von Sprengkursen durch unsere Sicherheitsingenieure zeigte, erfolgte die Instruktion zur Handhabung der Nonel-Zündvorrichtung so, dass die Zündleitung in mehreren Schlaufen um oder in die Faust zur Auslösung der Zündung mit der Nonel-Zündvorrichtung gewickelt wurde. Diese Instruktion spricht gegen die Anleitung zur Handhabung der Nonel-Zündvorrichtung.*

*Wir ersuchen Sie das Notwendige zu veranlassen, dass ab sofort die Instruktion nach der beiliegenden Anleitung zur Handhabung der „Nonel-Zündvorrichtung Typ Detonit AG erfolgt“.*

Traduction:

Le 10 février 1993, la CNA - division Sécurité au travail, secteur Construction, Lucerne - a adressé une lettre aux organes responsables de la formation des personnes autorisées à procéder à des minages concernant les points suivants:

1. Etanchéité des détonateurs contre l'humidité.

Selon l'art. 72, al. 3 de l'ordonnance sur les explosifs, l'assemblage du détonateur avec la mèche doit être protégé au besoin contre les infiltrations d'eau. Durant l'hiver 1991/92, on a constaté à plusieurs reprises des ratés de combustion de la mèche d'allumage, notamment à l'occasion de minages d'avalanches ou de cours s'y référant.

Suite aux enquêtes menées par le Service scientifique et de recherches de la ville de Zurich (WFD), il est apparu que le sertissage manuel ou mécanique du tube n'offrait aucune protection contre l'humidité, voire l'eau.

Pour cette raison et compte tenu du rapport d'expertise livré par le WFD à ce sujet, la Ministère public de la Confédération (MPC), l'OFIAMT et la CNA ont décrété d'un commun accord que tous les allumages pyrotechniques devaient être pourvus de l'isolation contre les infiltrations d'humidité ou d'eau exigée selon l'art. 72, al. 3.

2. Protection du détonateur à friction contre un allumage inopiné.

Le 25 mars 1992, un détonateur à friction avec douille en aluminium s'est allumé spontanément lors du chargement dans un hélicoptère de charges explosives pour le déclenchement artificiel d'avalanches.

Les analyses du WFD ont montré que le fil d'amorce du détonateur à friction avait été légèrement tendu avant que la mèche d'allumage ne prenne feu. Selon le fabricant, on ne peut exclure, sous l'effet de secousses, un allumage inopiné de détonateurs munis de tels fils d'amorce.

Vu la décision du MPC, de l'OFIAMT et de la CNA et compte tenu du rapport d'expertise livré par le WFD:

- le recours à des détonateurs à friction avec douille en aluminium et dont l'œillet d'amorce n'est pas protégé de manière adéquate est interdit;
- les détonateurs à friction avec douille en aluminium doivent être protégés de telle sorte qu'à aucun moment, entre le départ de l'usine et l'arrivée sur la place de tir ou de lancement, un mouvement de tension involontaire puisse s'exercer sur le dispositif d'amorce;
- le recours à une bande autocollante afin de protéger le dispositif d'amorce en cas de protection insuffisante est interdit.
- les détonateurs à friction avec douille en aluminium encore en stock doivent être immédiatement équipés des dispositifs de protection prescrits (capuchons en plastique).

3. Maniement du système d'amorce Nonel<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Remarque du BEAA: dans le cas présent, ce système d'amorce n'est pas déterminant. En revanche, celui-ci peut prendre de l'importance lors de la certification d'un système de minage.

Ces derniers temps, des accidents avec brûlures aux mains se sont produits lors du maniement du système d'amorce Nonel.

A l'occasion de contrôles effectués par nos ingénieurs de la sécurité lors de cours de minage, il est apparu que l'instruction au maniement du système Nonel recommandait d'enrouler le fil d'amorce plusieurs fois autour ou dans le poing pour déclencher l'allumage de l'installation. Cette instruction est contraire au mode d'emploi relatif au maniement du système d'amorce Nonel.

Nous vous prions donc de veiller à ce que dès à présent l'instruction s'effectue selon le mode d'emploi annexée relatif au maniement du système d'amorce Nonel de type Detonit AG.

Fin de traduction.

#### 1.18.4 Incident survenu à la Diavolezza

Le responsable des pistes et des secours de la société Diavolezza Bahn AG a signalé un incident survenu le 20 novembre 2003 à la Diavolezza avec le système de mât Wyssen:

*„Beim Ladevorgang muss man das Kartonrohr bis zum Anschlag über das beladene Ladungsrohr stossen. Danach muss man das Kartonrohr unten im Randbereich bostichen. Einer unserer Mitarbeiter hat vergessen, das Kartonrohr zu bostichen. Er wollte darauf das Kartonrohr mit dem Inhalt in den Sprengbehälter des Sprengmagazins einführen. Er hielt das Kartonrohr, dabei rutschte ihm unten die nicht gebostichte Ladung in den Sprengbehälter. Glücklicherweise wurden beide Reisszünder nur gestreckt und nicht gezündet. Es hätte eine Katastrophe gegeben. Der Sprengbehälter war praktisch voll geladen.“*

Traduction:

Lors de la préparation des charges, on doit pousser le tube en carton par dessus le tube d'explosif jusqu'à la butée. Puis il faut l'agrafer à sa base, sur son pourtour. Un de nos collaborateurs a omis cette étape et a voulu introduire le tube en carton et son contenu dans le conteneur du magasin. Il a tenu le tube, mais la charge lui a échappé et glissé dans le conteneur. Heureusement, les deux détonateurs à friction ont été uniquement tirés et non allumés. Ceci aurait conduit à une catastrophe. Le conteneur était pratiquement plein.

Fin de traduction.

#### 1.19 Techniques d'enquête utiles ou efficaces

Sans objet.

## 2 Analyse

### 2.1 Aspects techniques

Bien qu'un incident se soit déjà produit le 25 mars 1992 avec des charges explosives munies de détonateurs à friction, l'Office fédéral de la police a homologué le système Wyssen équipé de ce genre de détonateur. Suite à cet incident, cet office a formulé quelques réserves concernant l'homologation, après en avoir débattu avec l'Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie, le Service scientifique et de recherches de la Ville de Zurich et la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents. Une de ces réserves stipulait notamment qu'à moyen terme, le détonateur à friction devait être remplacé par un produit plus adapté.

De plus, le 22 décembre 2001, l'OFAC a autorisé le transport de ces charges explosives par hélicoptère.

Selon le FOM/SOP (voir 1.17.2) de l'entreprise Air Grischa Helikopter AG, en cas de températures inférieures au point de congélation, le pilote doit s'assurer auprès du responsable du minage que l'explosif utilisé ne présente pas un risque d'explosion durant le transport. Des explosifs utilisés pour déclencher artificiellement des avalanches durant l'hiver sont inévitablement soumis à de basses températures. Il est inapproprié de devoir décider en cours d'intervention du type d'explosif à utiliser. Cet aspect devrait donc être considéré lors de la certification ou pour l'autorisation de transport par hélicoptère, ceci en définissant l'explosif adéquat à utiliser, comme c'était le cas pour le système Wyssen.

Lors du transport par hélicoptère, on ne peut éviter de secouer la charge extérieure lorsqu'elle est soulevée ou déposée.

Dans le présent cas, les secousses dues au transport ont fait qu'une charge de traction a été exercée, via la mèche d'allumage de sûreté, sur le détonateur à friction, en raison de l'affaissement de la charge de plastic (Alpinit) dans le tube en carton. Etant donné cependant que le détonateur n'était pas protégé contre les déplacements axiaux, il a été tiré vers le bas. Cela a exercé une charge de traction sur l'oeillet d'amorce, bloqué par le crochet du câble de transport, entraînant ainsi un déclenchement inopiné.

Ce contexte et les risques en résultant, dont on n'avait pas d'emblée conscience, semblent ne pas avoir été pris en considération au moment de la conception, de la certification et de l'utilisation du système

Il n'y a manifestement pas eu examen des risques encourus par l'équipage en cas de panne de la turbine nécessitant une autorotation lors du transport des magasins.

L'enquête a montré que l'hélicoptère Ecureuil HB-ZDE ne présentait aucun défaut qui aurait pu influencer sur le déroulement de l'accident.

## 2.2 Aspects opérationnels

Les instructions de l'OFAC concernant les opérations de tirs d'avalanches mentionnent entre autres qu'un vol de reconnaissance, auquel participera le responsable du minage, sera effectué avant chaque intervention. Cette clause n'est pas reprise dans le SOP du manuel d'exploitation de l'entreprise de transport aérien qui a aussi été approuvé par l'OFAC. Un tel vol de reconnaissance est prescrit afin de s'assurer que personne ne se trouve dans la zone dangereuse.

Dans la demande „*Antrag zum Transport des Magazins*“, adressée par la société Bergbahnen Samnaun AG à l'entreprise Air Grischa Helikopter AG, les responsabilités en matière de sécurisation et de fermeture du périmètre entourant les mâts incombent au mandant.

Dans le présent cas, le pilote a observé des skieurs dans la zone dangereuse alors qu'il volait en direction du mât No. 5 ainsi qu'immédiatement après l'explosion. Par leur présence, ces skieurs ont compliqué la procédure d'atterrissage d'urgence et ont été soumis à un risque considérable du fait de l'explosion de la charge. Juste après l'accident, on ne savait pas précisément si toutes les charges avaient explosé, ce qui représentait alors un risque supplémentaire pour les personnes présentes.

La notice d'utilisation du constructeur du système de mâts Wyssen LS 12-5 prescrit notamment que les charges préparées doivent être transportées manuellement vers les magasins. Selon un employé de la société Bergbahnen Samnaun AG, les charges préparées ont été amenées à l'aide d'un chariot à main vers les magasins (voir 1.18.1.6). Les charges explosives ont été ainsi soumises à de plus fortes trépidations et le danger d'explosion s'en est ainsi accru.

