



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Büro für Flugunfalluntersuchungen BFU
Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation BEA
Ufficio d'inchiesta sugli infortuni aeronautici UIIA
Uffizi d'inquisiziun per accidents d'aviatica UIAA
Aircraft accident investigation bureau AAIB

Rapport final no. 1960 du Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

concernant l'accident
de l'hélicoptère SA 315B Lama, HB-XFX
survenu le 10 juillet 2004
à la Signalkuppe, Commune de Zermatt / VS
à environ 57 km au sud-est de Sion

Ursache

Der Unfall ist auf einen Kontrollverlust über den Helikopter zurückzuführen. Bei der ersten Kollision mit dem Gelände wurde der Helikopter derart beschädigt, dass das Triebwerk ausfiel.

Zum Unfall hat beigetragen:

- Betrieb des Helikopters an der Leistungslimite unter schwierigen Umweltbedingungen.

Remarques générales sur le présent rapport

Le présent rapport exprime les conclusions du BEAA sur les circonstances et les causes de cet accident.

Conformément à la Convention relative à l'aviation civile internationale (OACI, Annexe 13), l'enquête sur un accident d'aviation ou un incident grave a pour seul objectif la prévention de futurs accidents ou incidents. Elle ne vise nullement à la détermination des fautes ou des responsabilités. Selon l'art. 24 de la loi fédérale sur l'aviation, l'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un incident grave.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

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

Sauf indication contraire, toutes les heures indiquées dans ce rapport le sont en heure normale valable pour le territoire suisse (*local time* – LT) qui au moment de l'accident correspondait à l'heure d'été de l'Europe centrale (*central european summer time* – CEST). La relation entre LT, CEST et l'heure universelle coordonnée (*co-ordinated universal time* – UTC) est: $LT = CEST = UTC + 2 \text{ h}$.

Pour des questions de protection des données et de simplification du texte, ce rapport est exclusivement rédigé au masculin générique.

Table des matières

Table des matières.....	4
Synopsis.....	6
Sommaire.....	6
Enquête.....	6
1 Renseignements de base	7
1.1 Déroulement du vol	7
1.1.1 Préliminaires	7
1.1.2 Le vol de l'accident.....	7
1.1.3 Alerte et sauvetage	11
1.2 Tués et blessés	12
1.3 Dommages à l'aéronef.....	12
1.4 Autres dommages.....	12
1.5 Renseignements sur le personnel	12
1.5.1 Pilote	12
1.5.2 Passagers.....	12
1.6 Renseignements sur l'aéronef.....	13
1.7 Conditions météorologiques.....	13
1.7.1 Généralités	13
1.7.2 Situation météorologique générale.....	13
1.7.3 Conditions météorologiques sur le lieu et au moment de l'accident	14
1.7.4 Conditions météorologiques selon les témoins oculaires.....	15
1.8 Aides à la navigation	17
1.9 Télécommunications.....	17
1.10 Renseignements sur l'aérodrome.....	17
1.11 Enregistreurs de vol.....	17
1.12 Renseignements sur l'épave, l'impact et le lieu de l'accident.....	17
1.12.1 Renseignements sur l'épave.....	17
1.12.2 Renseignements sur le lieu de l'accident	18
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	18
1.14 Incendie.....	18
1.15 Question relative à la survie des occupants.....	18
1.16 Essais et recherches	18
1.16.1 Examen du moteur	18
1.16.2 Examen du système d'alimentation en carburant.....	19
1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion	20
1.18 Renseignements supplémentaires	20
1.18.1 Préparation du vol	20
1.18.2 Limitations prévues par le manuel de vol	21

2	Analyse.....	22
2.1	Aspects techniques.....	22
2.1.1	Moteur	22
2.1.2	Rotor de queue	22
2.1.3	Autorotation.....	22
2.2	Aspects météorologiques	23
2.2.1	Situation générale	23
2.2.2	Gradient vertical de température	23
2.2.3	Vent dans la cuvette de la vallée de Zermatt.....	23
2.2.4	Vent aux abords de la Signalkuppe	24
2.2.5	Conclusion	25
2.3	Aspects opérationnels et humains	25
3	Conclusions.....	27
3.1	Faits établis	27
3.2	Cause	27
	Annexes	28
	Annexe 1	28
	Annexe 2	29
	Annexe 3	30

Rapport final

Propriétaire	Air Zermatt SA, 3920 Zermatt
Exploitant	Air Zermatt SA, 3920 Zermatt
Type d'aéronef	SA 315B
Pays d'immatriculation	Suisse
Immatriculation	HB-XFX
Lieu de l'accident	Signalkuppe, commune de Zermatt / VS à environ 57 km au sud-est de Sion coordonnées nationales Suisse (<i>Swiss Grid</i>): 633 313 / 086 250 coordonnées WGS84: 44° 55' 37.3" / 007° 52' 05.0" Altitude: 4320 m/M (14 173 ft AMSL) Carte topographique de la Suisse: 1:25 000 Feuille: 1348 Zermatt
Date et heure	10 juillet 2004, 10:57 h

Synopsis

Sommaire

Lors d'un transport de passagers de l'héliport de Zermatt vers la cabane Margherita à 4554 m/M dans le massif du Mont Rose, l'hélicoptère immatriculé HB-XFX est endommagé lors de l'impact sur une crête en dessous de la cabane. La turbine perd alors toute sa puissance. L'engin fait une chute sur le glacier enneigé situé en contrebas.

Le pilote et les passagers subissent de graves blessures. L'hélicoptère est sérieusement endommagé.

Enquête

L'accident s'est produit le matin à 10:57 h. L'héliport de Zermatt, le 118 et le service de garde italien à Alagna ont été immédiatement informés par plusieurs alpinistes. Les blessés ont pu être secourus très rapidement et transportés à l'hôpital.

Une enquête a été ouverte vers 14:00 h par le BEAA en collaboration avec la police cantonale valaisanne.

L'accident est dû à la perte de contrôle de l'hélicoptère. Lors du premier impact avec le terrain, les dommages subis par l'hélicoptère ont été tels que la turbine ne fournissait plus de puissance.

Facteurs ayant joué un rôle dans l'accident:

- Conduite de l'hélicoptère à la limite de sa puissance dans un environnement difficile.

1 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Préliminaires

Comme le pilote a eu de la difficulté à se remémorer les événements survenus avant le vol et qu'il n'a gardé aucun souvenir de l'accident, on dispose uniquement des informations des personnes se trouvant dans l'entourage du pilote du HB-XFX au moment des faits.

Le matin du 10 juillet 2004, vers 08:00 h, le pilote du HB-XFX reçoit le programme de la journée. Il effectue le contrôle pré-vol de l'hélicoptère qui lui est attribué et se renseigne sur les conditions météorologiques à l'aide de la *livecam* sur internet. La situation météorologique semble généralement bonne.

Selon son programme, il effectue deux premiers transports de matériel à partir de la base de Zermatt avec une rotation en direction de Trift, suivi d'une seconde vers la cabane du Rothorn. Ces deux missions peuvent être exécutées. Suite à des difficultés liées aux conditions météorologiques, il rentre à la base de Zermatt avec un retard de dix minutes. Le troisième vol, où un passager et du matériel doivent être transportés à la cabane Domhütte, est annulé par le client en raison de la météo; sur la place d'atterrissage envisagée, il y règne brouillard, neige et il vente. Pour le prochain vol, il est prévu d'emmener des scientifiques à la cabane Margherita, au Mont Rose.

Les passagers du vol arrivent vers 10:00 h à l'héliport de Zermatt. La mission avait été convenue quelques jours auparavant entre le chef du service de vol et le client pour ce 10 juillet 2004 à 10:15 h.

Après avoir atterri, le pilote coupe la turbine et se rend au bureau. Selon les affirmations du pilote et conformément au carnet de contrôle du carburant de l'hélicoptère, la machine a été avitaillée par un mécanicien et le réservoir contenait près de 200 litres de carburant. Cependant, le pilote ne se souvient plus de la façon dont il avait préparé le vol.

Une fois retourné à l'hélicoptère HB-XFX, le pilote monte à bord de l'appareil et met en route le moteur. Un assistant de vol accompagne les passagers vers l'hélicoptère. Il les aide à s'installer et à attacher leur ceinture.

