



Rapport Final de la Commission fédérale sur les accidents d'aviation

concernant l'accident

l'hélicoptère AGUSTA A 109K2, HB-XWD
du 31 juillet 1997 au lieu dit „Les Combettes“ à Veyges
(Commune de Leysin/VD)

Ce 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 du Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation du 7 mai 1999.

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 fédérale sur l'aviation du 21 décembre 1948, LA, RS 748.0).

0. SYNOPSIS

0.1 Sommaire

Le 31 juillet 1997, une cycliste se blesse dans une forêt près de Leysin. Lors du sauvetage par hélicoptère, le câble du treuil se rompt alors que le médecin et la blessée se trouvaient à une hauteur d'env. 15 m.

Les deux personnes succombent aux blessures provoquées par cette chute.

0.2 Enquête

L'accident s'est produit aux env. de 1755 h¹⁾. Il a été notifié aux env. de 1830 h au Bureau fédéral d'enquêtes sur les accidents d'aviation (BEA). L'enquête a été ouverte le soir même aux env. de 1930 h sur les lieux de l'accident et conduite en collaboration avec la police cantonale vaudoise et Madame la suppléante du juge d'instruction de l'arrondissement de l'Est Vaudois.

1. RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

Cet après-midi là, l'hélicoptère HB-XWD était engagé dans un exercice de sauvetage aux Gastlosen avec la collaboration de la police cantonale de Fribourg et des guides du Club Alpin Suisse. En plus de l'équipage normal (1 pilote, 1 sauveteur professionnel et 1 médecin REGA) se trouvait un médecin-assistant du Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV) en tant qu'accompagnant observateur. L'exercice consistait à entraîner la dépose d'un guide auprès d'un blessé fictif, puis la prise en charge du guide et de son blessé au moyen du treuil. Au terme de cette simulation de situation d'urgence, 7 cycles de treuillage ont été effectués sans incident.

Vers 1710 h, l'équipage de l'hélicoptère REGA reçoit un appel d'intervention primaire à Veyges en dessous de Leysin suite à un accident de vélo tous terrains (VTT) d'une jeune fille en forêt. Une fois sur place, les membres de l'équipage constatent que l'atterrissage de l'hélicoptère est impossible sur les lieux de l'accident et décident d'hélicoptéer le médecin de REGA.

¹⁾ Les heures mentionnées dans le présent rapport sont exprimées en heures locales (UTC + 2)
Après avoir déposé le médecin stagiaire dans une clairière toute proche et préparé l'hélicoptère pour cette mission de sauvetage, le médecin de REGA

est transporté au-dessus de l'endroit de l'accident puis descendu sans problème au moyen du treuil. Suite à cette manœuvre, l'hélicoptère se repose dans la clairière voisine où le sauveteur et le médecin stagiaire préparent la civière destinée au transport de la patiente.

Par radiotéléphonie, le médecin de REGA communique à l'équipage de l'hélicoptère que l'évacuation se fera au moyen du filet horizontal et qu'il l'avertira sitôt les préparatifs d'évacuation terminés.

Vers 1750 h, l'hélicoptère HB-XWD se repositionne pour la récupération du médecin et de la patiente: le sauveteur déroule le câble à l'aide de la commande électrique. Le médecin saisit le crochet, donne le signe de remontée qui se passe normalement jusqu'à la hauteur des arbres. Le sauveteur-treuiliste entend un bruit provenant du treuil puis constate un blocage dans l'enroulement du câble alors que l'affichage de déploiement indique 3,50 m. Il tente de remédier à ce défaut en manipulant l'interrupteur de sa commande électrique puis le pilote essaie à son tour de re-monter les deux personnes en commandant le treuil au moyen de l'inter-rupteur installé sur le levier de puissance; ces actions restent sans effet. D'un commun accord, le pilote et le treuiliste décident d'amener les deux personnes suspendues vers la civière préparée dans la clairière.

Le pilote effectue une volte très lente pour aligner l'hélicoptère face à la pente et dans l'axe de la civière. Alors que l'appareil se trouve à env. 15 m du sol et à une dizaine de mètres de la civière, le câble se rompt et file à travers le gant du treuiliste. Le médecin et sa patiente tombent dans l'herbe et sont immédiatement secourus par l'équipage et le médecin stagiaire resté au sol.

Le médecin REGA décède sur place de ses blessures tandis que la jeune fille est transportée par un autre hélicoptère au CHUV où elle succombera le soir même.

Coordonnées du lieu de l'accident: 564 740 / 131 020.

Altitude: 1070 m/mer.

Carte nationale de la Suisse 1:25 000, feuille n° 1284, Monthey.