Les autorités cantonales des Grisons avaient écrit à la direction de la société Bergbahnen Samnaun AG, la rendant attentive aux insuffisances non négligeables lors du maniement de l'explosif et exigeant des mesures correspondantes.

La veille de l'accident, les collaborateurs responsables de la société Bergbahnen Samnaun AG ont procédé au remplissage des magasins avec 60 kg d'explosif et ceci à proximité d'un restaurant. Le choix d'un tel endroit pour procéder à ce remplissage était déjà en soi inapproprié. C'est alors qu'une des charges a explosé de manière inopinée, représentant un danger potentiel considérable.

L'assistant de vol qui a assisté ce jour-là à l'explosion, a de plus remarqué que les collaborateurs de la société Bergbahnen Samnaun AG prenaient l'incident avec humour. Le lendemain, lors du survol entre Samedan et Samnaun, il en a informé le pilote impliqué dans le vol de l'accident. Celui-ci n'a probablement pas compris cette information ou du moins pas réalisé le danger qu'il courait.

En raison de la neige soufflée par le rotor, le pilote ne disposait plus d'assez de références visuelles (*white out*) pour déposer le magasin sur le mât no. 5. Le pilote a déclaré que le magasin a alors légèrement touché le mât sans cependant le heurter. D'entente avec le responsable du service de secours et d'avalanche, il a poursuivi en direction du mât no. 6, où les conditions de visibilité étaient meilleures.

Quelque 30 à 40 secondes après avoir quitté le mât no. 5, alors que l'hélicoptère se trouvait à une hauteur d'environ 50 m, le magasin transporté a explosé. Ce temps correspond à la durée de combustion moyenne de la mèche d'allumage de sûreté. Le détonateur à friction a très probablement été activé lorsque le magasin a touché le mât no. 5. Plusieurs incidents ont montré qu'en certaines circonstances, même de faibles secousses peuvent entraîner le déclenchement inopiné du détonateur à friction.

En résumé, hormis les difficultés inhérentes au type de détonateur utilisé, l'enquête a relevé que des problèmes relatifs à la formation, aux compétences, au soin dans le travail et à l'évaluation d'activités critiques en matière de sécurité existaient chez l'exploitant des remontées mécaniques.

### 3 Conclusions

#### 3.1 Faits établis

- Le pilote était titulaire d'une licence de pilote professionnel d'hélicoptère CPL(H), établie par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC), valable jusqu'au 23 juin 2004.
- Aucun élément n'indique que le pilote ait été atteint dans sa santé au moment de l'accident. L'éthylotest était négatif.
- Le pilote portait un casque de travail et était attaché par une ceinture de sécurité à 4 points d'attache. Celle-ci a résisté aux forces subies lors de l'accident.
- L'enquête n'a pas mis en évidence de défaillances techniques susceptibles d'avoir causé l'accident. La masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites.
- L'hélicoptère était équipé d'un émetteur de secours (ELT) de type ACK E-01 qui ne s'est pas activé, ceci probablement parce que l'atterrissage d'urgence a réussi.
- La veille de l'accident, une charge explosive a explosé inopinément au sol.
- Dans les Instructions de l'OFAC du 1er mars 1988 concernant les opérations de tirs d'avalanches à l'aide d'un hélicoptère, le chapitre 2 relatif à la préparation du vol mentionne notamment: *„Bei jedem Einsatz ist vor dem ersten Abwurf oder Absenken in Begleitung des Sprengberechtigten eine Erkundungsrunde zu fliegen, damit Personen, die sich allenfalls in gefährdeten Bereichen aufhalten, erkannt werden können.“*

Traduction:

Un vol de reconnaissance, auquel participera le responsable du minage, sera effectué avant chaque premier largage ou première dépose afin d'identifier toute personne se trouvant dans la zone dangereuse.

Fin de traduction.

- Le *flight operations manual* (FOM) de l'entreprise Air Grisca Helikopter AG comprend un *standard operating procedure* (SOP) pour le transport des magasins Wyssen, qui ne prévoit pas de vol de reconnaissance.
- Le jour de l'accident, aucun vol de reconnaissance n'a été effectué avant l'intervention.
- Au cours de l'intervention, des skieurs se tenaient dans la zone dangereuse.
- Au moment de l'accident, un vent de 5 à 7 noeuds soufflait du nord-est, voire est, avec des pointes d'environ 13 noeuds.
- A proximité du mât no. 5, de la neige fraîche s'est mise à tournoyer en raison du souffle du rotor (*downwash*). Il s'en est suivi une visibilité réduite (*white out*), si bien que le pilote n'a pas pu déposer le magasin. Il a poursuivi son vol vers le mât no. 6.
  - Le magasin que le pilote tentait de déposer a touché à plusieurs reprises le mât no. 5.
- Après avoir quitté le mât no. 5, l'hélicoptère a volé 30 à 40 secondes avant que le magasin n'explose.

- La durée de combustion d'une mèche d'allumage de sûreté telle que celle utilisée avec ce magasin est de 30 à 50 secondes.
- L'explosion du magasin est intervenue alors que l'hélicoptère se trouvait à une hauteur d'environ 50 m. L'hélicoptère n'était que très difficilement gouvernable et a pu atterrir en urgence sur une place adéquate située à quelques 140 m en dessous et éloignée d'environ 500 m du lieu de l'explosion.
- Le jour de l'accident, aucun détenteur d'un permis de minage n'était présent.
- Le responsable du service de secours et d'avalanche s'était vu retirer son permis de minage le 3 juin 2003.
- Le responsable du service de secours et d'avalanche avait été formé au remplissage des magasins du constructeur Wyssen.
- Les deux employés de la société Bergbahnen Samnaun AG, occupés le jour de l'accident à remplir les magasins, n'avaient pas été formés par le constructeur Wyssen.
- Le maniement des charges explosives par les employés de la société Bergbahnen Samnaun AG ne correspondait pas entièrement aux instructions du constructeur.  
C'est ainsi qu'au mépris des instructions d'utilisation, les deux perforations situées sur le haut du tube ont été élargies généralement à l'aide d'une perceuse et d'un foret afin de pouvoir insérer le détonateur à friction
- La condition posée par l'Office fédéral de la police, à savoir remplacer le détonateur à friction par un produit plus adéquat n'avait pas été remplie au moment de l'accident.
- Les détonateurs ont été examinés dans le détail et le rapport des experts à ce propos mentionne les points suivants: „*Hingegen kann, bedingt durch das elastische "Setzen" oder "Zusammenfallen" des plastischen Sprengstoffes im eingebauten Zustand via Sicherheitsanzündschnur eine Zugbelastung auf den Reisszünder ausgeübt werden. Dies ist deshalb möglich, weil der Reisszünder im Ladungsrohr aus PVC nicht gegen axiale Verschiebung gesichert eingebaut ist und die Abreissöse durch den eingehängten Federdrahthaken im eingebauten Zustand blockiert werden und nicht "nachrutschen" kann. Somit sind sowohl ein "Vorstrecken" des Reisszünders (teilweises Herausziehen der Abreissöse) oder, wenn die Belastung schlagartig erfolgt und gross genug ist, eine Funktionsauslösung denkbar.*"

Traduction:

- *"En revanche, il se peut qu'une charge de traction ait été exercée sur le détonateur à friction via la mèche d'allumage de sûreté, suite au "tassement" ou "affaissement" élastique de la charge de plastic, une fois le dispositif monté. Cela est possible du fait que le détonateur à friction est monté dans le tube en PVC sans être protégé contre les déplacements axiaux tandis que l'oeillet d'amorce est bloqué, lorsqu'il est monté, par le crochet du câble de transport et ne peut pas se "libérer de lui-même". De la sorte, il est envisageable que le détonateur à friction ait été tiré préalablement (oeillet d'amorce partiellement tiré) ou que le système se soit déclenché si la contrainte a été brusque et suffisamment forte."*

Fin de traduction.

### 3.2 Cause

L'accident est dû au fait qu'en raison des secousses inhérentes au transport, le détonateur à friction non fixé a déclenché de manière inopinée le système. Il s'en est suivi l'explosion du magasin suspendu à l'hélicoptère. L'explosion a endommagé l'hélicoptère de telle sorte qu'un atterrissage d'urgence a dû être effectué.

## **4 4 Recommandations de sécurité et mesures prises pour améliorer la sécurité aérienne**

### **4.1 Autorisation et surveillance en matière de déclenchement artificiel d'avalanches**

#### 4.1.1 Déficit de sécurité

Le pilote reçoit pour mandat de transporter des magasins d'explosifs et de les placer sur des mâts permettant de déclencher artificiellement des avalanches. Le 18 janvier 2004, l'hélicoptère HB-ZDE de type AS350B3 (Ecureuil) décolle à 07:49 LT de Samedan pour l'Alp Trida, dans le domaine skiable situé au-dessus de Samnaun. Il fait beau.

Sur le lieu de prise en charge, l'assistant de vol accroche le magasin rempli d'explosif que le pilote transporte vers le mât correspondant. Lors de la rotation de l'accident, le pilote n'arrive pas à placer le magasin sur le mât prévu initialement et se dirige vers un autre mât. C'est alors que le magasin explose, endommageant sérieusement l'hélicoptère. Le pilote effectue un atterrissage d'urgence et s'en sort avec de légères égratignures.