1.1.2 Le vol de l'accident

Comme le pilote ne se souvient plus du déroulement du vol, on ne dispose que d'informations approximatives sur l'itinéraire du vol. Un passager a pris une série de photos durant le vol. Grâce à ces photos ainsi qu'aux déclarations de témoins oculaires, il a été possible de reconstituer une partie de la trajectoire du vol (voir annexe 1).

L'hélicoptère HB-XFX décolle à 10:43 h. Selon les déclarations des passagers, le vol jusqu'à la cabane Regina-Margherita se déroule normalement.

La cabane se situe sur la Signalkuppe, à une altitude de 4554 m/M.

Arrivé par le nord-ouest, l'hélicoptère survole le Grenzgletscher à env. 4100 – 4200 m/M, puis effectue, à l'ouest de la Signalkuppe, une ascension jusqu'à la hauteur de la cabane tout en volant en direction du nord. Peu après la cabane, donc au nord-ouest de la Signalkuppe, il effectue un virage à gauche et se dirige vers le sud en descendant ce qui correspond à une volte de reconnaissance. Durant la période qui suit, l'hélicoptère n'est pas observé. Peu après, il est aperçu

au sud de la Signalkuppe, nettement en dessous de la hauteur de la cabane. Son nez est alors dirigé vers le nord-ouest et l'hélicoptère suit la crête.

Selon les déclarations des passagers et des témoins oculaires, l'hélicoptère fait soudainement un mouvement vers le bas et touche le sol.

Après l'impact sur le champ de glace de la Signalkuppe, l'hélicoptère poursuit son vol vers l'ouest. A une hauteur d'environ vingt mètres, le pilote crie un avertissement qui est interprété de différentes manières par les passagers:

P1: *„Ich glaube in diesem Moment wahrgenommen zu haben, dass der Pilot Sch*** oder so etwas ähnliches sagte.“*, soit: Je crois avoir entendu à ce moment que le pilote disait m*** ou quelque chose de similaire.

P2: *„Haltet euch fest“*, soit: Tenez-vous bien.

P3: *„Wir schlagen auf “*, soit: Nous heurtons le sol.

P4: *„Ich habe auch kein Schreien wahrgenommen. (...) Der Pilot sprach überhaupt nichts, zumindest habe ich nichts wahrgenommen.“*, soit: Je n'ai également pas perçu de cri. (...) Le pilote n'a absolument rien dit, du moins je n'ai rien entendu.

Le déroulement de l'accident a été décrit de la manière suivante:

Témoin oculaire:	A1	=	Gardien de la cabane
	A2	=	Guide de montagne
	A3	=	Guide de montagne
	A4	=	Guide de montagne
	A5	=	Guide de montagne
	A6	=	Pilote d'un hélicoptère A109 italien
	A7	=	Pilote de sauvetage
Passagers:	P1	=	Avant gauche
	P2	=	Arrière droit
	P3	=	Arrière milieu
	P4	=	Arrière gauche

P1: *„Als der Pilot den Grat rechts der Hütte anfliegen wollte, auf der flachen Seite, hatte ich den Eindruck, als fielen wir in ein Luftloch. Die Distanz von Helikopter zur Schneedecke betrug cirka 5 Meter.“*

Traduction:

Lorsque le pilote a voulu effectuer une approche vers la crête à droite de la cabane, sur la partie plate, j'ai eu l'impression que nous tombions dans un trou d'air. La distance entre l'hélicoptère et la manteau neigeux était d'environ 5 mètres.

Fin de traduction.

P2: *„Als wir dem Grat nach flogen brach der Helikopter plötzlich nach links weg. Es gab aber keinen Ruck oder sonst etwas, was mich auf eine Notsituation hätte schliessen lassen. Auch konnte ich keinen Einfluss von Aussen wie starker Wind oder Böenartige Windstösse ausmachen. Der Helikopter befand sich immer noch im Sinkflug und der Boden kam immer näher. Bis zu diesem Zeitpunkt hatte ich aber immer noch das Gefühl, dass der Pilot alles unter Kontrolle hat. Dann schlugen wir relativ hart, wie ich mich erinnern kann, auf einem Buckel auf.“*

Traduction:

Tandis que nous longions la crête, l'hélicoptère a subitement viré à gauche. Il n'y a cependant pas eu de secousse ou autre chose qui m'aurait fait penser à une situation de détresse. Je n'ai pas non plus remarqué d'influence externe comme un fort vent ou des rafales. L'hélicoptère continuait sa descente et s'approchait toujours plus du sol. Jusqu'à ce moment, j'avais toujours le sentiment que le pilote contrôlait la situation. Puis, autant que je puisse m'en rappeler, nous avons heurté assez durement une bosse.
Fin de traduction.

P3: *„Beim erneuten Ansteigen hat es geschüttelt, dann wurden wir gegen eine Schneekuppe gedrückt ...“*

Traduction:

Il y a eu des secousses lorsque nous sommes remontés, puis nous avons été plaqués contre un sommet enneigé ...
Fin de traduction.

P4: *„Und als wir über einem Vorsprung waren, wo man dann praktisch den Gletscher gesehen hatte, sind wir kurz danach mit den Kufen auf dem Schnee oder Eis aufgekommen. Nicht sanft, sondern stark aufgeschlagen. Ich denke mir, dass aufgrund eines Luftloches oder infolge von Luftturbulenzen zum ersten Aufprall kam.“*

Traduction:

Et comme nous nous trouvions au-dessus d'une saillie d'où l'on voyait pratiquement le glacier, nous avons touché peu après avec les patins sur la neige ou sur la glace. Pas en douceur, l'impact était fort. Je pense que le premier impact s'est produit en raison d'un trou d'air ou de turbulences.
Fin de traduction.

A1: *„Subito dopo è sceso verso il colle Sesier, uscendo dalla mia visuale. Pochi attimi dopo l'ho visto spuntare sotto la cresta e fare un movimento di picchiata, scomparendo nuovamente alla mia vista. E' nuovamente tornato nel mio campo visivo e l'ho visto attraversare la normale traccia di salita. Dalla coda usciva del fumo e l'elicottero scendeva rapidamente verso il punto dove ha in seguito impattato.“*

Traduction:

Aussitôt après cet impact, il est descendu en direction du Seserjoch et est sorti de mon champ visuel. Quelques instants plus tard, je l'ai observé en dessous de la crête qui faisait un mouvement descendant, puis je l'ai de nouveau perdu de vue. Quand il est revenu dans mon champ visuel, je l'ai vu traverser la trace normale de montée. De la fumée sortait du fuselage et l'hélicoptère descendait très rapidement en direction du point où il est ensuite entré en collision avec le sol.
Fin de traduction.

A2: *„Ho visto l'elicottero andare molto vicino al pendio di ghiaccio e urtarlo con il pattino destro. Mi trovo a circa 100 m di distanza e non posso dare altri dettagli. L'elicottero ha subito girato verso ovest e l'ho visto perdere quota. In seguito è sparito alla mia vista dietro il plateau di neve e non ho visto l'impatto con il suolo. Ho avuto l'impressione che il traliccio di coda fosse piegato.“*

Traduction:

J'ai vu l'hélicoptère s'approcher très près de la pente recouverte de glace et la heurter avec le patin droit. Je me trouvais à une centaine de mètres et ne peux pas donner d'autres détails. L'hélicoptère a subitement viré à l'ouest et je l'ai vu perdre de l'altitude. Ensuite, il a disparu de mon champ visuel derrière le plateau de neige et je n'ai pas pu observer l'impact au sol. J'avais l'impression que le fuselage en treillis était plié.

Fin de traduction.

- A3: *"In seguito l'ho visto spuntare da sud e volare con prua verso lo Zumstein, circa alla mia altezza, forse 50 m più in alto. A metà del Rivetto, a circa 20-30 m di distanza, ha eseguito un movimento brusco con la coda, che si è spostata verso destra. Contemporaneamente ha perso qualche metro di quota e ha urtato il ghiaccio con il pattino destro. Ho avuto l'impressione che avesse toccato anche la bequille ma non posso dirlo con precisione. Al momento dell'urto ho notato dei frammenti di ghiaccio schizzare via. Dopo l'urto ha girato leggermente verso est e ha planato in direzione Grenz. (...) Ad un certo punto è caduto praticamente in verticale. Ho udito la turbina funzionare e ho visto il rotore principale girare. Il pattino destro era deformato nella sua parte posteriore, mi è sembrato di vedere qualche cosa che pendeva da dietro la copertura del serbatoio e ho visto una scia chiara che usciva da dietro."*

Traduction:

Puis, je l'ai vu venant du sud et se diriger vers le Zumstein, à peu près à ma hauteur, peut-être 50 mètres plus haut. Au milieu du champ de glace, à 20 ou 30 mètres de ma position, il a fait un brusque mouvement avec le fuselage qui s'est déplacé vers la droite. En même temps, il a perdu quelques mètres de hauteur et a heurté le champ de glace avec le patin droit. J'avais l'impression qu'il a également touché la glace avec la béquille de protection du rotor de queue, mais je ne peux pas l'affirmer avec certitude. Au moment de l'impact, j'ai vu voler quelques morceaux de glace. Après le contact, il s'est tourné légèrement vers l'est et a plané vers Grenz. (...) Soudain, il a fait une chute pratiquement à la verticale. J'entendais que la turbine fonctionnait et voyais que le rotor principal tournait. La partie arrière du patin droit était déformée et il m'a semblé voir quelque chose qui pendait derrière la couverture du réservoir de carburant. J'ai vu une traînée claire s'échapper par l'arrière.