1.2 Tués et blessés

	Equipage	Passagers	Tiers
Blessures mortelles	1	1	---
Aucune blessures	2	---	---

1.3 Dommages à l'aéronef

L'hélicoptère n'a subi aucun dommage, seul le treuil était bloqué et son câble rompu.

1.4 Autres dommages

Aucun.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Pilote

Ressortissant suisse, année de naissance 1965

Titulaire d'une licence de pilote professionnel pour hélicoptères établie par l'Office fédéral de l'aviation civile le 13 mai 1997 et valable jusqu'au 30 avril 1998.

Extensions: Instructeur de vol.
Radiotéléphonie internationale (UIT), atterrissages en montagne, vol de nuit.

Types d'hélicoptères autorisés: A 109 K2, B 206, Hughes 300, Hughes 500, R 22.

Expérience de vol

Au total 1699 h dont 409 h sur le type en cause; dans les trois derniers mois, 42 h exclusivement sur le type d'hélicoptère en cause.

Dernière visite médicale: le 17 avril 1997, résultat: apte sans restriction.

1.5.2 Sauveteur professionnel

Ressortissant suisse, année de naissance 1965

Employé auxiliaire REGA de 1992 à 1995, puis employé à temps partiel (50%).

Formation théorique et pratique de treuilliste suivie en février 1993.

Expérience totale d'opérations au treuil: env. 300 treuillages.

1.5.3 Médecin

+Ressortissant suisse, année de naissance 1967.

Médecin stagiaire au CHUV, engagé dans des missions REGA depuis avril 1997.

Derniers exercices d'entraînement sur la technique et la sécurité propres aux interventions helitreuillées effectués le 21 juillet 1997.

1.5.4 Blessée

+Ressortissante française, année de naissance 1980.

Sans expérience aéronautique et licence.

1.6 Hélicoptère HB-XWD

Type:	AGUSTA A-109 K2
Constructeur:	Giovanni Agusta S.p.A. Italie
Caractéristiques:	Biturbine de 7 places avec train d'atterrissage fixe.
Année de construction:	1992
Numéro de série:	10004
Moteurs:	Constructeur: Turbomeca
	Type: Arriel 1K1
	Puissance: 575 kW / 771 CH
	Numéro de série: 16010 et 16021
Certificat d'admission à la circulation:	établi par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) le 14 décembre 1992 et valable jusqu'à nouvel ordre.
Certificat de navigabilité:	établi par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) le 14 décembre 1992.
Champ d'utilisation:	exploitation commerciale en VFR de jour et de nuit avec décollages par brouillard au sol ou élevé.
Propriétaire et exploitant:	Swiss Air-Ambulance Ltd, 8021 Zürich.
Heures de service au moment de l'accident:	1450 h Le dernier examen de l'OFAC a eu lieu le 9 février 1996. Le dernier contrôle des 100 heures a été effectué le 3 juillet 1997 au total de 1408:04 h de service et le dernier contrôle des 50 h le 23 juillet 1997 au total de 1446:18 h de service.
Masse et centre de gravité:	La masse maximale au décollage est de 2850 kg; la masse au moment de l'accident était d'env. 2580 kg dont env. 150 kg suspendus au treuil. La masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites au moment de l'accident.
Endurance:	env. 0:50

1.6.1 Treuil de sauvetage

Type:	Breeze BL 29700-7
Constructeur:	BREEZE EASTERN, New Jersey, U.S.A.
Caractéristiques:	Treuil électrique externe d'une capacité de 204 kg avec un câble de 50 m, manœuvrable depuis la position sauveteur (arrière) et pilote (avant).
Numéro de série:	006 CM
Cycles depuis révision et modification:	env. 30 après installation le 27 juin 1997 sur l'hélicoptère HB-XWD

1.7 Conditions météorologiques

1.7.1 Selon le rapport de l'Institut suisse de météorologie, Centre de Genève

Situation Générale

Crête de haute pression sur le Golfe de Gascogne. Front froid peu actif sur la France. Courant modéré d'ouest. Dans les Alpes, le temps était encore partiellement ensoleillé le matin, puis très nuageux l'après-midi avec sct entre 5000-8000 ft et bkn/ovc à 20000 ft puis 15000 ft. Visibilité supérieure à 10 km. Pas de précipitations. A 1500 m, vent d'ouest à nord, 25-50km/h, quelques turbulences possibles.

1.8 Aides à la navigation

Sans objet.

1.9 Télécommunications

La liaison radio entre le pilote et le sauveteur s'est déroulée normalement jusqu'au moment de l'accident. Lors de l'opération de sauvetage, le médecin communiquait par radio et par signes comme prescrit.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

1.11 Enregistreur de vol

Non prescrit, ni installé.