L'enquête a notamment mis en évidence les lacunes suivantes:

- Les employés de la société Bergbahnen Samnaun AG occupés le jour de l'accident à préparer les charges ne disposaient ni de la formation nécessaire, ni de permis correspondants.
- Les charges explosives n'ont pas été manipulées conformément aux instructions du constructeur du système de mâts.
- A certaines occasions, le remplissage des magasins s'effectuait sur la terrasse d'un restaurant ouvert au public. Dans un cas au moins, une charge a explosé inopinément.
- Durant le transport des magasins et de leur dépose sur les mâts, des skieurs se tenaient dans la zone dangereuse.

#### 4.1.2 Recommandation de sécurité no. 366

L'Office fédéral de l'aviation civile devrait examiner dans quelle mesure tous les processus en relation avec le déclenchement artificiel d'avalanches où des avions sont susceptibles d'être utilisés pourraient être autorisés et surveillés par une autorité. Cette tâche pourrait incomber par exemple aux polices cantonales respectives.

### **4.2 Prise en compte des problèmes techniques et de la situation d'urgence de l'hélicoptère**

#### 4.2.1 Déficit de sécurité

Le pilote reçoit pour mandat de transporter des magasins d'explosifs et de les placer sur des mâts permettant de déclencher artificiellement des avalanches. Le 18 janvier 2004, l'hélicoptère HB-ZDE de type AS350B3 (Ecureuil) décolle à 07:49 LT de Samedan pour l'Alp Trida, dans le domaine skiable situé au-dessus de Samnaun. Il fait beau.

Sur le lieu de prise en charge, l'assistant de vol accroche le magasin rempli d'explosifs que le pilote transporte vers le mât correspondant. Lors de la rotation de l'accident, le pilote n'arrive pas à placer le magasin sur le mât prévu initiale-

ment et se dirige vers un autre mât. C'est alors que le magasin explose, endommageant sérieusement l'hélicoptère. Le pilote effectue un atterrissage d'urgence et s'en sort avec de légères égratignures.

Lors de transport aérien de charges explosives équipées de détonateurs dont le déclenchement se fait grâce à une énergie cinétique, il peut arriver que, en raison de problèmes techniques et de situations d'urgence pour l'aéronef, la charge soit soumise à de fortes accélérations.

#### 4.2.2 Recommandation de sécurité no. 367

L'Office fédéral de l'aviation civile devrait ordonner que, lors de transports de charges explosives au moyen d'aéronefs, la sécurité des systèmes de minage transportés et les procédures correspondantes tiennent compte des problèmes techniques et des situations d'urgence liés à l'aéronef.

### 4.3 Formation des pilotes et des assistants de vol en matière de transport aérien de charges explosives

#### 4.3.1 Déficit de sécurité

Le pilote reçoit pour mandat de transporter des magasins d'explosifs et de les placer sur des mâts permettant de déclencher artificiellement des avalanches. Le 18 janvier 2004, l'hélicoptère HB-ZDE de type AS350B3 (Ecureuil) décolle à 07:49 LT de Samedan pour l'Alp Trida, dans le domaine skiable situé au-dessus de Samnaun. Il fait beau.

Sur le lieu de prise en charge, l'assistant de vol accroche le magasin rempli d'explosif que le pilote transporte vers le mât correspondant. Lors de la rotation de l'accident, le pilote n'arrive pas à placer le magasin sur le mât prévu initialement et se dirige vers un autre mât. C'est alors que le magasin explose, endommageant sérieusement l'hélicoptère. Le pilote effectue un atterrissage d'urgence et s'en sort avec de légères égratignures.

L'enquête a montré que les pilotes et les assistants de vol concernés ne connaissaient pas les risques liés au système de minage transporté.

#### 4.3.2 Recommandation de sécurité no. 368

L'Office fédéral de l'aviation civile devrait s'assurer que les pilotes et les assistants de vol qui doivent transporter des munitions, soient suffisamment formés sur les particularités et les risques liés au système de minage correspondant. Ceci devrait permettre aux commandants de bord de pouvoir juger les risques encourus lors du transport.

#### 4.4 Mesures prises depuis l'accident en vue d'améliorer la sécurité de vol

Le 19 janvier 2004, soit le lendemain de l'accident, l'OFAC a interdit jusqu'à nouvel avis le transport par hélicoptère de magasins pour le système Wyssen LS12-5.

Le 31 mars 2004, l'OFAC a levé cette interdiction, assortissant son autorisation des conditions suivantes:

- a) *"Die Routen, auf denen Magazine zum Wyssen Lawinensprengsystem befördert werden, sind so zu wählen, dass vom Lastaufnahmeplatz bis zum Sprengmast jederzeit in alle Richtungen eine Distanz von mindestens 1 km zu nicht unmittelbar für die Operation notwendigen Personen eingehalten wird.*
- b) *Der Sicherheitskorridor gemäss Buchstabe a) ist angemessen auszudehnen, wo damit gerechnet werden muss, dass ein Magazin nach einem Verlust oder einem Notausklinken durch topografische Begebenheiten weiter rutschen/rollen könnte.*
- c) *Die Auflagen gemäss Buchstaben a) und b) gelten nicht für Transportflüge mit leeren Magazinen ohne Sprengstoff und Zündmittel.*
- d) *Dem Bundesamt ist bis zum 31. Dezember 2004 eine Liste mit allen von der Adressatin angeflogenen Wyssen-Sprengmasten unter Angabe ihrer Lagekoordinaten einzureichen.*
- e) *Dem Bundesamt sind bis zum 31. Dezember 2004 pro angeflogenem Mast mittels massstabgetreuen Karten dokumentierte Flugrouten einzureichen, die den Kriterien gemäss Buchstaben a) und b) dieser Verfügung entsprechen.*
- f) *Bis zum 31. Dezember 2004 sind diejenigen Masten zu bezeichnen, welche unter Einhaltung der Kriterien gemäss Buchstaben a) und b) dieser Verfügung nicht mehr angeflogen werden können."*

Traduction:

- a) Les itinéraires de vol empruntés pour le transport de magasins jusqu'au système de déclenchement artificiel d'avalanches Wyssen doivent être définis de manière à ce qu'en tout temps et dans toutes les directions, de la place de chargement jusqu'au mât de déclenchement d'avalanches, une distance d'au moins 1 km jusqu'aux personnes non directement impliquées dans l'opération puisse être respectée.
- b) Le couloir de sécurité défini au paragraphe a) doit être étendu aux endroits où un magasin perdu ou largué en urgence peut, suivant la configuration du terrain, glisser ou rouler.
- c) Les conditions fixées aux paragraphes a) et b) ne s'appliquent pas au transport aérien de magasins vides dépourvus d'explosif et de détonateurs.
- d) Il y a lieu de faire parvenir à l'office fédéral d'ici au 31 décembre 2004 une liste de tous les mâts de déclenchement d'avalanches Wyssen desservis par la destinataire en mentionnant leurs coordonnées planimétriques.
- e) Il y a lieu de transmettre à l'office fédéral d'ici au 31 décembre 2004 et pour chaque mât desservi, les itinéraires de vol reportés sur des cartes à l'échelle et dont le tracé respecte les critères mentionnés aux paragraphes a) et b) de la présente décision.

- f) Il y a lieu de désigner d'ici au 31 décembre 2004 les mâts qui ne peuvent plus être desservis par les airs compte tenu de l'obligation de respecter les critères mentionnés aux paragraphes a) et b) de la présente décision.

Fin de traduction.

Cette décision a notamment été prise en considérant que le détonateur à percussion 83, qui a remplacé le détonateur à friction, ne présente, en l'état actuel des connaissances, aucune des caractéristiques du détonateur à friction, que ce soit dans sa conception ou au niveau de ses conditions d'utilisation dans le système Wyssen qui pouvaient provoquer un déclenchement inopiné du détonateur à friction.