Fin de traduction.

- A4: *"Ho visto un elicottero arrivare dal ghiacciaio del Grenz e come al solito ho guardato. In seguito ho continuato a camminare. Per caso, quando ho nuovamente alzato gli occhi, l'ho visto muoversi leggermente a sud della capanna e l'ho visto picchiare contro il ghiaccio e muoversi in modo scomposto. In quel momento il muso dell'elicottero era rivolto verso Zermatt. Ha continuato scendendo lentamente poi è passato sopra di me, ha alzato leggermente il muso ed in seguito è caduto di botto da un'altezza di 20-30 m. Sentivo un sibilo ma mi è sembrato di udire un rumore discontinuo che non posso qualificare. Mi è sembrato che il traliccio fosse leggermente storto verso sinistra come se avesse preso un colpo da destra. Inoltre ho visto che lasciava una scia biancastra dietro di se."*

Traduction:

J'ai vu un hélicoptère venant du Grenzgletscher et je l'ai observé comme je le fais d'habitude. Puis j'ai poursuivi ma route. En levant les yeux par hasard, je l'ai vu se déplacer légèrement au sud de la cabane. Je l'ai vu heurter la glace puis se déplacer de manière inhabituelle. Le nez de l'hélicoptère était alors dirigé vers Zermatt. Il a continué son vol en descendant lentement, il est passé en dessus de moi, a relevé le nez puis a subitement fait une chute de 20 à 30 mètres. J'ai entendu un sifflement, mais je crois aussi avoir entendu un son discontinu que je ne saurais qualifier. Il m'a semblé que le fuselage en treillis s'est légèrement tordu vers la gauche, comme s'il avait reçu un coup de la droite. De plus, j'ai vu une traînée blanchâtre derrière lui.

Fin de traduction.

A5: *Ho sentito arrivare l'elicottero e l'ho visto girare attorno alla capanna, un po' più in alto. In seguito l'ho visto arrivare da sud e abbassarsi molto velocemente. Mi è sembrato fuori dall'ordinario e ho pensato che andasse a schiantarsi. Ha eseguito una virata e si è abbassato verso il ghiacciaio del Grenz. Mentre l'osservavo ho visto che lasciava una scia bianca dietro di sé, forse olio o cherosene. Ha continuato a scendere verso il ghiacciaio, poi si è fermato ed è precipitato in verticale. Durante la discesa girava normalmente (NdR il rotore), ma quando è caduto al suolo le pale erano ferme e non giravano più."*

Traduction:

J'ai entendu arriver l'hélicoptère et l'ai vu tourner autour de la cabane, un peu plus haut. Puis je l'ai vu venant du sud et descendre très rapidement. Cela me paraissait inhabituel et je pensais qu'il allait s'écraser. Après avoir effectué un virage, il est descendu en direction du Grenzgletscher. En l'observant, j'ai vu qu'il laissait une traînée blanche derrière lui, peut-être de l'huile ou du kérosène. Il a poursuivi sa descente vers le glacier, s'est arrêté et a fait une chute à la verticale. Durant la descente, il tournait normalement [Note du BEAA: le rotor], mais au moment de l'impact au sol, ses pâles étaient immobiles et ne tournaient plus.

Fin de traduction.

L'hélicoptère fait une chute pratiquement à la verticale, légèrement incliné vers la droite, et tombe à plat sur le glacier enneigé (voir annexe 2). Quatre des cinq occupants subissent de graves blessures au dos. L'un d'entre eux parvient à s'extraire de l'épave.

1.1.3 Alerte et sauvetage

L'héliport de Zermatt, le 118 et le service de garde italien à Alagna ont été immédiatement alertés par plusieurs alpinistes.

Une première équipe de secours est arrivée d'Italie sur le lieu de l'accident à bord d'un AB412, elle a secouru l'un des passagers et l'a conduit à l'hôpital d'Aoste. Un autre hélicoptère venant d'Italie, un Agusta 109, a emmené un médecin et un guide de montagne sur le lieu de l'accident. Les équipes de secours suisses arrivées peu après à bord d'un SA315, d'un EC135 et de deux AS350 ont secouru les derniers blessés et les ont transportés à Viège, Berne et Lausanne.

1.2 Tués et blessés

Blessures	Equipe	Passagers	Tiers
Mortelles	---	---	---
Graves	1	4	---
Légères ou aucune	---	---	---

1.3 Dommages à l'aéronef

Sérieusement endommagé.

1.4 Autres dommages

Aucun.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Pilote

Données personnelles	Citoyen suisse, année de naissance 1971
Licences	Licence de pilote professionnel (H), délivrée par l'OFAC. Octroyée pour la première fois le 20.06.2002, valable jusqu'au 13.03.2005. Licence de pilote privé (H), délivrée par l'OFAC. Octroyée pour la première fois le 16.12.1997, valable jusqu'au 13.03.2006.
Qualifications	RTI(VFR), NIT(H), MOU(H)
Qualifications à proroger	AL II, AS 350 Types, B 206/206L, R 22, SA 315B
Certificat médical	Classe 1, sans restriction
Dernier examen médical	19.02.2004

1.5.1.1 Expérience de vol

Total	2123:39 h
Sur le type en cause	403:36 h
Au cours des 90 derniers jours	65:41 h
Dont sur le type en cause	48:21 h

1.5.2 Passagers

Ressortissant allemand, né en 1971, sans formation aéronautique.

Ressortissant allemand, né en 1962, sans formation aéronautique.

Ressortissant suisse, né en 1946, sans formation aéronautique.

Ressortissant suisse, né en 1973, sans formation aéronautique.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

Constructeur	Eurocopter France/Aérospatiale
Type d'aéronef	SA 315B Lama
Caractéristiques	Hélicoptère 5 places
Année de construction / no de série	1976 / 2445
Turbine	Turbomeca Artouste III B 1, S/N 2290
Système de rotor	Rotor principal à 3 pales, rotor de queue à 3 pales
Equipement	Treuil et élingue
Equipement d'oxygène	Aucun système d'oxygène n'était disponible à bord de l'hélicoptère. Selon l'art. 7.8 du FOM, Art. 7.8, un tel système n'était pas prescrit.
Champ d'utilisation	VFR de jour, en exploitation commerciale VFR de jour et VFR de nuit, en exploitation non commerciale
Heures d'exploitation	15 778 h
Masse et centrage	Masse maximale autorisée au décollage: 1950 kg Masse au moment de l'accident: env. 1790 kg Centre de gravité longitudinal: env. 2.8 m Les deux valeurs se trouvaient dans les limites prescrites.
Certificat de navigabilité	Etabli le 06.06.1995
Entretien	Dernier contrôle 100 h de la cellule et du moteur attesté le 16.05.2004 Dernier contrôle journalier attesté le 09.07.2004
Type de carburant	Jet A1
Carburant à bord	Environ 170 lt
Autonomie	Presque 1 h

1.7 Conditions météorologiques

1.7.1 Généralités

Les informations relatives aux chapitres 1.7.2 et 1.7.3 ont été fournies par MétéoSuisse.

1.7.2 Situation météorologique générale

Ein schwacher Hochdruckausläufer erstreckte sich vom Atlantik bis zu den Alpen. Vorerst wurde mit südwest-westlichen Höhenwinden noch feuchtkühle und labil geschichtete Luft in die Schweiz geführt. Im Verlaufe des Tages fand aber eine Abtrocknung statt.