1.12 Renseignements sur l'hélicoptère et l'impact

1.12.1 L'hélicoptère n'a subi aucun dommage, seul le câble du treuil s'est rompu.

1.12.2 Observations au treuil sur le lieu de l'accident

Le treuil était normalement installé sur son support avec toutes ses connexions électriques et son carénage. Le crochet d'arrimage et la partie terminale du câble manquaient. Plusieurs brins de câbles de couleur orange étaient visibles en amont du système de tension du câble contre le tambour d'enroulage. Le crochet et env. 6 m de câble se trouvaient dans l'herbe. L'endommagement du câble débutait à env. 1,75 m du point de rupture (p. 5, 6, 7 annexe 1). L'indicateur de déploiement du câble installé sur la planche de bord du cockpit affichait une distance de 5,0 m.

1.13 Renseignements médicaux

Citations

“Médecin REGA

L'examen externe du corps du médecin pratiqué par L'IUML (Institut universitaire de médecine légale) de Lausanne a mis en évidence de multiples lésions traumatiques, en particulier au niveau de la face, du thorax ainsi qu'aux extrémités inférieures, associées à des lividités cadavériques peu à modérément étendues, évoquant une hémorragie interne. Les constatations, jointes aux renseignements reçus, sont compatibles et directement évocatrices d'un décès consécutif aux lésions traumatiques subies. De plus, de telles lésions se voient habituellement lors d'une chute d'une certaine hauteur, les lésions au niveau des chevilles indiquant que la victime était en station debout au moment de l'impact au sol. Aucun élément parlant pour une autre éventualité n'a été mis en évidence.”

“Patiente

Le corps de la patiente a été autopsié à l'IUML de Lausanne, ce qui permet d'émettre les considérations médico-légales suivantes:

- a) Les lésions principales sont un traumatisme facial avec notamment une contusion de la région orbitaire gauche, un traumatisme cranio-cérébral avec engagement traumatique de l'uncus et de l'hypocampe du côté droit, un traumatisme thoracique avec une déchirure de la veine cave inférieure dans son segment intrapéricardique, une déchirure des hiles pulmonaires complet à gauche, incomplet à droite, un traumatisme abdominal avec notamment des déchirures hépatiques et spléniques, une contusion pancréatique, un traumatisme de la ceinture scapulaire et des extrémités supérieures avec notamment une fracture de la partie distale de l'avant-bras gauche, un traumatisme de la ceinture pelvienne et des extrémités inférieures avec notamment une fracture du bassin, une fracture du fémur gauche, des fractures de la jambe droite.
- b) L'ensemble des lésions traumatiques présentent des signes de vitalité, ce qui veut dire que la victime les a subies de son vivant.

- c) Le traumatisme thoraco-abdominal est mortel et ceci, à très brève échéance, en particulier en raison de la déchirure de la veine cave inférieure avec hémopéricarde et les déchirures des deux hiles pulmonaires avec (pneumo)-hématothorax.
- d) Les lésions traumatiques constatées après le premier traumatisme (chute en VTT) constatées par le docteur C. de Leysin ont été confirmées et ont pu être précisées. Il s'agit:
- d'un traumatisme facial avec une contusion de la région orbitaire gauche, des éraflures de l'hémiface gauche, des contusions au niveau de la lèvre inférieure ainsi qu'une contusion au niveau de la région frontale gauche. Ces lésions sont compatibles avec une chute à VTT au cours de laquelle la victime heurte le visage contre un ou des objets contondants.
 - une fracture fermée de la partie distale de l'avant-bras gauche (fracture distale du radius et du cubitus gauche). Les lésions sont également compatibles avec une chute à VTT.
 - ces lésions n'ont, à elles seules, pas mis en danger de façon imminente la vie de la victime mais nécessitaient une prise en charge médicale à visée diagnostique et thérapeutique.
- e) Certaines lésions du traumatisme cranio-cérébral, en particulier la fracture avec défoncement du toit de l'orbite gauche avec fracture de la lame criblée, les multiples petites contusions pariétales et temporales droites du cerveau ne peuvent être attribuées avec certitude à l'un ou l'autre des accidents (accident VTT ou chute d'une certaine hauteur). Par contre, l'engagement traumatique de l'uncus et de l'hypocampe du côté droit n'est très probablement pas à attribuer à une chute en VTT mais au deuxième accident, c'est à dire à la chute d'une certaine hauteur. A signaler que la nature et la sévérité relative des lésions cérébrales ne représentent pas une base morphologique pour provoquer nécessairement l'issue fatale.
- f) Les autres lésions traumatiques sont pour la plupart la conséquence d'un traumatisme plus intense qu'une simple chute en VTT telle que le traumatisme thoraco-abdominal, le traumatisme de la ceinture pelvienne. Elles sont compatibles avec une chute d'une certaine hauteur, telle qu'on nous le propose (chute d'environ 15 mètres).
- g) Ainsi, sur la base de ces investigations, les lésions traumatiques mortelles sont à mettre en rapport avec le deuxième traumatisme (chute d'une certaine hauteur).