Berne, le 6 août 2007

**Commission fédérale sur  
les accidents d'aviation**

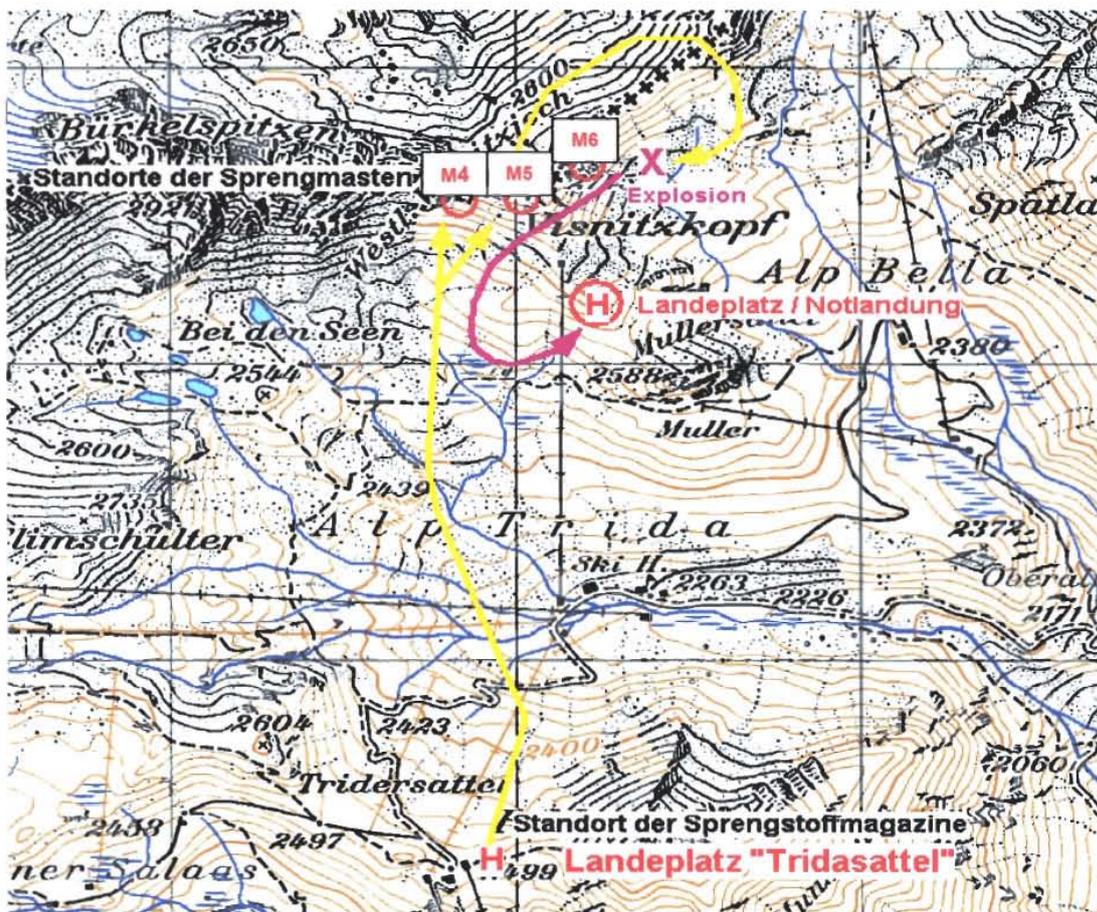
André Piller, président

Tiziano Ponti, vice-président

Ines Villalaz-Frick, membre

## Atterrissage d'urgence après explosion du magasin d'explosifs Wyssen

Date: Dimanche, 18 janvier 2004  
 Heure: env. 09 h 35 heure locale  
 Hélicoptère: Eurocopter, AS 350 B3 (HB-ZDE)



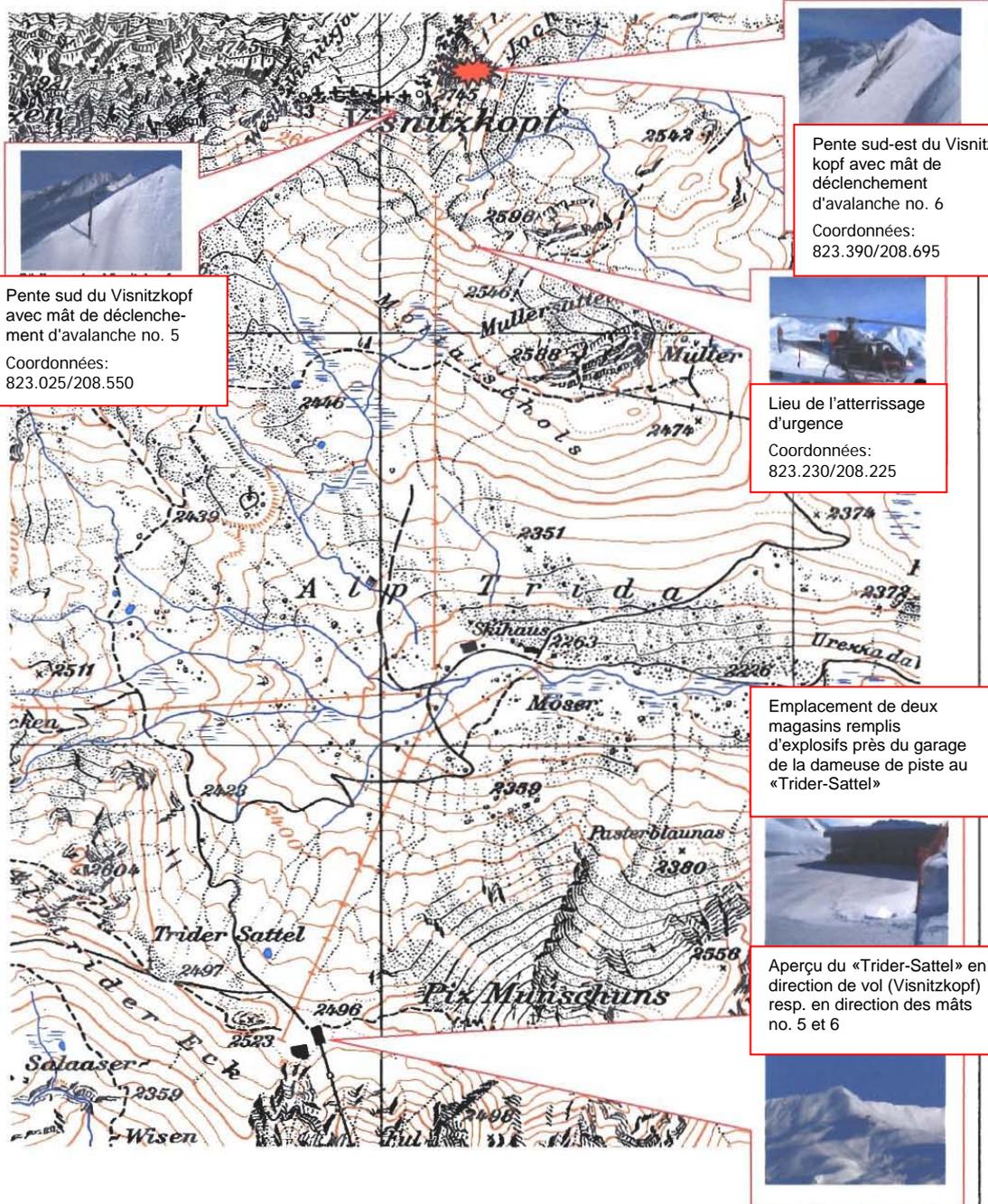
### Légende:

- Itinéraire d'approche vers les mâts de déclenchement d'avalanche 4, 5 et 6
- Itinéraire de vol après l'explosion du magasin d'explosifs
- X Lieu de la détonation (env. coordonnée 823390 / 208 695) à env. 2760 m/M
- M 4 Désignation des mâts de déclenchement d'avalanche 4, 5 et 6

### Lieux d'atterrissages / Désignations

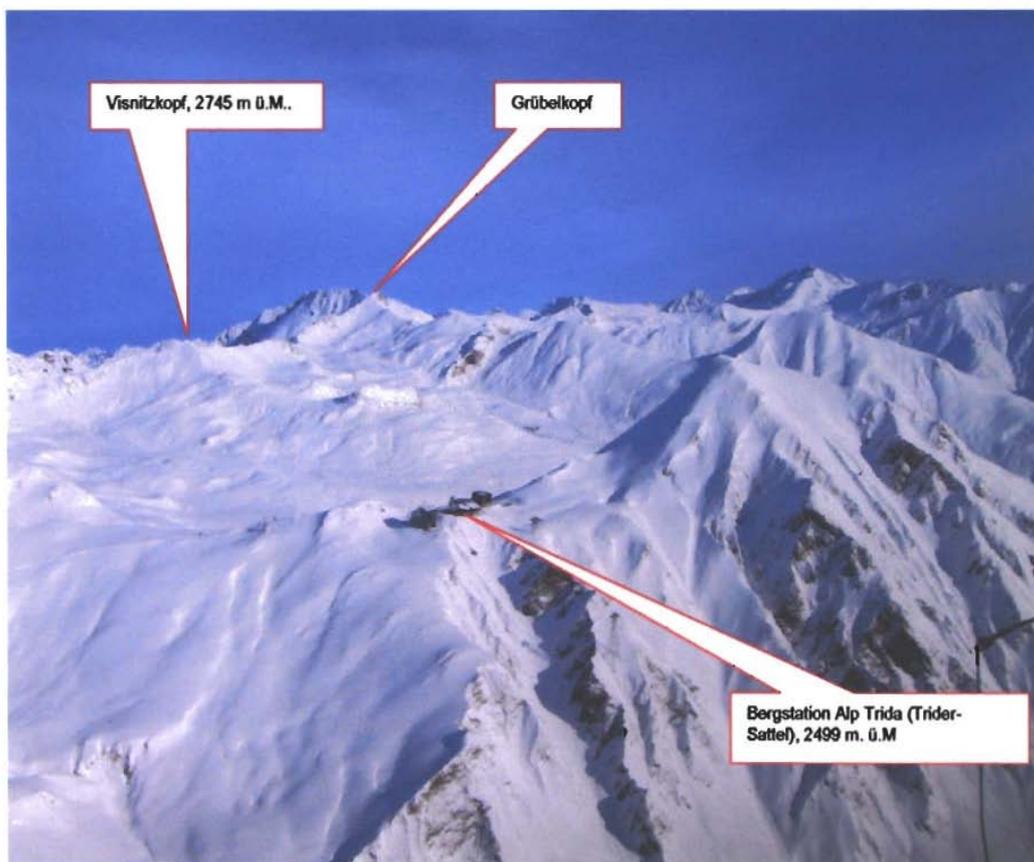
Tridasattel: Lieu d'atterrissage et lieu de prise en charge des magasins d'explosifs  
 Coordonnées 822900 / 206335 (altitude 2480 m/M)

Atterrissage d'urgence: Piste de ski à une altitude d'env. 2620 m/M (Coord. 823230 / 208225)



