



Rapport final du Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation

concernant l'accident

de l'avion Piper PA-28-181 Archer II, immatriculé HB-PGS

survenu le 19 janvier 2002

sur le glacier de Tsijiore Nouve au nord du Pigne d'Arolla, commune d'Evolène/VS

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). En raison de la protection des données, le masculin générique est utilisé pour désigner les deux sexes.

Ursache

Der Unfall ist auf die Kollision des Flugzeugs mit einem verschmutzten und hügeligen Firn zurückzuführen, wahrscheinlich infolge eines Orientierungsfehlers.

Folgender Faktor kann zum Unfall beigetragen haben:

- Ungeeignete Flugtaktik im Gebirge nach dem Überflug des Passes Pas de Chèvre.

Table des matières

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Renseignements de base | 5 |
| 1.1 | Déroulement du vol | 5 |
| 1.1.1 | Préliminaires | 5 |
| 1.1.2 | Le vol de l'accident | 5 |
| 1.2 | Tués et blessés | 6 |
| 1.3 | Dommages à l'aéronef | 6 |
| 1.4 | Autres dommages | 6 |
| 1.5 | Renseignements sur le personnel | 7 |
| 1.5.1 | Pilote | 7 |
| 1.5.1.1 | Expérience de vol au jour de l'accident (vol de l'accident inclus) | 7 |
| 1.5.1.2 | Témoignage | 7 |
| 1.5.2 | Passager avant droit | 7 |
| 1.5.3 | Passager arrière gauche | 7 |
| 1.5.4 | Passager arrière droit | 7 |
| 1.6 | Renseignements sur l'aéronef | 8 |
| 1.6.1 | Avion | 8 |
| 1.6.2 | Équipement | 8 |
| 1.6.3 | Entretien | 8 |
| 1.6.4 | Masse et centrage | 9 |
| 1.6.5 | Calcul des performances | 9 |
| 1.6.6 | Couleurs | 10 |
| 1.7 | Conditions météorologiques | 10 |
| 1.7.1 | Situation générale | 10 |
| 1.7.2 | Conditions prévues de 0600 à 1200 UTC | 10 |
| 1.7.3 | Observations METAR sur l'aérodrome de Sion (heures UTC) | 11 |
| 1.7.4 | Conditions prévues sur l'aérodrome de Sion (heures UTC) | 11 |
| 1.7.5 | Conditions estimées sur le lieu de l'accident | 11 |
| 1.7.6 | Facteurs influents | 12 |
| 1.8 | Aide à la navigation | 12 |
| 1.9 | Télécommunications | 12 |
| 1.9.1 | Communications radiophoniques | 12 |
| 1.9.2 | Enregistrements radar | 12 |
| 1.10 | Renseignements sur l'aérodrome | 12 |
| 1.11 | Enregistreurs de bord | 13 |
| 1.12 | Renseignements sur l'épave et sur l'impact | 13 |
| 1.12.1 | Lieu de l'accident | 13 |
| 1.12.2 | Traces au sol | 13 |
| 1.12.3 | Épave | 14 |
| 1.12.4 | Cabine | 15 |
| 1.13 | Renseignements médicaux et pathologiques | 15 |
| 1.14 | Incendie | 15 |
| 1.15 | Questions relatives à la survie des occupants | 15 |
| 1.15.1 | Sauvetage | 15 |
| 1.15.2 | Utilisation des ceintures de sécurité | 15 |
| 1.16 | Essais et recherches | 16 |
| 1.16.1 | Vol de reconnaissance | 16 |
| 1.16.2 | Essais moteur | 16 |
| 1.16.3 | Estimations de la vitesse et de la décélération de l'avion à la sortie de la première crevasse | 16 |
| 1.17 | Renseignements sur les organismes et la gestion | 16 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1.18 | Renseignements supplémentaires _____ | 17 |
| 1.19 | Techniques d'enquête utiles ou efficaces _____ | 17 |
| 2 | Analyse _____ | 18 |
| 2.1 | Aspects techniques _____ | 18 |
| 2.1.1 | L'éventualité d'une perte de puissance du moteur _____ | 18 |
| 2.2 | Aspects environnementaux _____ | 19 |
| 2.2.1 | L'environnement géographique _____ | 19 |
| 2.2.2 | Influence des conditions météorologiques sur le lieu et au moment de l'accident _____ | 20 |
| 2.3 | Aspects opérationnels _____ | 20 |
| 2.3.1 | Trajet probable de l'avion _____ | 20 |
| 2.3.2 | Les performances de l'avion dans l'environnement du Glacier de Tsijiore Nouve _____ | 21 |
| 2.3.3 | Question relative à la survie des occupants _____ | 21 |
| 2.4 | Aspects humains _____ | 22 |
| 2.4.1 | Le pilote _____ | 22 |
| 2.4.1.1 | La qualification d'atterrissages en montage _____ | 22 |
| 2.4.1.2 | L'intérêt aéronautique _____ | 22 |
| 2.4.2 | Les passagers _____ | 23 |
| 2.5 | Interactions Pilote – avion, environnement, opération, passagers _____ | 23 |
| 2.5.1 | Pilote – avion _____ | 23 |
| 2.5.2 | Pilote – environnement _____ | 23 |
| 2.5.3 | Pilote – opération _____ | 23 |
| 2.5.4 | Pilote - passagers _____ | 23 |
| 3 | Conclusions _____ | 24 |
| 3.1 | Faits établis _____ | 24 |
| 3.1.1 | Aspects techniques _____ | 24 |
| 3.1.2 | Pilote _____ | 24 |
| 3.1.3 | Déroulement du vol _____ | 24 |
| 3.1.4 | Cadre général _____ | 25 |
| 3.2 | Conclusion _____ | 25 |
| 3.3 | Cause _____ | 26 |