- h) Au cours des investigations, aucun substrat organique pouvant être à l'origine d'un malaise ou ayant pu favoriser ou précipiter l'issue fatale n'a pu être mis en évidence.

Le dosage d'alcool effectué sur un échantillon de sang périphérique prélevé lors de l'autopsie a donné un résultat nul.”

Fin de citation.

1.14 Incendie

Aucun incendie ne s'est déclaré.

1.15 Questions relatives à la survie des deux personnes suspendues au treuil

En raison de la hauteur de la chute, l'accident n'était pas survivable.

1.16 Essais et recherches particuliers

Le treuil de l'hélicoptère HB-XWD a été remis au Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (EMPA) à Dübendorf afin d'élucider les raisons du blocage de cet équipement et d'analyser le mode de rupture du câble (annexe 1 p. 10, 11, 13, 16, 19, 27, 28, 29). Les conclusions du rapport de l'EMPA (annexe 1 p. 40 et 41) sont les suivantes:

Citation:

"Das Versagen des Stahlseils der REGA-Rettungswinde konnte auf das primär eingetretene Blockieren des Seilführungssystems zurückgeführt werden. Das Seilführungssystem (cable guide) besteht im wesentlichen aus der Antriebswelle (Führungswelle, level wind shaft) und dem Füh-rungsbolzen (follower), die zusammen eine Zwangssynchronisation der Seilaufwicklung bewerkstelligen, indem die Rotationsbewegung der An-triebswellennute eine oszillierende Bewegung des Cable Guide durch Eingriff des Followers in deren Nut bewirkt".

“Die richtige Federbelastung des Followers ist eine Grundvoraussetzung für ein ständiges Eingreifen des Followers in die vorgesehene Nut auch unter un stetigem Bewegungsablauf. Es konnte nachgewiesen werden, dass die für diese konstante Federbelastung vorgesehene federnde, gewölbte Federscheibe (spring washer) die nötige Federkraft von Anfang an nicht aufbrachte (Kapitel 3.5), wodurch der Führungsbolzen (follower) das vorgesehene vollständige Eintauchen in die Nut nicht ausführen konnte. Der Follower glitt während der gesamten, relativ kurzen, Betriebsdauer auf dem oberen Drittel des Nut-Bordes (ca. 30 Hebelzyklen der frisch revidierten Rettungswinde seit Überholung im Werk).”

"Die hebellastabhängige Seilkraft übte eine markant erhöhte Nut-Bordwand-Banspruchung auf diese verkleinerte Gleitfläche aus. Mit der rasch fortschreitenden Abnützung (Materialabschiebung) der oberen Nutkante (s. Fotos-Nr. 24 und 28) und der gleichzeitigen Rotationsbewegung der Nute der Führungswelle (level wind shaft) "entgleiste" der Follower auf dieser zunehmend schiefen keilförmig ausgebildeten Gleitfläche. Durch die Presskräfte wurde der Follower so stark nach aussen gedrückt, dass die über die federnde Unterlagsscheibe angeordnete Unterlagsscheibe, die der axialen Fixierung (Anschlag) des Followers dient, so stark beansprucht wurde, dass sie nach aussen gewölbt vorgefunden wurde (s. Foto-Nr.12)".

"Somit war die Führungswelle (level und wind shaft) blockiert; das ganze Kabelführungssystem stand still. Da der Antrieb der Führungswelle weiter drehte, wurde deren Antriebsrad (als Malteserkreuz ausgebildet) das sog. indexing wheel, durch die unzulässig hohen Tangentialkräfte zerstört (s. Foto-Nr. 14)".

"Bei stehendem Kabelführungssystem wird das Drahtseil oben unregelmässig in der Nähe der Führungssystem-Durchlaufstelle aufgewickelt, bis das Drahtseil keinen Platz mehr zwischen den Systemteilen hat und durch Quetschen und Gleiten an scharfkantigen Stahlelementen des Führungssystems stark beschädigt".

"Es konnte nachgewiesen werden, dass die Rettungswinde nach dem ersten Blockieren (Seilwindungen so stark eingeklemmt, dass das Antriebssystem abstellte) noch mehrmals betätigt wurde (mehrere Auf- und Abwärtsbewegungen des Seils (vgl. dazu Kapitel 3.2 und 3.4 bzw. Fotodokumentation zu Kapitel 2.1)".