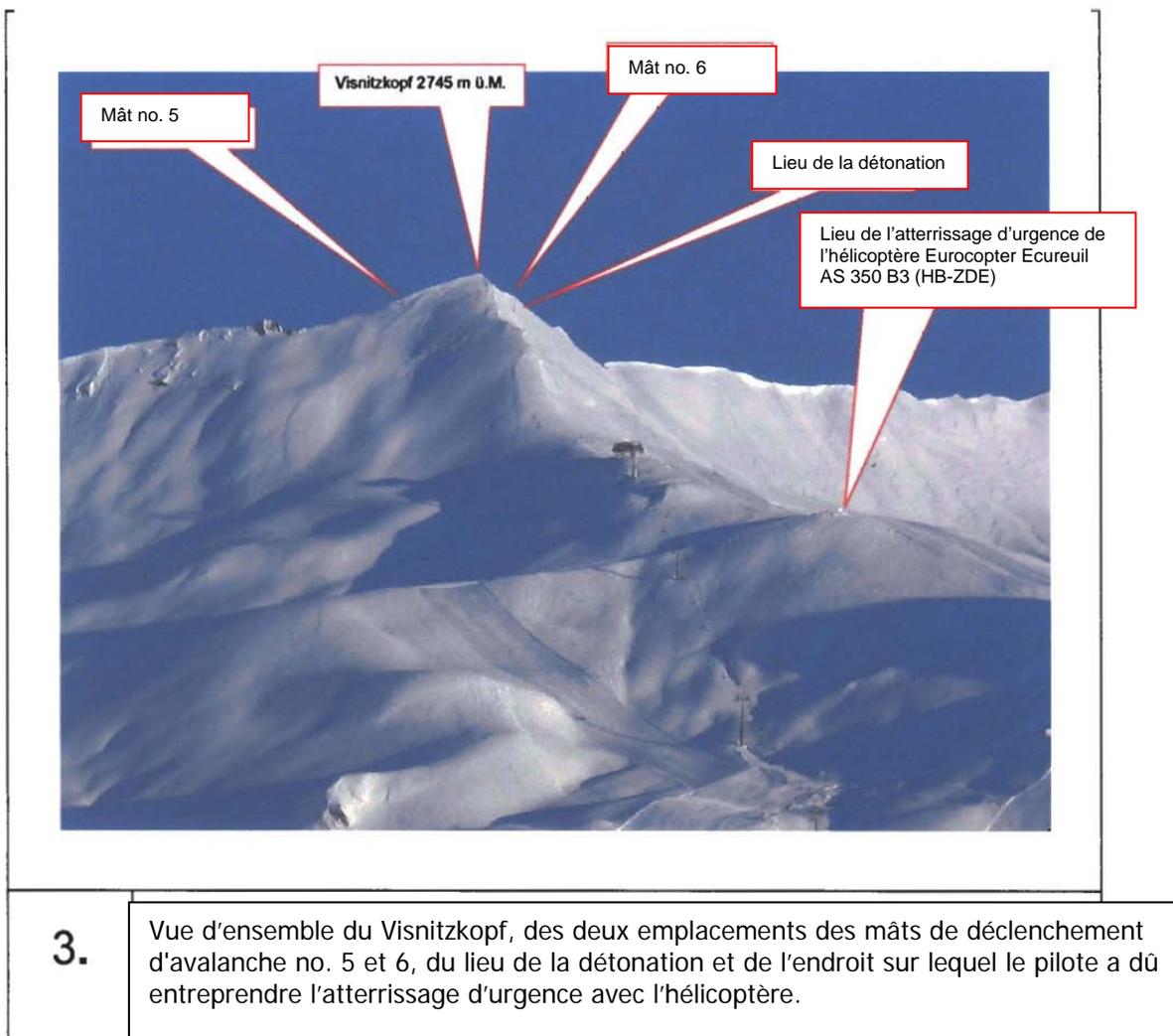
1.

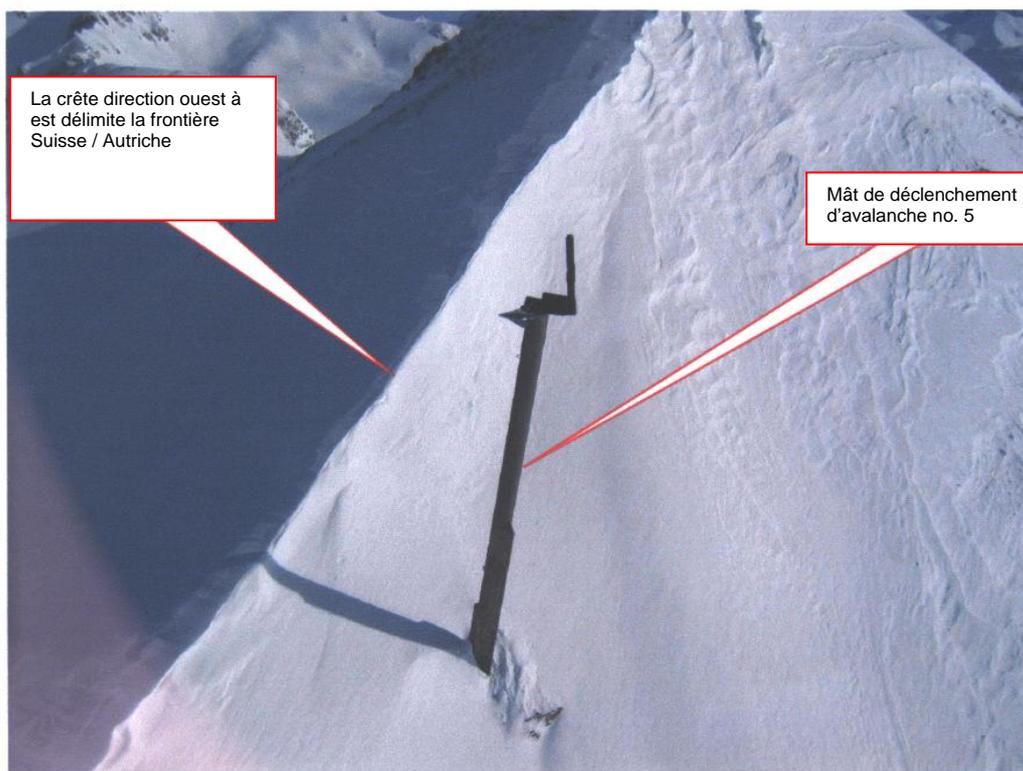
Extrait de la carte nationale de la Suisse 1:25 000, feuille no. 1159, Ischgl, avec aperçu des différents événements et emplacements.



2.