Annexes

- Annexe 1:** Vue du Glacier de Tsijiore Nouve à l'altitude de 10 000 pieds
- Annexe 2:** Coupe des glaciers de Tsijiore Nouve et de Pièce
- Annexe 3:** Vue d'ensemble des traces et de l'épave
- Annexe 4:** Trajectoires de HB-PGS, tracée par un passager, probable et probablement prévue

Rapport final

| | |
|-------------------|---|
| Propriétaire | Groupe de vol à moteur, Aéroport, 1950 Sion |
| Exploitant | Groupe de vol à moteur, Aéroport, 1950 Sion |
| Type de l'aéronef | Piper PA-28-181 Archer II |
| Nationalité | Suisse |
| Immatriculation | HB-PGS |
| Lieu | A environ 1 km au nord du Pigne d'Arolla sur le glacier de Tsijiore Nouve /VS Altitude: 10 000 pieds Coordonnées suisses: 600 925 / 094 193 |
| Date et heure | 19 janvier 2002, 10:50 heures locales (LT = UTC + 1) |

Synopsis

Sommaire

L'accident s'est produit par beau temps, au cours d'un vol privé VFR de plaisance dont le point de départ était Sion. L'avis de vol déposé par le pilote fait état d'un parcours local avec un passage au-dessus du barrage de la grande Dixence. Les trois places passagers de l'appareil Piper PA 28 Archer II sont occupées. Après avoir survolé le "lac des Dix", l'avion s'engage dans un val débouchant sur le glacier de "Tsijiore Nouve", effectue un virage par la gauche au cours duquel il effleure le névé et le percute ensuite pour finir sa course sur le dos, en équilibre au sommet d'une crevasse. Les quatre occupants sont blessés, dont le pilote grièvement. L'alerte est donnée par l'un des passagers qui a réussi à joindre sa mère au moyen de son téléphone portable. L'accès au lieu de l'accident est difficile, dangereux et le sauvetage a dû être réalisé par hélicoptère.

Enquête

L'accident a été notifié le jour même, à 11:18 h, au Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation et deux enquêteurs se sont rendus à l'aéroport de Sion. L'enquête a été conduite en collaboration avec la Police cantonale valaisanne et les organismes impliqués dans les opérations de secours et de sauvetage. Les enquêteurs ont survolé en hélicoptère le lieu de l'accident environ trois heures après l'événement; l'aéronef s'étant écrasé à un endroit particulièrement crevassé et difficile d'accès, il n'a pas été possible d'accéder directement à l'épave et à ses environs.

1 Renseignements de base

1.1 Déroulement du vol

1.1.1 Préliminaires

Le vol de plaisance avait été planifié quelques jours auparavant et réunissait quatre connaissances qui désiraient survoler les Alpes dans les régions du Valais central et du Bas-Valais. Dans la matinée du 19 janvier 2002, ces personnes se rendent à Sion dans le même véhicule et conviennent de l'itinéraire de vol pendant le trajet. L'un des passagers qui avait fait à plusieurs occasions des randonnées à peau de phoque avec le pilote, donne une description détaillée de la route décidée: passer au dessus du barrage de la Grande Dixence, rejoindre le Pas de Chèvre, la Cabane des Vignettes, descendre ensuite le Glacier d'Otemma puis Chanrion pour parvenir vers les Combins et le Dolent. La rentrée devait se faire par les Aiguilles du Tour, Emosson, Tour Sa-lière, les Dents du Midi et atterrissage à Sion.