"Eine Simulation des Unfallgeschehens unter den gleichen technischen Bedingungen, denen die Winde beim Unfallzeitpunkt ausgesetzt war, erbrachte praktisch eine vollkommene Übereinstimmung betreffend der Seilbeschädigung mit derjenigen des Unfalls selbst (aus der Blockierung des Führungssystems resultierend) vgl. dazu die Fotodokumentation über die Rekonstruktion des Unfallherganges in Kapitel 4, s. Fotos-Nr. 37 bis 50".

“Schlussbemerkungen des EMPA-Berichtes

Der Unfall, d.h. der Seilriss, kann somit auf einen technischen Defekt im Seilführungssystem zurückgeführt werden. Es konnte nicht eindeutig geklärt werden, warum die Federscheibe, die für das Verbleiben des Followers in der Führungsnut verantwortlich ist, in ihrer Geometrie nicht vorschriftsmässig war; sie wurde als eine bedeutend flacher ausgebildete Scheibe (im Vergleich zu mehreren aus anderen Rettungswinden entnommen gleichen Teilen) als sie hätte sein sollen, vorgefunden.

Eine in ihrer Geometrie intakte Scheibe hätte das vorliegende Versagen mit Sicherheit verhindert, damit soll auch betont werden, dass weitere versagensbegünstigende technische Faktoren nicht erkannt werden konnten".

"Zum Schluss muss noch erwähnt werden, dass das einmalige Einklemmen des unregelmässig aufgewickelten Seils noch keinen Seilriss nach sich gezogen hätte. Im Laufe des Unfallherganges wurde die Winde unglücklicherweise noch einige Male betätigt (Auf- und Abbewegungen des Seils, eingeklemmt zwischen relativ scharfkantigen Stahlkörpern und Seiltrommel), wodurch das Stahlseil örtlich soweit geschädigt wurde, dass seine Tragfähigkeit nicht mehr der Last von ca. 147 kg genügte."

Fin de citation.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

Depuis 1991, REGA exploite une flotte d'hélicoptères A109 K2 répartis sur différentes bases en Suisse.

Le treuil en cause avait été évalué dans les années 1989/1990 par un groupe de travail de REGA. La décision de ce groupe fut de demander l'intégration du treuil BL 29700-1 comme composant du nouvel hélicoptère A 109 K2 lors de sa commande auprès du constructeur AGUSTA. De ce fait, la certification du treuil installé sur l'hélicoptère A 109 K2 était du ressort du constructeur AGUSTA et des autorités de certification italiennes (RAI).

Le constructeur du treuil a effectué une série de tests sur les versions BL-29700-1 et BL-29700-7 selon le programme de tests BQC- 284-504. Ce type de treuil avait subi avec succès un test d'endurance de 2000 cycles. Les cycles comportaient le levage de différentes charges avec des extensions et des vitesses de déroulement de câble variées selon le programme de tests BQC- 284-711. De plus, les rapports de tests BER-719, BER-604 et BER-714 concernant entre autres l'analyse et les conséquences en cas de pannes attestent la fiabilité de ce matériel.

Concernant l'utilisation du treuil, le manuel d'opérations en vol (FOM) de REGA prescrit dans les chapitres 3.4.1 et 3.4.2 les procédures d'utilisation du treuil et la manière de procéder avec le filet horizontal.

Par ailleurs, REGA a émis des consignes de formation à l'utilisation du treuil aux instructeurs de vol et du treuil (Ausbildungsbehelf für Winden-operateure). Au bas de la page 4 intitulée "Betriebskontrolle Rettungs-winde" est écrit l'avertissement suivant en caractères gras:

Citation:

"Bei technischen Unregelmässigkeiten (z.B. Seilüberwurf) darf die Rettungswinde nicht mehr betätigt werden (Seilriss). Es ist umgehend der Basismechaniker, TU oder der Pikettmechaniker zu informieren".

Fin de citation.

En page 7 de ces consignes, sous le titre "Technische Merkmale", figurent les instructions suivantes:

Citation:

- " - beim Ausfahren Windenseil nie mit der Hand bremsen (Seilrückstau);
- wenn möglich Seiltrommel während Windenaktion überwachen (Seilüberschläge);
- bei technischen Unregelmässigkeiten Winde nicht mehr betätigen;
- mit dem Stufenlosschalter am Windenbediengriff das Windenseil langsam stoppen;
- nach jedem Windeneinsatz Sichtkontrolle an der Rettungswinde durchführen".

Fin de citation.