Traduction:

Une faible crête de haute pression s'étendait de l'Atlantique aux Alpes. Des vents d'altitude d'ouest sud-ouest ont tout d'abord amené de l'air humide et instable en Suisse. L'atmosphère est cependant devenue plus sèche en cours de journée.
Fin de traduction.

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

<i>Wetter/Wolken</i>	<i>2-3/8 auf 6000 ft/AMSL, 2-3/8 auf 10 000 ft/AMSL, 2-3/8 auf 28 000 ft/AMSL</i>	
<i>Sicht</i>	<i>über 10 km</i>	
<i>Wind</i>	<i>siehe Tabelle</i>	
<i>Temperatur/Taupunkt</i>	<i>-10 °C / -30 °C, 0 °C Grenze auf 8500 ft/AMSL</i>	
<i>Luftdruck</i>	<i>QNH LSZH 1019 hPa, QNH LSZA 1012 hPa</i>	
<i>Gefahren</i>	<i>Mässige Turbulenzen, lokal wechselnde Windverhältnisse möglich</i>	
<i>Sonnenstand</i>	<i>Azimut: 113°</i>	<i>Höhe: 50°</i>

Messungen um 08:50 UTC:

<i>Station</i>	<i>Höhe m/M</i>	<i>Höhe Ft/AMSL</i>	<i>Temp.</i>	<i>Taupkt.</i>	<i>Wind- richtung</i>	<i>Windge- schwind.</i>	<i>Wind- spitzen</i>
<i>Gornergrat</i>	<i>3130</i>	<i>10'629</i>	<i>-01</i>	<i>-03</i>	<i>W</i>	<i>2-3 kt</i>	<i>6-7 kt</i>
<i>Diablerets</i>	<i>2966</i>	<i>9'731</i>	<i>-04</i>	<i>-05</i>	<i>WSW</i>	<i>4-8 kt</i>	<i>14-18 kt</i>
<i>Eggishorn</i>	<i>2893</i>	<i>9'491</i>	<i>-03</i>	<i>-03</i>	<i>ESE</i>	<i>5 kt</i>	<i>8 kt</i>
<i>Gr.St.Bernh.</i>	<i>2472</i>	<i>8'110</i>	<i>+00</i>	<i>-00</i>	<i>E</i>	<i>4-11 kt</i>	<i>11-15 kt</i>

Windwerte auf 4500 m/M in der freien Atmosphäre gemäss Radiosondagen

<i>Payerne 00 UTC</i>	<i>SW 25 kt</i>	<i>Milano 00 UTC</i>	<i>WSW 30 kt</i>
<i>Payerne 12 UTC</i>	<i>W 25 kt</i>	<i>Milano 12 UTC</i>	<i>W 30 kt</i>

Traduction:

Temps/nuages 2-3/8 à 6000 ft/AMSL, 2-3/8 à 10 000 ft/AMSL, 2-3/8 à 28 000 ft/AMSL

Visibilité Plus de 10 km

Vent Voir tableau

Température / point de rosée -10 °C / -30 °C, isotherme 0 °C à 8500 ft/AMSL

Pression atmosphérique	QNH LSZH 1019 hPa, QNH LSZA 1012 hPa
Dangers	Turbulences modérées, possibilité de vents variables localement
Position du soleil	Azimut: 113° Élévation: 50°

Mesures à 08:50 UTC:

Station	Altitude m/M	Altitude Ft/AMSL	Temp.	Point de rosée	Direction du vent	Vitesse du vent	Pointes de vent
Gornergrat	3130	10'629	-01	-03	O	2-3 kt	6-7 kt
Diablerets	2966	9'731	-04	-05	OSO	4-8 kt	14-18 kt
Eggishorn	2893	9'491	-03	-03	ESE	5 kt	8 kt
Gr.St.Bernard	2472	8'110	+00	-00	E	4-11 kt	11-15 kt

Valeurs du vent en atmosphère libre à 4500 m/M, selon les radiosondages:

Payerne 00:00 UTC	SW 25 kt	Milan 00:00 UTC	WSW 30 kt
Payerne 12:00 UTC	W 25 kt	Milan 12:00 UTC	W 30 kt

Fin de traduction.

Vents locaux au lieu de l'accident:

Selon les informations de MétéoSuisse, en atmosphère libre à 4500 m/M, le vent soufflait d'ouest sud-ouest.

Des témoins oculaires, connaissant bien la région, se trouvaient à proximité immédiate du lieu de l'accident. Ils ont constaté un vent local du nord-ouest (voir 1.7.4). Des tourbillons et des cisaillements du vent se sont formés sur la crête de la montagne.

1.7.4 Conditions météorologiques selon les témoins oculaires

A1: *"Nella zona dove volava l'elicottero, la visibilità era ottima, mentre sul versante italiano vi era una certa nuvolosità. Vi era un vento da Nord-Ovest che soffiava in modo costante a 55-60 km/h come dagli anemometri in mio possesso."*

Traduction:

La visibilité était excellente dans la zone où volait l'hélicoptère, alors qu'il y avait une certaine nébulosité sur le versant italien. Mes anémomètres indiquaient un vent constant du nord-ouest de 55-60 km/h.

Fin de traduction.

A2: *"Stimavo il vento da una direzione generale da Nord-Ovest con forza variabile e alcune raffiche. Abbiamo avuto occasione di volare sovente nell'ambito del soccorso alpino e reputo che la situazione del momento fosse difficile per l'avvicinamento e l'atterraggio."*

Traduction:

J'estimais la direction générale du vent venant du nord-ouest, de force variable avec quelques rafales. En tant que secouristes alpins, nous avons souvent l'occasion de voler et j'estime que les conditions régnant à ce moment-là étaient difficiles pour l'approche et l'atterrissage.

Fin de traduction.

- A3: Il vento era "... abbastanza forte, con raffiche irregolari e punte da 50 a 70 km/h."

Traduction:

Le vent était ... assez fort, avec des rafales irrégulières et des pointes de 50 à 70 km/h.

Fin de traduction.

- A4: "Mi trovavo in una zona abbastanza riparata. Il vento era continuo e non troppo forte."

Traduction:

Je me trouvais dans une zone assez abritée. Le vent était constant et pas trop fort.

Fin de traduction.

- A6: Ce pilote a survolé la cabane Margherita à 11:07 h.

"Io sono decollato da Aosta alle 11:05 e dopo circa 12 minuti ero in zona, sbarcavo il medico e la guida alpina, mi allontanavo in quanto un primo infornuto era pronto ad essere imbarcato dal AB412 decollato prima di me. Durante questa fase di attesa circuitavo in zona ed ho effettuato un'orbita anche nei pressi della capanna. In quel momento il vento era intorno ai 15-20 kts proveniente da nord-ovest. Visibilità ottima. La zona ad est della capanna era completamente coperta da un mare di nubi da sollevamento, la Valsesia era dunque non visibile. Detta copertura, tipica di questa stagione e ora, arrivava ai piedi della capanna e lambiva i colli Sesia e Gnifetti. Sorvolando detta zona ho notato una notevole turbolenza che associata al vento mi impegnava a controllare l'elicottero (A109) con qualche difficoltà.

Traduction:

J'ai décollé d'Aoste à 11:05 h et suis arrivé environ 12 minutes plus tard dans la région. J'ai laissé descendre le médecin et l'alpiniste et me suis éloigné étant donné qu'un premier blessé était prêt à être embarqué dans l'AB412 qui avait atterri avant moi. Durant cette période d'attente, j'ai effectué des voltes dans les environs en m'approchant aussi de la cabane. Le vent soufflait alors du nord-ouest avec une force de 15 à 20 kts. La visibilité était excellente. La zone à l'est de la cabane était entièrement couverte d'une mer de nuages, le Valsesia n'était donc pas visible. Cette couverture de nuage, typique pour cette heure de la journée et pour la saison, s'étendait jusqu'au pied de la cabane et frôlait le Seserjoch et la Signalkuppe. En survolant cette zone, j'ai remarqué une turbulence étrange qui, associée au vent, m'a rendu la conduite de l'hélicoptère plus difficile.

Fin de traduction.

- A7: Dans les 35 à 40 minutes après l'accident, le pilote d'un hélicoptère participant aux secours a atterri à proximité de l'emplacement final de l'épave sur le glacier. Il a déclaré: „Beim Landeplatz war praktisch kein Wind und ich hatte keine weiteren Probleme."

Traduction:

À la place d'atterrissage il n'y avait pratiquement pas de vent et je n'avais pas d'autres problèmes.

Fin de traduction.