Vue d'ensemble / Vue aérienne du «Trider-Sattel» jusqu'au Visnitzkopf



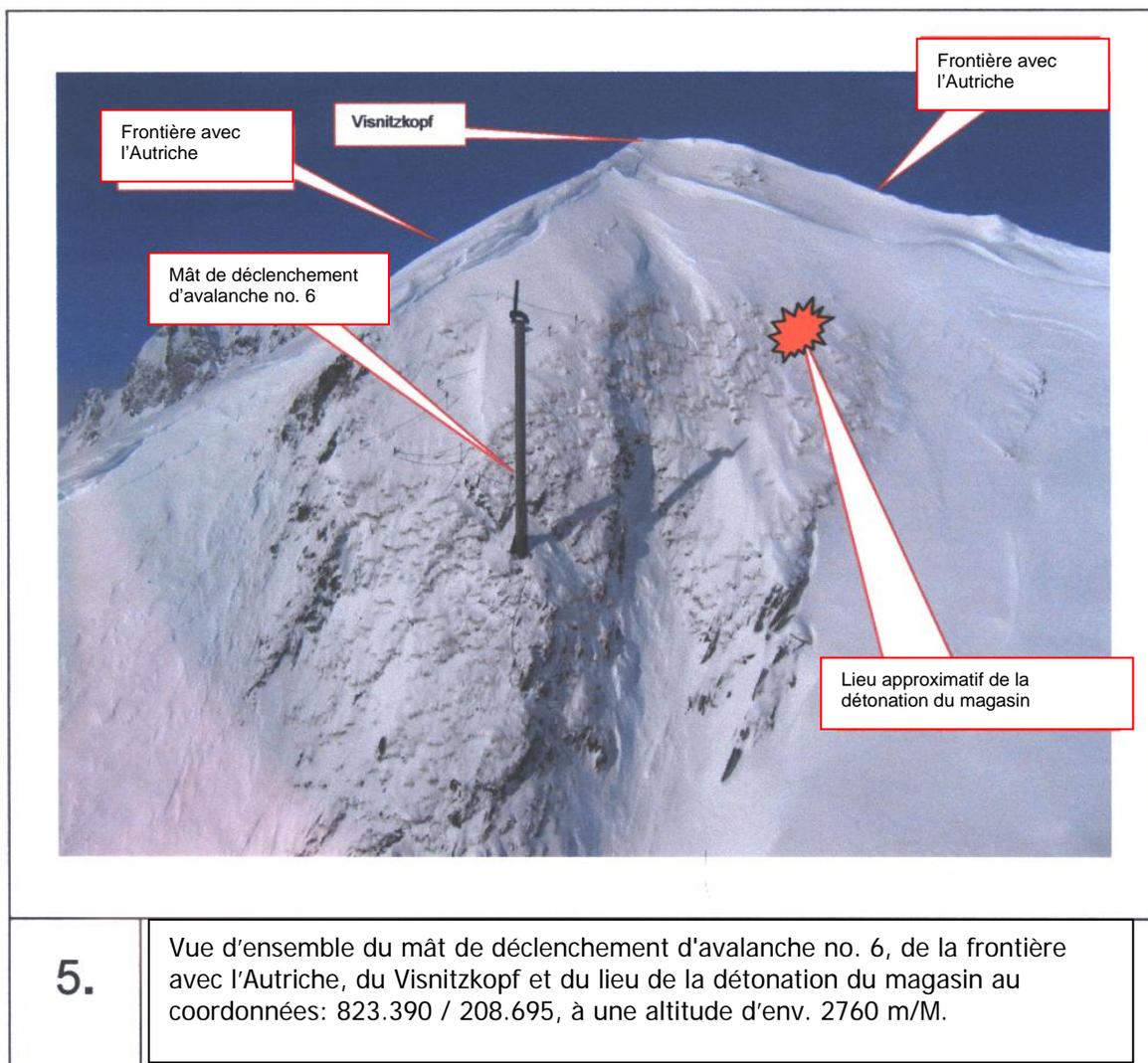


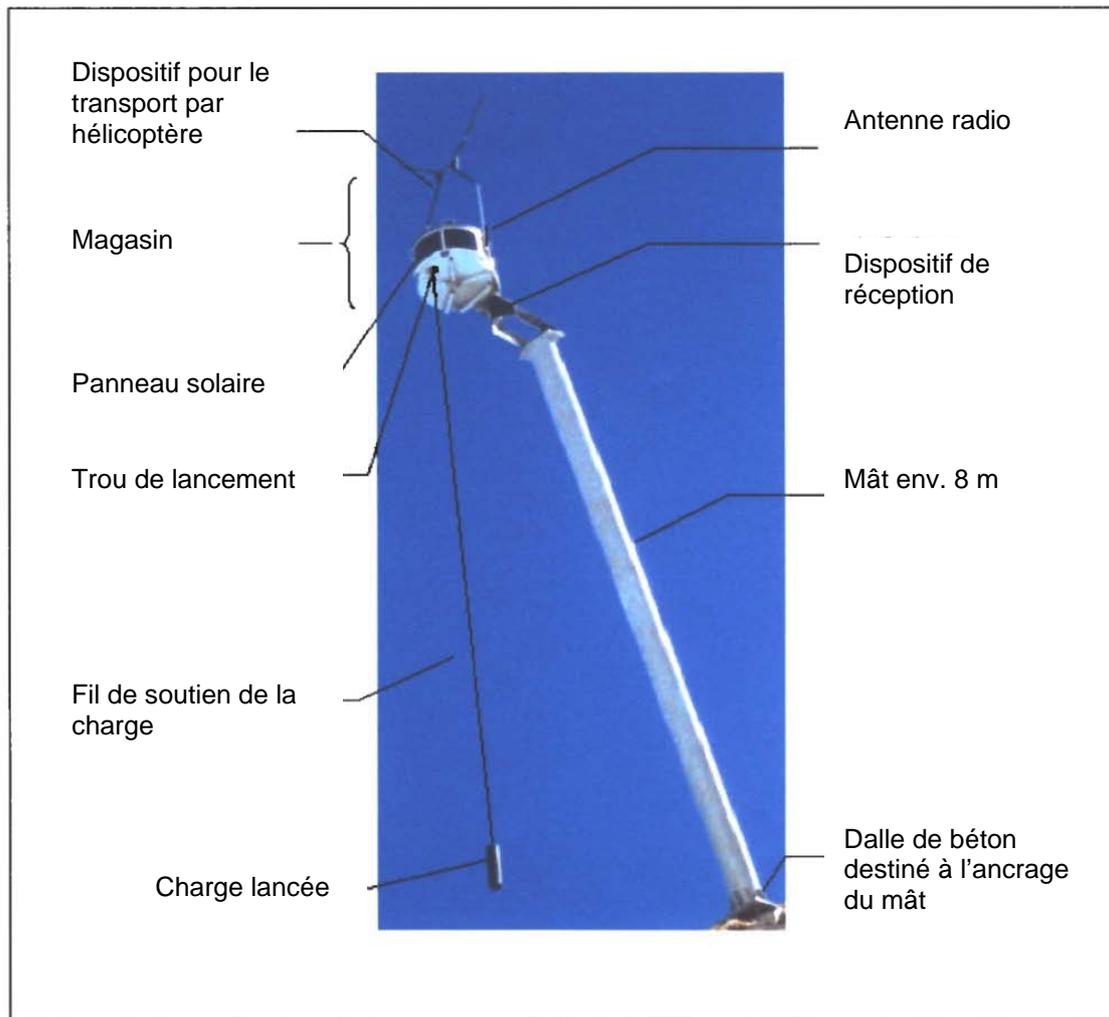
La crête direction ouest à est délimite la frontière Suisse / Autriche

Mât de déclenchement d'avalanche no. 5

4.

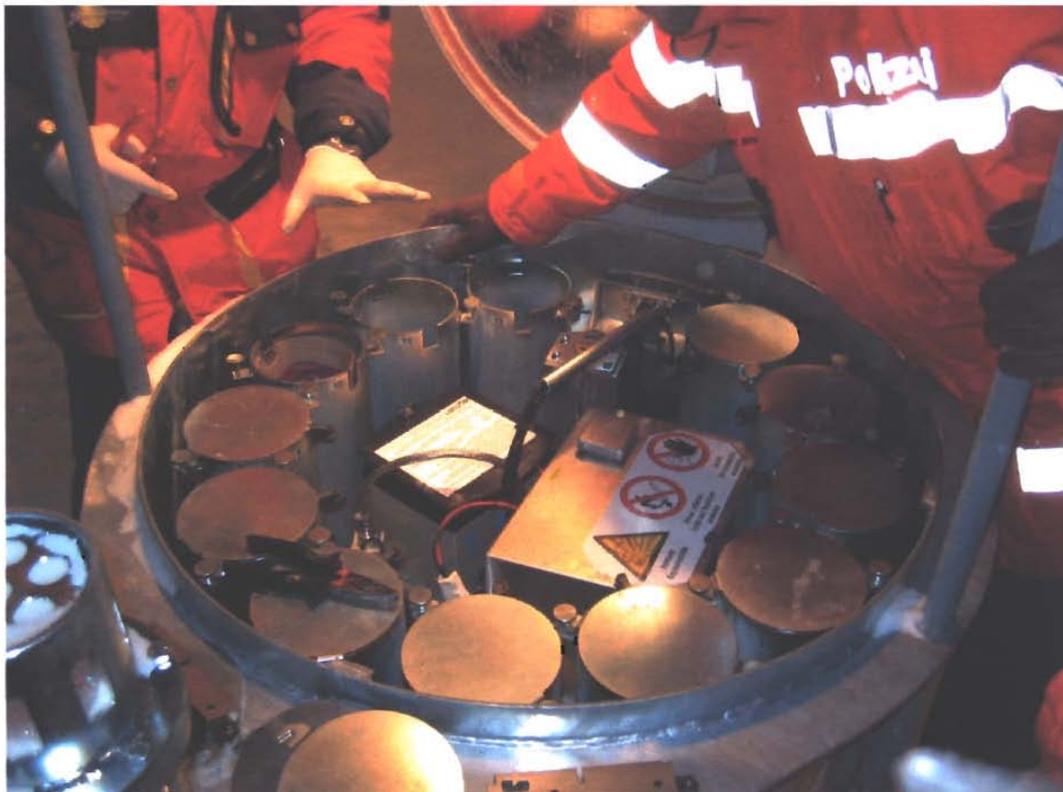
Vue d'ensemble du mât de déclenchement d'avalanche no. 5 ainsi que de la frontière Suisse / Autriche.





8.

Mât de déclenchement d'avalanche avec magasin posé et charge explosive lancée.  
Les termes techniques sont expliqués ci-dessus.



7.

Vue d'ensemble du contenu de l'un des magasins remplis d'explosifs.

Dans le cadre des mesures immédiates, tous les magasins ont été désamorçés/déchargés par le WFD.



# Guide pour le minage

**Formation**  
**déclenchement artificiel d'avalanches,**  
**tirs d'avalanches (LA)**



**FORMATION  
PROFESSIONNELLE**

**Prescriptions de  
formation**

**Minage**

**Février 2001**



**Minages d'avalanches**

# Formation

## déclenchement artificiel d'avalanches, tirs d'avalanches (LA)

I

**Février 2001**

L'Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie (OFFT), en application de l'art. 66 de l'ordonnance du 27 novembre 2000 sur les explosifs (OExpl), et en collaboration avec un comité d'experts en matière de minage (CEMM), a élaboré le présent guide, qui complète les dispositions légales et réglementaires concernant la formation pour les tirs d'avalanches et l'organisation des examens.

I

### Guide

#### Formation déclenchement artificiel d'avalanches

#### Tirs d'avalanches (LA)

Ce présent guide entre en vigueur le 1<sup>er</sup> février 2001.

Berne, le 1<sup>er</sup> février 2001

Office fédéral de la formation professionnelle et de la technologie  
Minage

Karl Ulrich, adjoint

#### Section 1: Conditions pour les cours et examens

##### Art. 1 Aptitude physique

Seules sont admises aux cours et examens relatifs aux travaux de minage spéciaux tirs d'avalanches (LA) les personnes qui répondent aux conditions de la notice pour l'appréciation de l'aptitude physique des personnes à former aux tirs d'avalanches (Annexe 1). Les candidats certifieront par écrit que leur santé leur permet de faire cette formation. La notice leur sera remise au préalable pour qu'ils en prennent connaissance. En cas de doute les candidats devront présenter un certificat médical.

Santé?

##### Art. 2 Date et lieu de la formation pratique et d'examen

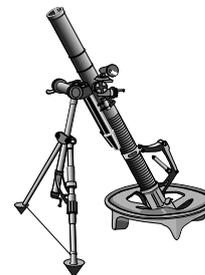
1. La formation pratique et l'examen doivent être organisés pour avoir lieu à un moment qui offre des conditions d'exercice réelles.
2. La formation pratique et l'examen en rapport avec le placement et la mise à feu des charges doivent avoir lieu dans un terrain sur lequel les avalanches doivent être déclenchées artificiellement. La couche de neige aura une épaisseur suffisante pour éviter la projection de terre ou de pierres par l'explosion d'une charge normale prévue pour déclencher l'avalanche.

Lieux d'exercices?