En page 8, sous le titre "Operationelle Merkmale" sont définis les points suivants:

Citation:

- "Klettergurte von allen Personen, die an die Winde gehängt werden, kontrollieren;
- Downwash beachten;
- Haupt- und Heckrotor überwachen;
- Heli genau über Arzt zentrieren (Pendelbewegungen);
- Winde während Vorwärtsflug einfahren;
- Bei Nachteinsätzen Leuchtstab am Windenhaken montieren;
- Personen im Rettungsgurt sowie zwei Personen an der Winde werden nicht während dem Flug in den Heli genommen;
- Feuerwehrleute mit Atemschutz werden am Einsatzort direkt an die Winde gehängt und steigen nicht aus dem Heli aus".

Fin de citation.

Remarque:

Dans sa déposition du 13 août 1998, le treuilliste atteste n'avoir jamais eu connaissance des prescriptions précitées. Par conséquent, il a appliqué les consignes apprises lors de sa formation de base (Alouette III) en cas de blocage du treuil à savoir:

- Essai de déblocage avec la commande du treuil;
- Communication du problème au pilote;
- Essai de déblocage par ce dernier au moyen de sa commande installée dans le cockpit.

Un collègue de travail, également sauveteur à la base REGA de Lau-sanne, confirme ne pas avoir reçu de directives concernant l'arrêt de manipulation en cas de blocage du treuil en question.

1.18 Renseignements supplémentaires

Depuis la mise en exploitation de sa flotte d'hélicoptères A 109 K2, REGA a accumulé une expérience d'environ 10'000 cycles de treuil sans acci-dent.

Toutefois, des incidents techniques ont amené le constructeur à apporter diverses modifications à ce treuil. Suite à un incident grave survenu à un opérateur en Italie le 3 avril 1996 avec rupture de câble du treuil BL-29700-1 S/N 019 alors que deux personnes étaient suspendues près du sol, le constructeur de l'hélicoptère a adressé le 12 avril 1996 le bulletin d'information no 109K-4 avec application obligatoire. Le 17 avril 1996, le Registre Aéronautique Italien a émis la consigne de navigabilité no 96-070 reprise par l'Office Fédéral de l'Aviation Civile le 18 avril 1996 (HB 96-198. Annexe no 2).

Une enquête technique menée par le constructeur du treuil a permis de localiser le problème de ce treuil BL-29700-1 S/N 019 au niveau du dispositif destiné à assurer une tension et un guidage du câble à sa sortie du tambour. Afin de remédier à ce problème, le constructeur du treuil, respectivement le constructeur de l'hélicoptère ont prescrit plusieurs modifications faisant évoluer le treuil de type BL-29700-1 en BL-29700-7 par l'intermédiaire du bulletin technique 109K-18 émis le 21 juillet 1997 avec application obligatoire (annexe 3).

Conformément à ces consignes, REGA a envoyé le treuil BL-29700-1 S/N 006 en usine au printemps 1997 pour révision et modification en BL-29700-7 S/N 006CM. Le test d'acceptation d'usine de modification de ce treuil est daté du 6 juin 1997.

Le 27 juin 1997, le treuil BL-29700-7 S/N 006 CM a été installé sur l'hélicoptère HB-XWD.

Le 26 juillet 1997, l'équipage de l'hélicoptère HB-XWD a signalé un bruit anormal lors d'une opération de treuillage. Le jour suivant, un test en vol avec déroulement complet du câble a été effectué sans qu'aucune malfonction n'apparaisse.

2. ANALYSE

Sur la base du rapport de l'EMPA, il est possible d'analyser la chronologie des événements qui ont conduit à cet accident.

Aspect technique

Au remontage chez le constructeur du treuil modifié en BL-29700-7 S/N 006CM, le doigt de guidage n'a pas été positionné correctement en raison de l'emploi d'une rondelle-ressort non conforme. La pression insuffisante de la rondelle-ressort a eu pour conséquence que le doigt de guidage ne s'est jamais positionné au fond de la gorge de l'axe d'entraînement. Ainsi, pendant un peu plus d'un mois durant lequel ce treuil a été en fonction (env. 30 cycles), le doigt de guidage a travaillé en s'appuyant sur le tiers supérieur de la gorge de l'arbre.

En raison de cette anomalie, le déraillement du doigt était programmé dans la mesure où la gorge se déformait petit à petit à cause du mauvais positionnement du doigt. Les bruits entendus le 26 juillet 1997 puis au cours de l'opération en cause provenaient vraisemblablement de ce défaut de montage. En fonction de la charge de levage, l'usure de l'arête supérieure de la gorge s'est accentuée jusqu'à ce que le doigt de guidage déraille et se bloque au croisement de deux gorges (surface en forme de coin). La pression exercée sur le doigt métallique a été si forte que la rondelle s'est retrouvée cintrée dans le sens inverse d'origine.