1.8 Aides à la navigation

Sans objet.

1.9 Télécommunications

Il n'y a pas eu de communication radio.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

1.11 Enregistreurs de vol

Non prescrits ni installés.

1.12 Renseignements sur l'épave, l'impact et le lieu de l'accident

1.12.1 Renseignements sur l'épave

L'hélicoptère a chuté pratiquement à la verticale avec une légère inclinaison vers la droite. En raison de la violence du choc, l'hélicoptère s'est enfoncé d'environ un mètre dans la neige tendre. L'épave était orientée vers l'ouest.

Le patin droit était fortement plié vers le haut. Les pales du rotor étaient relativement peu endommagées. La pale bleue du rotor était coincée dans la structure du fuselage.

Le treuil s'était détaché de son support et a été retrouvé sur le siège du pilote.

Un segment de pale du rotor de queue a été retrouvé à env. 270 m du lieu de l'accident. Des traces de peinture grise ont été relevées sur cette pale. Elles provenaient de la surface de l'arbre d'entraînement du rotor de queue, qui n'a pas été retrouvé.



Fig.1: rotor de queue et arbre d'entraînement manquant.

1.12.2 Renseignements sur le lieu de l'accident

La place d'atterrissage de la cabane Regina-Margherita est située à 4554 m/M et avait au moment des faits une longueur d'environ 12 m dans le sens est-ouest et une largeur d'environ 8 m dans le sens nord-sud.

Le pilote connaissait la place d'atterrissage et y avait déjà effectué plusieurs atterrissages.

L'hélicoptère a tout d'abord heurté un champ de glace sur la crête de la montagne pour ensuite s'écraser sur le Grenzgletscher situé à environ 500 m à l'ouest nord-ouest, et une centaine de mètres plus bas.

Coordonnées estimées du point d'impact: 633 788 / 086 025 4420 m/M

Coordonnées du lieu de l'accident: 633 313 / 086 250 4320 m/M

Carte nationale de la Suisse 1:25 000, feuille 1348 Zermatt

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Le test sanguin du pilote n'a révélé aucune trace d'alcool, de médicament ou de drogue.

Le pilote et les passagers ont été grièvement blessés lors de la collision, entre autres, ils ont subi de graves blessures au dos. Le pilote a également été victime d'une commotion cérébrale avec pour conséquence une amnésie rétrograde.

Les blessures du pilote et des passagers ont été causées par l'accident.

1.14 Incendie

Aucun incendie ne s'est déclaré.

1.15 Question relative à la survie des occupants

Plusieurs mètres de neige s'étaient accumulés sur le versant sud-est de la pointe Zumstein. Cette neige a amorti la chute de l'hélicoptère.

Le treuil a été projeté dans la cabine. Le pilote portait un casque qui l'a protégé de blessures plus graves à la tête.

1.16 Essais et recherches

L'épave de l'hélicoptère a été examinée. Aucun défaut technique pouvant être à l'origine de l'accident n'a été décelé.

1.16.1 Examen du moteur

Le moteur et ses équipements ont été démontés et examinés.

La turbine pouvait être tournée manuellement, sans aucune résistance et sans bruit. L'endoscopie n'a rien révélé d'inhabituel. Aucun dégât tel que déformations, décolorations ou brûlures n'a pu être décelé. Le bon fonctionnement du moteur a pu être confirmé sur le banc d'essai. La puissance a été mesurée et divers essais avec variations de charge et de régime du moteur ont été effectués.

Le moteur a fourni la puissance requise dans toutes les plages de régime. Ce résultat permet de conclure que le débit de la pompe à haute pression était suffisant. Lors des variations importantes et rapides de la charge (variations du cou-

ple), le régulateur stabilisait immédiatement le régime dans les limites prescrites. Durant tout l'essai, les vibrations sont restées en dessous des valeurs limites maximales.

1.16.2 Examen du système d'alimentation en carburant

A l'exception de la déformation, due à l'impact ou aux opérations de secours, de certains conduits et tiges de contrôle (commande de puissance) situés en dessous du moteur, le système d'alimentation en carburant du moteur était intact.

Etant donné que tous les conduits ont été sectionnés lors des opérations de secours, l'examen du système d'alimentation en carburant de la cellule s'est avéré ardu. Rien n'indique cependant que ce système présentait des défauts techniques avant l'impact.

On a relevé le sectionnement du conduit d'alimentation en carburant au niveau de la pompe d'alimentation. Lors du premier impact sur le champ de glace, le patin droit a été déformé et le *cargo-swing* propulsé vers le haut. La tôle de protection du *cargo-swing* a été projetée contre le conduit d'alimentation en carburant et l'a sectionné au niveau de la pompe d'alimentation. De ce fait, le carburant qui sortait de la pompe d'alimentation s'en échappait (voir annexe 3).

Le sectionnement du conduit d'alimentation entraîne inévitablement une perte totale de puissance du moteur.

Afin de déterminer la durée entre le sectionnement du conduit et la perte totale de puissance alors qu'une puissance élevée est requise, un essai a été réalisé sur un banc d'essai pour pâle de rotor d'Alouette III. Celui-ci était constitué d'une plate-forme principale, d'un mécanisme de transmission, d'un moteur Artouste IIIIB et d'un système de rotor. La turbine et le rotor ont été accélérés jusqu'à leur régime nominal et le collectif augmenté à 0.9. Puis le conduit d'alimentation en carburant a été interrompu au niveau de la pompe d'alimentation et on a mesuré le temps écoulé jusqu'à la coupure du moteur. Une grande quantité de carburant s'échappait de la pompe d'alimentation. Le moteur s'est arrêté après 6 secondes. Lors de cet essai, bien qu'ils aient eu une influence directe sur la consommation de carburant, il n'a pas été possible de compenser ni l'altitude densimétrique, ni le poids total de l'hélicoptère. La consommation de carburant était donc plus élevée durant l'essai que lors de l'accident. On peut donc admettre que les 6 secondes obtenues lors de l'essai correspondent au temps minimum écoulé jusqu'à la perte totale de la puissance lors de l'accident.

En plus de l'essai décrit ci-dessus, on a estimé par calcul le temps écoulé jusqu'à la perte totale de puissance du moteur en considérant une consommation moyenne de carburant de 172 l/h et un solde utilisable de carburant dans le système d'alimentation de l'hélicoptère de 0.63 litre. Le résultat obtenu était de 13 secondes jusqu'à la perte totale de la puissance du moteur. Pour ce calcul, il n'a pas été possible de déterminer avec certitude ni la consommation effective de carburant qui aurait éventuellement pu être plus élevée, ni la quantité de carburant utilisable étant donné que la quantité de carburant dans le filtre n'est pas connue avec précision et qu'une partie de ce carburant a aussi pu s'échapper. On peut donc admettre que les 13 secondes obtenues par calcul correspondent au temps maximum écoulé jusqu'à la perte totale de la puissance du moteur lors de l'accident.

On peut donc supposer que le temps écoulé depuis le premier impact jusqu'à la perte totale de puissance du moteur était compris entre 6 et 13 secondes.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

Sans objet.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Préparation du vol

Il n'a pas été possible d'établir avec certitude de quelle manière et par qui le vol a été préparé.

Selon les déclarations du pilote, il a récolté lui-même vers 08:30 h les renseignements météorologiques à l'aide de la *livecam* et d'Internet. Il ne pouvait pas estimer avec précision les conditions locales de vent. Il a cependant jugé les conditions météorologiques comme généralement bonnes. L'avitaillement de l'hélicoptère jusqu'à une quantité totale embarquée de 200 litres et la préparation de l'hélicoptère pour le vol vers la cabane Margherita ont été effectués par un mécanicien.

D'après le pilote, le calcul de la masse et du centrage lui a été remis par un représentant de l'entreprise de transport.

D'après le chef des opérations, c'est le pilote lui-même qui a fait ce calcul.

Aucun document relatif à la masse, au centrage et au calcul de puissance n'a été trouvé sur le lieu de l'accident.

Le gardien de la cabane Margherita et le chef des opérations ont été au moins deux fois en contact téléphonique. A ces occasions, ils ont discuté des conditions de vent.

Gardien de la cabane: *„Si, ho detto che vi era vento teso da ovest con una forza di circa 60 km/h. Ho pure avvertito il mio interlocutore che un elicottero civile italiano aveva dovuto prestare molta attenzione al vento.“*

"Fino al momento dell'incidente, era piuttosto forte ma regolare. In seguito la forza è diminuita. Era comunque un vento atipico per la nostra regione."