### Art. 3 Conditions pour tirs d'avalanches avec des armes et munitions de l'armée

1. La personne qui désire de manière indépendante déclencher artificiellement des avalanches avec des armes de l'armée doit être en possession:
  - a. d'un permis fédéral de minage avec la mention LA,
  - b. d'une autorisation délivrée par l'armée pour l'utilisation de l'arme correspondante.
2. Le détenteur d'un permis avec la mention LA mais qui n'a pas l'autorisation de l'armée pour la manipulation de l'arme doit, pour la manipulation de l'arme, faire appel à une personne en possession d'une telle autorisation.
3. Celui qui ne possède que l'autorisation d'utiliser l'arme n'a pas le droit de déclencher artificiellement des avalanches de manière indépendante. Il doit être accompagné d'une personne titulaire d'un permis avec la mention LA, qui aura la responsabilité de veiller à ce que le minage soit planifié et exécuté dans les règles de l'art et le respect des règles de sécurité. Le minage ne peut s'effectuer que sous sa surveillance.

Autorisations



### Art. 4 Formation et dispositions d'engagement pour les tirs d'avalanches avec des armes et des munitions de l'armée

1. La formation relative au maniement des armes et des munitions est du ressort de l'armée. Cette dernière atteste aussi qui est en droit de manipuler ces armes et munitions.
2. Lors de l'engagement, les prescriptions de maniement et de sécurité de l'armée en rapport avec les armes et les munitions sont applicables, ainsi que d'éventuels arrangements contractuels conclus entre l'armée et la personne qui a loué les armes.



## Section 2: Instructions communes pour l'intervention

### Art. 5 Patrouilles de tir

1. Les patrouilles de tir qui interviennent sur le terrain se composent au moins d'un titulaire du permis de minage avec la mention LA (chef mineur) et d'un aide-mineur.
2. Toutes les personnes qui font partie de la patrouille doivent être instruites concernant le comportement à adopter en cas de risque d'avalanche et lors du sauvetage.

Équipe de deux au moins



### Art. 6 Equipement

1. La personne qui participe au tir (patrouille de tir et poste de garde) doit être équipée d'un appareil de liaison (radio émetteur-récepteur) et être instruite de son maniement.
2. La personne qui s'occupe du tir sur le terrain doit en outre être en possession d'un émetteur récepteur de détection (appareil de détection de camarades), d'une sonde et d'une pelle d'avalanche, de matériel sanitaire et si nécessaire de matériel d'éclairage approprié.



### Art. 7 Connaissance de la région, lieu d'intervention

1. Le chef mineur chargé des tirs d'avalanches doit bien connaître la région dans laquelle il est actif.
2. L'engagement de patrouilles de tir ne peut se faire qu'avec le consentement du chef

responsable de l'entreprise concernée.

#### Art. 8 Charges explosives

1. Les charges explosives doivent être de couleur voyante. Elles seront préparées de façon qu'elles ne puissent pas glisser involontairement sur la couche de neige.
2. La quantité d'explosif utilisée tiendra compte de la stabilité de la couche de neige afin d'éviter le déclenchement d'avalanches secondaires non désirées.
3. Les charges lancées doivent être munies d'une cordelette de sécurité suffisamment résistante par laquelle elles pourront être retirées sur la surface de la neige ou récupérées en cas de déficience de l'allumage. Pour les charges abaissées sur le manteau neigeux, les cordelettes devront en outre se décomposer si elles ne peuvent pas être récupérées après la détonation.
4. Les charges qui, pour des raisons techniques, ne peuvent pas être munies d'une cordelette de sécurité, et qui ne peuvent être ni récupérées après une éventuelle déficience de l'allumage, ni détruites immédiatement sur place, ainsi que les charges larguées d'un hélicoptère, devront être munies d'un double allumage (deux mèches d'allumage de sûreté avec détonateurs) pour éviter des ratés.
5. Les accessoires d'allumage, tels que les allumeurs à friction, qui ne peuvent pas être assurés contre un allumage intempestif ne seront reliés à la mèche d'allumage de sûreté que juste avant la mise à feu.

Le chef mineur est responsable!

#### Art. 9 Charges explosives pour tirs d'avalanches non utilisées

1. Les charges explosives pour tirs d'avalanches qui ont été préparées pour une mission mais qui n'ont pas été utilisées seront désamorçées dès le retour, c'est-à-dire que le détonateur / l'amorce et la mèche d'allumage de sûreté seront séparés de l'explosif, et que les accessoires d'allumage seront retirés de la mèche d'allumage de sûreté.
2. Ces matières explosives seront immédiatement rapportées dans le magasin des matières explosives

#### Art. 10 Transport avec la machine de préparation de pistes

1. Pour les tirs d'avalanches, les transports avec la machine de préparation de pistes ne peuvent se dérouler que dans les zones où le risque d'avalanches n'existe pas.
2. Les dispositions de l'ordonnance du 17 avril 1985 relative au transport des marchandises dangereuses par route (SDR)<sup>1</sup> et celles de l'ordonnance du 3 décembre 1996 relative au transport des marchandises dangereuses par chemin de fer (RSD)<sup>2</sup>, demeurent réservées.

#### Art. 11 Signaux de tir

1. Il sera fait usage de radio-émetteurs pour avertir les personnes qui font partie de l'équipe de minage
2. On pourra renoncer aux signaux acoustiques s'il existe entre l'équipe d'allumage et les autres personnes concernées une liaison sûre et si la sécurité est garantie (art. 104, al. 5 OExpl).



<sup>1</sup> RS 741.621

<sup>2</sup> RS 742.401.6

**Art. 12 Distances minimales**

Les distances minimales suivantes doivent être respectées lors de minages avec des charges libres, lorsque l'onde de choc peut se déployer librement:

QUANTITE D'EXPLOSIF	DISTANCES DE SECURITE		ZONES DANGEREUSES	
	Ouïe protégée ou d'une cabine	Ouïe non protégée	Effondrements de bâti- ments légers jusqu'à	Dégâts aux fenêtres jusqu'à
100 g	7 m	15 m	9 m	50 m
200 g	9 m	18 m	11 m	65 m
400 g	11 m	23 m	14 m	85 m
1 kg	14 m	30 m	19 m	115 m
2 kg	17 m	35 m	25 m	145 m
4 kg	22 m	45 m	32 m	210 m
8kg	29 m	60 m	40 m	250 m
15 kg	36 m	75 m	50 m	300 m

**Art. 13 Connaissances de fonctionnement**

1. La personne qui veut effectuer des tirs d'avalanches avec des engins et des installations tels que téléphériques, perches, propulseurs de charges, doit être instruite de leur maniement.
2. La formation doit porter au moins sur
  - a. la confection des charges,
  - b. le procédé pour armer l'installation,
  - c. le fonctionnement de tout le système de commande,
  - d. l'entretien de l'installation.
3. C'est l'entreprise qui a livré l'appareil qui est responsable de la première formation. Elle ne peut former que des personnes qui sont autorisées à effectuer des tirs d'avalanches.

**Art. 14 Ratés avec des munitions de l'armée**

1. S'il y a des ratés lors de tirs d'avalanches avec des armes de l'armée, le devoir de renseigner et la destruction se feront conformément aux accords conclus par contrat et aux prescriptions particulières de l'armée.
2. Les ratés provenant de tirs avec des munitions de l'armée ne peuvent être minés que par des spécialistes en destruction de ratés de l'armée.
3. La zone mise en danger par un raté sera marquée par des panneaux d'avertissement de ratés de l'armée. Dans les endroits fréquentés, cette zone sera entourée d'une barrière.



### Section 3: Tirs d'avalanches avec un téléphérique de minage

#### Art. 15 Plan de situation

Un croquis indiquant les endroits des tirs sera affiché à la station de service.

#### Art. 16 Zone dangereuse

1. On déterminera, en fonction de la charge de minage, la zone dangereuse pour le cas où le téléphérique tomberait en panne après le déclenchement du processus de mise à feu. Seul le personnel engagé pour le minage pourra se tenir dans cette zone pendant les travaux de minage.
2. Dans cette éventualité, la station doit offrir un abri sûr aux participants.
3. Lors du calcul de la longueur de la mèche d'allumage de sûreté ou du temps pour l'appareil de déclenchement, un temps complémentaire devra être prévu pour rejoindre cet abri sûr.
4. L'interruption du processus de mise à feu en sectionnant la mèche d'allumage de sûreté (au moins 20 cm au devant de la fumée) ou en coupant les fils des amorces, n'est autorisé dans ce cas que si le geste peut s'effectuer sans danger.



#### Art. 17 Transport, abaissement de la charge

1. Si, lors du transport, la charge risque de toucher des obstacles ou de s'accrocher, elle devra être acheminée au moyen d'un dispositif permettant de l'abaisser.
2. Le dispositif d'abaissement doit être conçu de telle façon qu'il soit possible de remonter la charge en cas de défaillance de l'allumage.
3. Pour fixer la charge explosive à l'installation ou au dispositif d'abaissement, il ne sera utilisé que des matériaux qui ne peuvent pas se charger électriquement ou provoquer des étincelles lors d'un frottement.

#### Art. 18 Essai de fonctionnement

1. Un essai de fonctionnement sera entrepris avant chaque utilisation.. Il sera mentionné dans le cahier de service
2. Une course d'essai avec une charge à blanc sera effectuée sur toute la longueur de l'installation si de la neige ou de la glace adhère au câble de transport
3. Si un fonctionnement sûr n'est pas garanti, il est interdit d'utiliser le téléphérique de minage pour procéder aux tirs.

Test

### Section 4: Tirs d'avalanches avec un téléphérique public

#### Art. 19 Transport de personnes

Lors du transport de matières explosives avec un téléphérique public, seuls le personnel de service indispensable et les participants aux tirs d'avalanches pourront être transportés en même temps. Pendant la durée du minage, aucune autre personne ne pourra être transportée sur tout le parcours.