A l'aéroport de Sion, le pilote se rend au bureau de piste et y reste environ un quart d'heure pour les formalités d'usage, pendant que les passagers l'attendent dans le hall de l'aérogare. L'avis de vol déposé comprend entre autres les informations suivantes: genre de vol privé, durée de vol d'une heure, endurance de 4 heures et quinze minutes, point de sortie VFR "S", route Dixence – Combin – Dolent – Emaney. La visibilité est bonne, le ciel est nuageux en altitude et la température extérieure est de -4 °C.

Les 4 personnes sont conduites ensuite au Piper PA-28-181 Archer II immatriculé HB-PGS et, sous la supervision du pilote, elles participent à la préparation de l'appareil; leur aide est surtout mise à contribution pour l'opération manuelle de dégivrage. Le pilote effectue finalement une inspection minutieuse de l'avion et brasse plusieurs fois l'hélice.

1.1.2 Le vol de l'accident

Avant la mise en route, le pilote fait remarquer qu'il a eu des problèmes de magnétos lors d'un vol précédent avec cet avion et se soucie à présent de leur bon fonctionnement. Le démarrage s'effectue normalement et le moteur est maintenu au régime de ralenti pendant environ un quart d'heure. Le pilote explique qu'il applique ainsi la procédure de démarrage par température extérieure basse: il est nécessaire de laisser monter la température d'huile moteur dans sa plage de fonctionnement normal afin de minimiser le risque de perte de puissance pendant le décollage, phase du vol durant laquelle le groupe motopropulseur est plus sollicité. Lors du point fixe, le pilote ne fait aucun commentaire et les passagers ne constatent rien d'anormal.

L'appareil décolle sur la piste 26 (actuellement 25) à 10:28 h. Il s'éloigne vers Martigny, effectue un demi tour par la gauche puis s'engage dans le val d'Hérens et continue en direction du val des Dix. Un des passagers observe que l'avion ne vole pas à droite en remontant la vallée et en fait la remarque au pilote. Ce dernier explique qu'en évoluant ainsi les performances de montée sont améliorées. L'occupant du siège arrière gauche demande au pilote l'autorisation pour lui et son voisin de déboucler leur ceinture ventrale afin de pouvoir se pencher et mieux observer le paysage, ce qui leur est accordé. Aucun témoignage ne fait état à ce moment là de turbulence ou de mouvement particulier de l'avion.

A l'approche du barrage de la Grande Dixence, l'appareil vire de 180° par la droite de manière à gagner de l'altitude. Il revient ensuite toujours dans le même sens en direction de la retenue et la franchit avec une bonne marge de hauteur. Il survole le lac des Dix, se dirige vers la cabane des Dix qu'il contourne par le sud, prend la direction du Pas de Chèvres, le passe et vole ensuite avec un cap approximatif de 130° vers le Glacier de Tsjiore Nouve. L'avion s'engage sur le névé et le remonte en effectuant un virage par la gauche. Il se rapproche de plus en plus du sol puis accentue soudainement son inclinaison, effleure la surface du glacier, le touche une deuxième fois durement, rebondit, percute violemment un éperon rocheux et finit par s'écraser une trentaine de mètres plus bas, pour s'immobiliser sur le dos en équilibre au sommet d'une crevasse. L'accident a lieu vers 10:50 h, à une altitude de 10 000 pieds.

Les quatre occupants sont blessés dont le pilote grièvement. L'un des passagers réussit à joindre sa mère au moyen de son téléphone portable et l'alerte est donnée à 10:56 h. Les recherches aériennes débutent aussitôt et l'avion est localisé à 11:34 h. L'accès au lieu de l'accident est difficile et le sauvetage est de surcroît compliqué par l'opération de désincarcération des deux personnes en place avant. A 14:34 h le pilote est le dernier des quatre occupants à être secouru par hélitreuillage et évacué vers l'hôpital cantonal de Sion. Le sauvetage prend fin à 17:26 h.

1.2 Tués et blessés

| Blessures | Membres d'équipage | Passagers | Autres personnes |
|------------------|--------------------|-----------|------------------|
| Mortelles | --- | --- | --- |
| Graves | 1 | 3 | --- |
| Légères / Aucune | --- | --- | --- |

1.3 Dommages à l'aéronef

La cellule a été détruite par l'accident. Des accessoires du moteur ont été endommagés mais ce dernier n'a pas été irrémédiablement mis hors d'usage.