Traduction: Oui, j'ai dit qu'il y avait un vent d'ouest d'environ 60 km/h. En plus, j'ai informé mon interlocuteur qu'un hélicoptère civil italien a dû faire très attention à cause du vent.

Jusqu'au moment de l'accident, il était passablement fort mais régulier. Après il est devenu plus faible. Il s'agissait d'un vent atypique pour notre région.

Fin de traduction.

Chef des opérations: *„Ja, ich selber und zwar zweimal (am Telefon). Die Person, die geantwortet hat, sagte mir es hätte Wind, jedoch hätte ein italienischer Helikopter Material von Italien zur Capanna Margherita transportiert. Beim zweiten Telefonanruf sagte mir dieselbe Person, dass der Wind etwas nachgelassen hätte.“*

Traduction: Oui, moi même, c'est-à-dire deux fois (au téléphone). La personne qui a répondu m'a dit qu'il y avait du vent, mais qu'un hélicoptère italien avait transporté du matériel depuis l'Italie à la cabane Margherita. Lors du deuxième appel téléphonique la même personne me disait que le vent avait diminué un peu.

Fin de traduction.

Les déclarations des deux interlocuteurs ne concordent pas en ce qui concerne la force du vent. Le chef des opérations déclare avoir transmis cette information au pilote.

La masse totale de l'hélicoptère au moment de l'accident est estimée à environ 1790 kg. Compte tenu des conditions régnant au moment de l'accident et selon le manuel de vol de l'hélicoptère, un atterrissage hors de l'effet de sol aurait pu être effectué jusqu'à une altitude pression d'environ 5100 m/M en respectant les limites prescrites.

1.18.2 Limitations prévues par le manuel de vol

Selon le manuel de vol de l'hélicoptère AS 315B Lama, la composante maximale de vent latéral ou arrière équivaut à 32 km/h (18 kt).

La masse maximale autorisée en vol stationnaire hors effet de sol (HOGE) est de 1890 kg.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

2.1.1 Moteur

Le sectionnement du conduit d'alimentation en carburant au niveau de la pompe d'alimentation s'est produit lorsque l'hélicoptère a heurté le champ de glace. Le pilote n'a pas pu s'en rendre compte immédiatement car, selon toute probabilité, le moteur a encore fourni de la puissance durant 6 à 13 secondes.

A défaut d'un avertisseur sonore en cas de panne moteur, celle-ci ne peut être détectée que par un *scanning* actif ou, indirectement, par la chute de la vitesse de rotation du rotor. Le temps de réaction disponible pour engager une autorotation est alors très court.

2.1.2 Rotor de queue

Le déroulement de l'accident montre que l'arbre de transmission du rotor de queue s'est détaché quelques secondes après le premier impact. Cette hypothèse est confirmée par les témoins qui disent n'avoir pas observé de rotation de l'hélicoptère autour de l'axe vertical alors que le moteur fournissait encore de la puissance.

2.1.3 Autorotation

Les dommages constatés sur les pales du rotor principal ainsi que les traces d'impact qui présentent une composante dominante verticale permettent de déduire que, dans la phase finale, la vitesse de rotation du rotor était nettement inférieure à la limite inférieure pour une autorotation.

Fig. 2: Pale du rotor coincée dans la structure du fuselage



2.2 Aspects météorologiques

2.2.1 Situation générale

Un vif courant d'ouest-sud-ouest a amené dans la nuit du 9 au 10 juillet 2004 de l'air polaire frais de l'Atlantique vers les Alpes. Une crête de haute pression s'est formée au nord des Alpes. La hausse des pressions a renforcé la brise de vallée en Valais. A 4500 m/M, un vent de 25 kt soufflait de l'ouest-sud-ouest. Le temps de traîne et l'ensoleillement intense permettent de conclure à une stratification quasi adiabatique sèche dans la cuvette de la vallée Zermatt. Cela signifie que le courant suivait largement le terrain.

2.2.2 Gradient vertical de température

En dépit des écarts positifs par rapport à l'atmosphère standard internationale (ISA) qui apparaissent régulièrement en montagne durant les mois d'été, le gradient vertical de température correspondait en ce 10 juillet 2004 à peu près aux conditions standard. A 4500 m/M, l'écart n'était que de +1 K. Cela est dû à l'arrivée de l'air polaire et au temps trop froid pour la saison. L'écart négatif par rapport à la moyenne pluriannuelle était d'environ 8K à 3000 m/M.

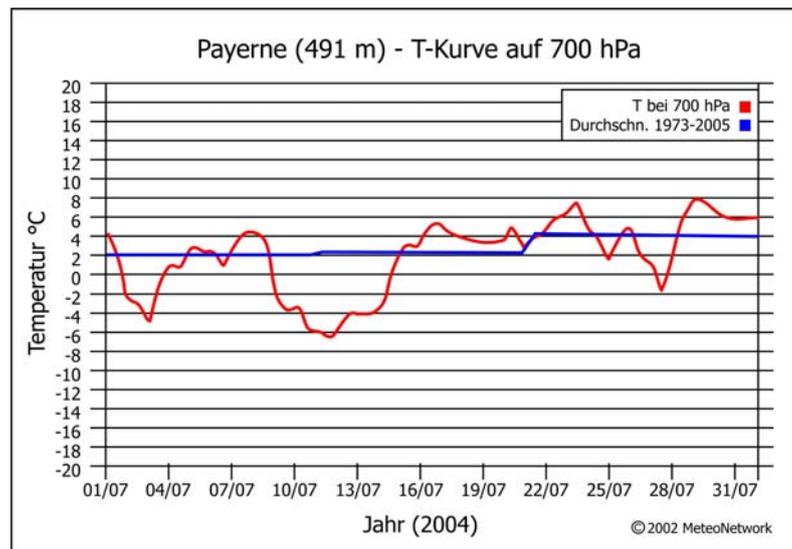


Fig. 3: Ascension de ballons-sondes au-dessus de Payerne (06610). Evolution des températures à 700 hPa (près de 3000 m/M). On reconnaît clairement l'irruption du froid entre le 8 et le 14 juillet 2004. Le 10 juillet, la température était d'environ 8 K en dessous de la moyenne pluriannuelle.

2.2.3 Vent dans la cuvette de la vallée de Zermatt

L'arrivée d'air polaire a entraîné le matin une hausse constante de la pression, accentuant ainsi le gradient de pression entre le lac Léman et Sion ainsi qu'entre Sion et Zermatt. La brise de vallée a donc été renforcée. Un ensoleillement intense et la brise de vallée ont vraisemblablement dominé à proximité du sol. Des sites plus hauts comme la station ENET du Gornergrat ont enregistré un vent relativement faible d'ouest-sud-ouest (3 kt, rafales jusqu'à 7 kt). Au-dessus d'environ 3500 m/M, un réchauffement a eu lieu en cours de matinée en raison de la subsidence et de l'apport d'air plus chaud. Ce réchauffement a entraîné une inversion à 3500 m/M en cours de matinée. Il n'est donc pas surprenant que l'on

ait enregistré un vent faible au Gornergrat. Les courants thermiques locaux ont été atténués par la stabilité croissante. Parallèlement, l'inversion a diminué le mouvement vertical des masses d'air.

Le vaste afflux d'air dans la couronne des sommets entre le Cervin et la pointe Dufour arrivait d'ouest-sud-ouest. Le long de la trajectoire d'approche au-dessus du Grenzgletscher, les vents étaient déterminés par une combinaison des vents dominants, des vents locaux canalisés et des masses d'air descendant en raison d'un effet de Lee le long du Liskamm et de la pointe Parrot.

2.2.4 Vent aux abords de la Signalkuppe

En se dirigeant vers la cabane Regina-Margherita, l'hélicoptère a longé le Grenzgletscher. Dans sa partie supérieure, celui-ci est bordé par le Liskamm, orienté transversalement aux vents d'altitude dominants. Il est probable qu'en s'approchant de la Signalkuppe, le pilote ait ressenti une diminution de la performance de montée en raison des vents descendants latéraux.

Le premier contact avec le sol s'est produit exactement sur l'arête de la Punta Gnifetti, à l'endroit où le vaste afflux d'air se scinde en deux. L'un des courants suivait la topographie de la Signalkuppe. L'autre passait au-dessus du Seserjoch. Des vents rabattants le long d'une crête de montagne engendrent toujours un effet appelé *gap flow*. Pour des raisons liées à la conservation de la masse, un courant divergent provoque un mouvement descendant. A la Punta Gnifetti, l'effet *gap flow* au Seserjoch a renforcé la divergence et donc le mouvement descendant local.