Force est de constater que malgré le contrôle d'usine suivant le remontage du treuil et malgré le test en vol effectué après l'apparition du bruit anormal, personne n'a décelé le mauvais positionnement du doigt d'entraînement. Le déraillement de ce doigt a provoqué le blocage de l'axe cannelé immobilisant l'intégralité du système de guidage. Toutefois, l'entraînement de l'axe de guidage continuait de tourner et s'est rompu au niveau de sa roue en forme de croix de Malte suite à des efforts tangentiels anormalement élevés.

Malgré le fait que le système de guidage était hors fonction, l'enroulement du câble s'est poursuivi de manière irrégulière en se superposant à proximité de la zone de passage du système de guidage jusqu'à ce que certaines parties du câble frottent contre les plaques à angles vifs du système de guidage, puis contre des éléments du châssis provoquant ainsi le blocage. Chaque mouvement du câble en tension contre ces plaques provoquait de graves dommages par écrasement et friction.

La présence de ces plaques à arêtes vives était due à l'application des modifications obligatoires contenues dans le bulletin technique 109K-18 du constructeur et approuvées par les services de certification.

Il apparaît clairement que cette modification destinée à améliorer le système de guidage a induit un grand risque d'endommagement du câble en cas de blocage de l'entraînement du système de guidage. Selon toute vraisemblance, ce cas de défaillance et ses conséquences n'avaient pas été envisagés ou simulés par le constructeur ni par les autorités de certification italiennes. En effet, les instances responsables se seraient vite rendu compte du danger potentiel dû à la présence de ces plaques à angles vifs en cas de contact avec le câble mis en tension par la charge.

La simulation du déroulement de l'accident par les experts de l'EMPA a permis de mettre en évidence une concordance pratiquement complète avec la rupture du câble constatée lors de l'accident.

Aspect opérationnel

Les opérations helitreuillées de l'hélicoptère HB-XWD avec le treuil modifié BL-29700-7 avait débuté un peu plus d'un mois avant l'accident. Durant ce laps de temps relativement court, une trentaine de cycles ont été effectués. Cinq jours avant l'accident, un bruit anormal a été entendu lors du 18ème cycle du treuil, sans blocage ou variation de vitesse de l'enroulement du câble.

Au retour de sa mission, le pilote a correctement inscrit cet incident et avisé oralement l'équipage du lendemain. Le jour suivant, le pilote de service a pris note de l'incident et décidé d'effectuer un contrôle comme prescrit par la fiche technique.

Lors de ce test en vol, le câble a été entièrement déroulé (50 m) et rembobiné avec une charge. La centrale et le service technique de REGA ont été avisés qu'aucune défectuosité n'avait été constatée lors de ce contrôle.

Il est très vraisemblable que le bruit anormal provenait de la mauvaise position du doigt de guidage qui commençait à attaquer l'arête de la gorge de l'axe de guidage. Sans démontage, cette défectuosité est pratiquement indétectable à l'œil nu.

Le 31 juillet 1997, l'équipage de l'hélicoptère HB-XWD n'avait aucune raison de se méfier du treuil puisque la démonstration de sauvetage comprenant 7 cycles s'était parfaitement déroulée. De même, la mise en place du médecin dans la forêt s'est passée sans problème. Il est donc logique d'admettre qu'à ce moment-là, le câble ne présentait aucun dommage et s'enroulait normalement.

Lors de la dernière opération de remontée du câble avec la patiente installée à l'horizontale dans le filet et le médecin en position verticale, le treuilliste déclare avoir entendu un premier bruit à une hauteur d'env. 15 m. Ce bruit a rapidement cessé alors que la vitesse de remontée du treuil a continué d'être normale. Vers 3,5 m, ce qui représente un laps de temps d'env. 16 secondes, le treuil s'est arrêté.

Surpris par cet arrêt, le treuilliste a manipulé sa commande électrique qui devait être active en descente mais plus en remontée en raison du mau-vais enroulement sur le tambour. L'essai de commande d'enroulement effectuée par le pilote sur la demande du treuilliste a donné logiquement le même résultat.

Ni le treuilliste, ni le pilote ne pouvaient se douter qu'à chaque essai, le câble se déroulait en se frottant contre des plaques métalliques dont les arêtes agissaient comme des couteaux. Dans l'impossibilité d'amener le médecin à la hauteur du patin de l'hélicoptère, l'équipage a logiquement tenté d'amener les deux personnes suspendues par une translation lente au lieu de dépose prévu.

Au moment de l'approche, le treuilliste s'est penché au dehors et a probablement manipulé sa commande électrique vers le bas de manière à assurer la dépose des deux personnes à l'endroit précis. Le câble déjà endommagé s'est à nouveau frotté contre les arêtes des plaques et fragilisé au point qu'il ne pouvait plus supporter la masse des deux personnes. Cette dernière manipulation explique la différence d'extension du câble (3,5 m – 5 m) constatée entre le blocage initial du treuil et la rupture.