Pas de passagers

#### Art. 20 **Plan de situation et déplacement des points de tirs**

Un croquis de la situation des points de tirs sera apposé à la station de service. Des petites variations des points de tirs dus à la neige ou aux conditions atmosphériques seront annoncés depuis la cabine par radio ou par téléphone au machiniste.



#### Art. 21 **Harnais**

Lorsque la porte est ouverte, le port d'un harnais relié à un point fixe de la cabine est obligatoire.

#### Art. 22 **Installations ouvertes de transport**

1. Les charges explosives seront préparées avant le transport et placées dans des récipients fermés et résistants (art. 91 OExpl).
2. Si ces récipients ne permettent pas de travailler en toute sécurité (p. ex. manque de place), les charges explosives seront emportées dans un sac à dos.
3. A l'emplacement du tir, les charges explosives seront retirées individuellement du récipient ou du sac de montagne et mises à feu.

### **Section 5: Tirs d'avalanches à partir d'un hélicoptère**

#### Art. 23 **Utilisation de l'hélicoptère**

L'utilisation d'un hélicoptère pour l'exécution de tirs d'avalanches est régie dans les instructions de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC).



#### Art. 24 **Liaison**

1. Pendant le vol d'intervention, on s'assurera que toutes les personnes à bord se comportent sans problèmes.
2. Une liaison radio sera assurée pendant le vol d'intervention entre l'équipage de l'hélicoptère et les postes de barrage.



#### Art. 25 **Personnel de bord**

1. Lors du vol d'intervention, mis à part le personnel de l'équipage, seul le chef mineur et tout au plus un aide-mineur familiarisé avec ce genre de minages pourront être transportés.
2. Si les charges explosives sont abaissées à la main, un aide-mineur assistera le chef mineur pour garantir un déroulement sûr de l'opération.
3. Les personnes qui procèdent aux tirs depuis l'hélicoptère seront protégées et assurées de telle façon que le déroulement de l'opération se fasse en toute sécurité.

#### Art. 26 **Initiation**

Des tirs d'avalanches depuis un hélicoptère ne peuvent être effectués que par des détenteurs du permis de minage instruits par le pilote pour le travail en vol.

**Formation**

**Art. 27 Préparation et transport des charges explosives pour les tirs d'avalanches**

1. Les charges explosives pour les tirs d'avalanches sont préparées avant le décollage.
2. Les charges explosives sont transportées dans des récipients fermés et résistants; on veillera de plus à ce que les détonateurs ne frottent pas contre les parois du récipient. Pour le transport ces récipients seront fixés à l'hélicoptère.

**Art. 28 Calcul de la mèche d'allumage de sûreté**

1. La longueur de la mèche d'allumage de sûreté se calcule en fonction:
  - a. du temps de vol de la première à la dernière charge larguée ou abaissée d'une série,
  - b. du temps de préparation et de mise en place ou d'abaissement des charges,
  - c. du temps de vol pour rejoindre la zone d'attente,
  - d. de 60 secondes de sécurité.
2. Les temps selon l'al. 1, let. a et c sont à convenir entre le chef-mineur et le pilote.
3. Pour un vol d'intervention, les mèches d'allumage de sûreté auront toutes la même longueur.

**Le pilote participe à la décision**

**Art. 29 Mise à feu de la mèche d'allumage de sûreté**

1. Seuls seront utilisés des allumeurs à friction ou à percussion pour la mise à feu de la mèche d'allumage de sûreté dans l'hélicoptère. Des allumeurs qui ne peuvent être suffisamment assurés contre un allumage involontaire ne pourront pas être utilisés.
2. Lorsque des charges sont abaissées mécaniquement, la mise à feu de la mèche d'allumage de sûreté se fera au moyen d'amorces d'allumage électriques de haute insensibilité.

**Art. 30 Programmation du vol d'intervention**

1. Les vols d'intervention doivent être exécutés selon les documents correspondant exactement à la région où sont situés les points de largage ou d'abaissement des charges. Si nécessaire, des vols de reconnaissance seront entrepris.
2. Lors de chaque intervention, un vol de reconnaissance avec le chef mineur sera effectué avant le premier largage ou abaissement de charge, afin de vérifier que personne ne se trouve dans la zone de danger.
3. Après le largage ou l'abaissement de la charge, une distance de sécurité d'au moins 500 m sera respectée, si possible en face et au-dessus du point de tir.

**Vol de reconnaissance**

**Contrôle**

**Art. 31 Largage, abaissement de la charge explosive pour tirs d'avalanches**

**Principes**

1. Le pilote donne les ordres pour le début du largage ou de l'abaissement des charges d'une série de tirs.
2. Les charges explosives sont retirées individuellement de leur récipient et préparées pour la mise à feu juste avant d'être larguées ou abaissées.
3. Une seule charge explosive pourra être larguée ou abaissée lors d'un vol sur un point de tir. Le pilote n'est pas en droit d'exécuter ce travail.

4. Les charges ne doivent jamais être lancées selon une trajectoire circulaire.
5. Pour une série donnée, des charges explosives ne peuvent être larguées ou abaissées que dans la limite où les détonations peuvent ensuite être contrôlées depuis le poste d'observation. Après le largage ou l'abaissement de la dernière charge, la zone d'influence des charges explosives (distance de sécurité) doit être quittée.
6. Lorsque le largage ou l'abaissement d'une série de tirs est terminée, une position en dehors de la zone de danger (distance de sécurité) sera choisie, de laquelle l'équipage pourra observer les détonations des charges explosives. Si le danger existe qu'en raison de retards qui n'avaient pas pu être prévus, le largage ou l'abaissement d'une série de tirs ne puisse pas être terminé dans les délais prévus, le pilote donnera à temps l'ordre d'interrompre la série afin que la distance de sécurité puisse être atteinte à temps.
7. Chaque largage ou abaissement de charge s'effectuera de la façon suivante:
  - a. Après avoir préparé la charge explosive, le chef mineur annonce au pilote qu'il est prêt pour la mise à feu.
  - b. Après avoir atteint la position prévue de largage ou d'abaissement de la charge, le pilote donne l'accord pour la mise à feu.
  - c. Le chef mineur met à feu, dans l'ouverture de la porte de l'hélicoptère, les mèches d'allumage de sûreté de la charge au moyen des deux allumeurs à friction ou à percussion; il observe l'effet, jette la charge ou la remet à l'aide-mineur qui l'abaissera, et annonce au pilote la réussite du largage ou de l'abaissement.
  - d. Les charges explosives dont les mèches d'allumage de sécurité ont été allumées doivent toujours être larguées ou abaissées, même en cas de doute quant à la réussite de l'allumage.
  - e. Lors de l'abaissement manuel, l'aide-mineur tient la charge explosive par la cordelette qu'il laisse glisser dans sa main régulièrement, verticalement et le plus calmement possible; dès que la charge est posée sur le point prévu, il jette la cordelette.
  - f. Lors de l'abaissement mécanique, les mèches d'allumage de sûreté seront mises à feu simultanément au plus tôt lors de la libération de la charge du système d'abaissement.
  - g. Le pilote contrôle à l'aide d'un chronomètre la réussite du largage ou de l'abaissement de la première charge et l'exactitude du temps écoulé pour les largages ou abaissements suivants de la série jusqu'au moment où le point d'observation (distance de sécurité) est atteint.
8. Les étapes décrites à l'al. 7, let.a) – e) se répètent à chaque largage ou abaissement d'une charge. Toutes les décisions concernant la technique de vol sont du ressort du pilote.

## Section 6: Dispositions finales

### Art. 32 Abrogation du droit en vigueur

Les instructions de l'office fédéral de l'industrie, des arts et métiers et du travail (OFIAMT), remise à tous les organisateurs de cours et d'examen pour l'obtention du permis de minage pour le déclenchement artificiel des avalanches (tirs d'avalanches) pour la formation et l'examen des travaux de minage des avalanches du 1<sup>er</sup> novembre 1987 sont abrogées.



Procédure

**Annexe 1**

(Art. 1)

**Notice pour l'appréciation de l'aptitude physique des personnes à former aux tirs d'avalanches**

1. Les activités des personnes engagées pour le déclenchement artificiel d'avalanches exigent une santé supérieure à la moyenne et une parfaite condition physique.
2. Ne sont pas aptes à accomplir cette activité notamment les personnes qui souffrent d'une des affections ou des troubles suivants:
  - a. Insuffisance cardiaque manifeste (difficultés respiratoires, cyanose des muqueuses, œdème),
  - b. Etat consécutif à un infarctus,
  - c. Angine de poitrine
  - d. Hypertension artérielle (systolique toujours au-dessus de 160, diastolique au-dessus de 100),
  - e. Troubles circulatoires importants (syndrome de Raynaud, etc)
  - f. Nette limitation de la capacité respiratoire (p. ex. CVF inférieure à 70% de la valeur théorique),
  - g. Œdème pulmonaire ou prédisposition à l'œdème pulmonaire (œdème d'altitude),
  - h. Hypersensibilité au froid,
  - i. Rhumatismes (en particulier liés à une mobilité restreinte),
  - j. Tendance aux vertiges ou aux évanouissements,
  - k. Epilepsie,
  - l. Forte labilité neuro-végétative ou neuro-psychique,
  - m. Diabète (à l'exception éventuelle des cas très légers et stabilisés),
  - n. Autres maladies qui exigent des ménagements particuliers,
  - o. Acuité visuelle considérablement restreinte,
  - p. Ouïe considérablement déficiente.
3. Une confirmation médicale concernant l'aptitude physique est recommandable et, en cas de doutes, indispensable.

Office fédéral de l'industrie, des arts et métiers et du travail  
Service médical du travail  
SECO, travail et santé  
Octobre 1987