Ce mouvement descendant semble confirmé par le témoignage du passager P2 (siège arrière droit): "(...) *Auch konnte ich keinen Einfluss von Aussen wie starker Wind oder Böenartige Windstöße ausmachen. Der Helikopter befand sich immer noch im Sinkflug und der Boden kam immer näher. (...)*", soit: (...) Je n'ai pas non plus remarqué d'influence externe comme un vent fort ou des rafales. L'hélicoptère continuait sa descente et s'approchait toujours plus du sol. (...)

Le passager P1 (siège avant gauche) s'exprime de manière précise sur le lieu où les vents rabattants se sont faits le plus sentir: "*Als der Pilot den Grat rechts der Hütte anfliegen wollte, auf der flachen Seite, hatte ich den Eindruck, als fielen wir in ein Luftloch (...)*", soit: Lorsque le pilote a voulu effectuer une approche vers la crête à droite de la cabane, sur la partie plate, j'ai eu l'impression que nous tombions dans un trou d'air (...). Le passager confirme ainsi les vents descendants provoqués par le *gap flow* au-dessus du Seserjoch, précisément à l'endroit où le courant se scinde en deux.

Les sondes radio de Payerne et de Milan ont mesuré un vent d'ouest de 25, respectivement 30 kt, à 12:00 UTC. Avec des vitesses de vent supérieures à 20 kt, il faut par expérience s'attendre à de fortes turbulences dans le terrain montagneux à proximité du sol. L'air montant depuis l'ouest vers le massif Monte Rosa a été quelque peu canalisé au dessus du glacier frontalier entre Liskamm et Zumsteinspitze, ce qui a eu pour conséquence un détournement à l'ouest nord-ouest. Dès lors, la région autour de la Punta Gnifetti était probablement soufflée par ouest nord-ouest. Des remous stockés dans le courant ont provoqué un changement rapide entre des zones restreintes de vents ascendants et descendants. On devait donc s'attendre à de fortes turbulences près du sol. La forte rafale de vent près du premier lieu d'impact est confirmée par l'observation du guide de montagne A3.

2.2.5 Conclusion

Le premier contact avec le sol a très vraisemblablement été provoqué par des vents descendants, qui se sont formés au-dessus du *flow split* pour des raisons liées à la conservation de la masse. Par *flow split*, on entend la séparation d'un courant d'air à la rencontre d'un obstacle. Le *flow split* a été accentué par la Signalkuppe et par le *gap flow* au-dessus du Seserjoch. Rien ne signale le danger sur le terrain. Il ne peut être discerné à temps que par une connaissance du fonctionnement du *flow split* et du *gap flow*.

2.3 Aspects opérationnels et humains

Ce jour-là, le temps était ensoleillé dans la région du Gornergletscher. Mais un vent atteignant 60 km/h soufflait à la cabane Margherita. La crête entre le Seserjoch et la cabane forme la frontière entre la Suisse et l'Italie. Le ciel était clair sur le versant ouest, alors que sur le versant est et italien régnait une formation importante de nuages avec des tourbillonnements et des cisaillements du vent.

Selon les informations de MétéoSuisse, le vent soufflait à 4500 m/M variablement entre l'ouest et le sud-ouest. Les témoins oculaires qui connaissent bien la région et qui se trouvaient à proximité immédiate du lieu de l'accident ont mentionné un vent local du nord-ouest. Selon un pilote d'hélicoptère italien qui a survolé la région peu après l'accident, des tourbillonnements et des cisaillements du vent se sont formés sur la crête.

Par vent d'ouest-sud-ouest, on privilégie normalement une approche par le nord (route 1, annexe 1). L'approche par le sud-ouest choisie par le pilote (route 2, annexe 1) est généralement utilisée par vent du nord-nord-ouest.

L'hélicoptère a d'abord volé à l'ouest de la cabane, du sud vers le nord. A côté de la cabane flottaient deux drapeaux, fortement agités par le vent. Le pilote a probablement choisi la direction de l'approche en fonction de la direction du vent indiquée par les drapeaux. Par ailleurs, il faut supposer que le pilote pouvait aussi sentir la force du vent.

Les régimes de vent rencontrés et l'utilisation de l'hélicoptère à la limite de la puissance ne laissaient guère de marge de manoeuvre.

Une évaluation globale de la situation ainsi qu'une analyse des risques sont difficiles à établir, mais s'avèrent d'une absolue nécessité. Lors de la prise de décision, les possibilités de remise de gaz et les réserves de puissance doivent être évaluées de manière critique compte tenu des influences environnementales.

Une grande importance doit être accordée à l'obtention de l'information lors de la planification du vol. Le pilote est responsable de toutes les décisions relatives au vol. Les observations et les estimations de tiers, comme par exemple celles du gardien de la cabane, devraient être communiquées au pilote.

On ne sait pas dans quelle mesure le pilote avait conscience, avant le vol, des possibles difficultés et s'il était de ce fait sous un stress accru. Il paraît pour le moins étrange qu'aucune conversation n'ait eu lieu lors de l'embarquement entre le pilote et ses passagers.

Même les personnes habituées à l'altitude présentent des capacités mentales réduites (hypoxie) lorsqu'ils évoluent à des altitudes telles que celle à laquelle l'approche, qui a conduit à l'accident, a été effectuée. La mesure dans laquelle le manque d'oxygène a pu avoir une influence sur le déroulement de l'accident ne peut pas être déterminée. Pour les vols effectués en dessus de 13 000 ft ou de 4000 m/M, on devrait en principe avoir recours à un apport d'oxygène complémentaire.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

- Le pilote était en possession d'une licence pour pilote professionnel d'hélicoptère.
- Rien n'indique que le pilote ait souffert de problèmes de santé.
- L'hélicoptère était admis à la circulation. Sa masse totale au moment de l'accident était d'environ 1790 kg. L'hélicoptère aurait pu voler en vol stationnaire hors effet de sol (HOGE) jusqu'à une masse d'environ 1890 kg.
- La masse et le centre de gravité se trouvaient dans les limites prescrites.
- Aucun défaut technique pouvant être à l'origine de l'accident n'a été décelé.
- La place d'atterrissage mesurait environ 12 m de long et 8 m de large et se trouvait à 4554 m/M.
- Le pilote connaissait la place d'atterrissage et y avait déjà effectué plusieurs atterrissages.
- La température extérieure était aux alentours de -10 °C et l'altitude densimétrique d'environ 4673 m/M.
- La région autour de la Punta Gnifetti était balayée par un vent d'ouest nord-ouest de 25 à 30 kt (46 à 55 km/h). Des remous combinés au courant ont provoqué un changement rapide entre des zones restreintes de vents ascendants et descendants.
- Le gardien de la cabane avait informé le chef du service de vol à Zermatt des conditions de vents. On n'a pas pu établir avec certitude si cette information a été transmise au pilote de l'hélicoptère.
- Aucun équipement d'oxygène n'était disponible à bord de l'hélicoptère. Selon l'art. 7.8 du FOM, Art. 7.8, un tel système n'était pas prescrit.

3.2 Cause

L'accident est dû à la perte de contrôle de l'hélicoptère. Lors du premier impact avec le terrain, les dommages subis par l'hélicoptère ont été tels que la turbine ne fournissait plus de puissance.

Facteurs ayant joué un rôle dans l'accident:

- Conduite de l'hélicoptère à la limite de sa puissance dans un environnement difficile.