La simulation de l'accident a montré que 2,5 mouvements de montée et de descente suffisaient pour que le câble endommagé ne puisse plus supporter la charge de 147 kg. Il faut garder à l'esprit que durant toutes ces opérations, le regard du treuilliste devait être constamment dirigé vers le bas pour surveiller la stabilité des deux personnes suspendues puis vers l'endroit de dépose. Selon toute vraisemblance, la partie endommagée du câble n'est jamais passée dans le champ de vision du treuilliste.

3. CONCLUSIONS

3.1 Faits établis

- Le pilote était titulaire d'une licence de pilote professionnel valable et le sauveteur était autorisé à l'emploi du treuil.
- Aucun élément n'indique que l'équipage de l'hélicoptère HB-XWD ait affecté dans leur état de santé lors du vol faisant l'objet de ce rapport.

- L'hélicoptère HB-XWD était admis en exploitation commerciale de jour et nuit, ainsi qu'aux décollages par brouillard au sol ou brouillard élevé.
- Au moment de l'accident, la masse et le centrage se trouvaient dans les limites prescrites.
- Le treuil de sauvetage modifié BL-29700-7 S/N 006 CM avait été installé le 27 juin 1997 sur l'hélicoptère HB-XWD. Le 27 juillet 1997, un test de fonctionnement a été effectué suite à l'apparition d'un bruit anormal le jour précédent.
- Au remontage du treuil modifié BL-29700-7, S/N 006 CM, le doigt de guidage a été installé de façon incorrecte chez le constructeur.
- Le jour de l'accident, 8 cycles de treuillage ont été effectués sans incident.
- Au moment de l'accident, le treuil S/N 006 CM totalisait une trentaine de cycles après les modifications rendues obligatoires en usine par l'intermédiaire du bulletin technique 109K- 1 8.
- Après le blocage du treuil, le treuilliste puis le pilote ont actionné leur commande pour tenter de remonter les deux personnes suspendues représentant une masse de 147 kg.
- L'équipage n'avait pas connaissance des prescriptions d'utilisation REGA, éditées en allemand, en cas de blocage du treuil.
- Le rapport de l'EMPA démontre que la rupture du câble est due à son endommagement provoqué par les frottements répétés du câble contre les arêtes de plaques en acier installées lors de la modification du treuil.
- Une simulation de la rupture du câble a montré qu'il suffisait de 2,5 mouvements de montée et de descente pour que le câble endommagé ne puisse plus supporter la charge de 147 kg.
- Au moment de l'accident, la situation météorologique était la suivante:

Crête de haute pression sur le Golfe de Gascogne. Front froid peu actif sur la France. Courant modéré d'ouest. Dans les Alpes, le temps était encore partiellement ensoleillé le matin, puis très nuageux l'après-midi avec sct/5000-8000 ft/msl et bkn/ovc à 20000 ft puis 15000 ft/msl. Visibilité supérieure à 10 km. Pas de précipitations. A 1500 m, vent d'ouest à nord, 25-50 km/h, quelques turbulences possibles.

3.2 Cause

L'accident est dû à la rupture du câble suite à la manipulation inadéquate du treuil bloqué. Ont contribué:

- un montage incorrect du doigt de guidage ayant provoqué un déraillement de ce dernier et un blocage du système de guidage du câble, ce qui a eu pour conséquence des frottements successifs du câble mal enroulé contre les arêtes de plaques métalliques installées après une modification d'usine;
- la non-communication des recommandations et directives REGA à l'équipage.

4. RECOMMANDATIONS

1. Lors d'une modification technique requise par le constructeur, les autorités de certification concernées doivent exiger la démonstration et la garantie que cette modification n'induit pas de danger potentiels en cas de défaillance d'un des composants du système en cause.
2. Lors de la publication de directives, les responsables administratifs et techniques de l'exploitant doivent s'assurer de la bonne réception et compréhension de ces documents.
3. A l'assemblage d'un optionnel certifié sur un aéronef, le constructeur doit apporter la démonstration de conformité relative à la navigabilité et les autorités de certification doivent vérifier cette démonstration dans toute l'enveloppe de vol de l'aéronef concerné.
4. S'agissant d'une flotte d'hélicoptères de sauvetage, le treuil devrait être considéré comme composant de base dès la conception de l'hélicoptère.

Berne, le 1er juin 2000

COMMISSION FÉDÉRALE SUR LES ACCIDENTS D'AVIATION

André Piller, Président

Jean-Bernard Schmid

Rémy Henzelin

Matthias Schmid

Maja Schwarzenbach