Berne, le 6 septembre 2007

Bureau d'enquêtes sur les accidents d'aviation

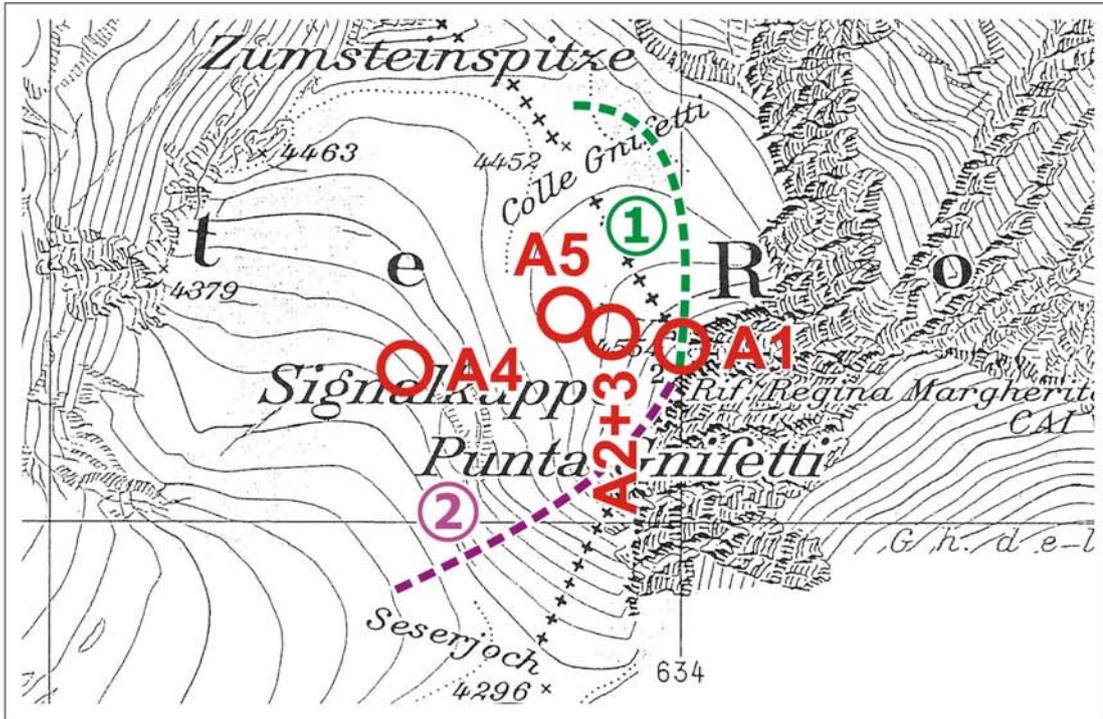
Le présent rapport exprime les conclusions du BEAA sur les circonstances et les causes de cet accident.

Conformément à la Convention relative à l'aviation civile internationale (OACI, Annexe 13), l'enquête sur un accident d'aviation ou un incident grave a pour seul objectif la prévention de futurs accidents ou incidents. Elle ne vise nullement à la détermination des fautes ou des responsabilités. Selon l'art. 24 de la loi fédérale sur l'aviation, l'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un incident grave.

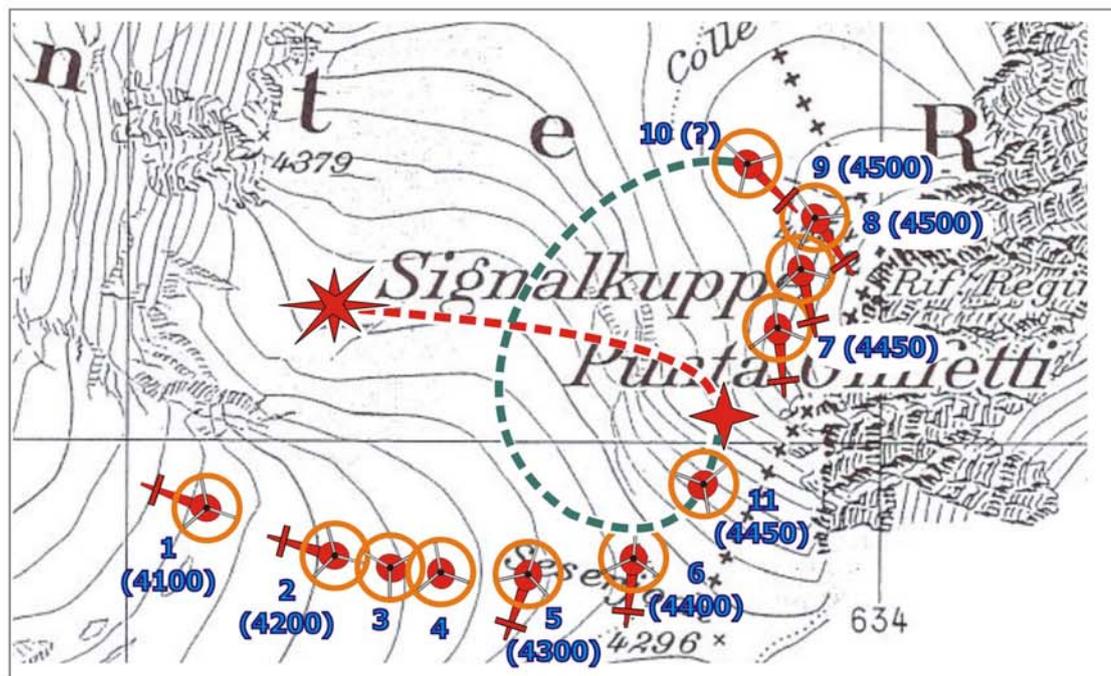
En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Annexes

Annexe 1

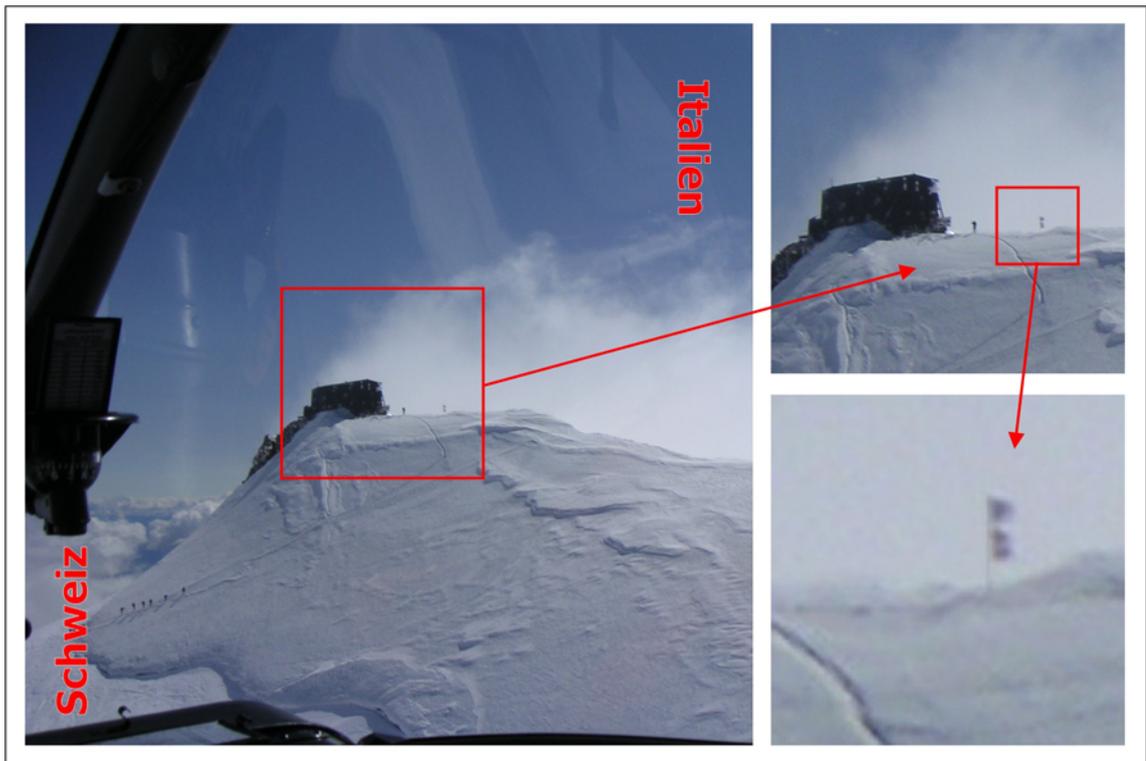


- ① Theoretischer Anflug bei West- Südwestwind
- ② Theoretischer Anflug bei Nord- Nordwestwind
- OA1-5 Augenzeugen



- Wahrscheinliche Lage des Helikopters
- Vermutlicher Flugweg zwischen Foto 10 und Foto 11
- Flugweg zwischen ersten Aufprall und Endlage
- Ersten Aufprall
- Endlage
- 1-11** Fotos 1 bis 10 zwischen 10:54 und 10:55 Uhr - Foto 11 um 10:56 Uhr (mit Höhenangaben)

Annexe 2



Windrichtung um 10:55 Uhr



Endlage des Helikopters

Annexe 3

Cargo-swing et conduit d'alimentation en carburant sectionné au niveau de la pompe d'alimentation