1.4 Autres dommages

Des écoulements d'essence et d'huile se sont déversés sur le site de l'accident.

Le carburant est contenu dans deux réservoirs d'aile d'une capacité de 25 U.S. gal. (94,6 litres) chacun. Les dommages occasionnés à la voilure gauche ont provoqué la perforation du réservoir correspondant; la quasi-totalité de l'essence qui s'y trouvait s'est écoulée dans la neige.

Du côté droit, 50 litres de carburant ont pu être récupérés malgré des fuites par le bouchon de remplissage constatées au lieu d'entreposage de l'épave. On estime qu'environ 14 litres d'essence se sont ainsi écoulés dans l'environnement.

L'accident a causé l'éclatement du radiateur d'huile et il est probable qu'une partie de son liquide ait coulé dans la neige.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Pilote

Citoyen suisse, année de naissance 1961

Qualifications aéronautiques:

Titulaire d'une licence PPL SPA SEP, délivrée par l'Office fédéral de l'aviation civile, le 22 septembre 1988 avec qualification nationale d'atterrissages en montagne MOU (A) obtenue le 16 mai 2000, et radiotéléphonie RTI.

Début de la formation aéronautique: 1^{er} août 1988.

Dernier vol de contrôle le 03.10.2001 sur un Robin DR 44 ("*Training flight CR*" biannuel avec instructeur pour la "*Revalidation CR by training flight*").

Licence de contrôleur de la circulation aérienne, délivrée par l'Office fédéral de l'aviation civile, obtenue le 14 février 1991.

Certificat médical de classe 2 valable jusqu'au 8 octobre 2003 sans restriction.

1.5.1.1 Expérience de vol au jour de l'accident (vol de l'accident inclus)

Heures de vol:

Total: 597:29 h au cours des 90 derniers jours: 7:13 h

Sur type en cause: 184:35 h au cours des 90 derniers jours: 0:36 h

Initiation sur type: le pilote a réalisé son écolage de base sur Piper PA-28. L'initiation sur PA-28-181 a eu lieu le 5 novembre 1988.

1.5.1.2 Témoignage

Le pilote a déclaré n'avoir aucun souvenir de l'accident. Au moment où l'enquête s'est achevée, il informa être toujours incapable de se remémorer la période du 17 janvier au 21 février 2002. Le déroulement du vol a été reconstitué sur la base du témoignage des passagers; tous trois avaient auparavant effectué des vols de plaisance et l'un d'eux avait déjà volé avec le pilote.

1.5.2 Passager avant droit

Citoyen suisse, année de naissance 1987, sans expérience aéronautique.

1.5.3 Passager arrière gauche

Citoyen suisse, année de naissance 1967, sans expérience aéronautique.

1.5.4 Passager arrière droit

Citoyen suisse, année de naissance 1985, sans expérience aéronautique.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Avion

| | |
|--------------------------------------|---|
| Type | PA-28-181 Archer II |
| Constructeur | PIPER AIRCRAFT CORPORATION, USA |
| Caractéristiques | Monomoteur quadriplace, de construction métallique à ailes basses, doté d'un train d'atterrissage tricycle fixe |
| Année de construction et N° de série | 1982 / 28-8290113 |
| Moteur | TEXTRON LYCOMING DIV. LYC O-360-A4M N° de série: L21263-36A, année: 1982 |
| Hélice | SENSENICH CORPORATION SENS 76EM8S5-0-62 N° de série: 30975K, année: 1996 |
| Champ d'utilisation | Etabli le 8 septembre 1995 par l'Office fédéral de l'aviation civile En exploitation non commerciale: VFR de jour et de nuit En exploitation commerciale: VFR de jour |
| Heure | 4735:58 h au moment de l'accident |
| Certificat de navigabilité | Etabli le 8 septembre 1995 par l'Office fédéral de l'aviation civile. Catégorie: Standard. Sous-catégorie: Normal, Utility |
| Endurance | Environ 2 h avec la quantité d'essence emportée |
| ELT | Narco Model ELT-10; la balise a fonctionné |

1.6.2 Equipement

L'avion était équipé conformément à la réglementation pour l'aviation générale en VFR de jour et de nuit. Il était en plus pourvu d'un transpondeur de type King KT-76A associé à un altimètre Narco AR-500, d'un indicateur VOR/LOC King K1 208 et d'un GPS Garmin 150XL.

1.6.3 Entretien

La dernière visite des 100 heures a été effectuée le 19 décembre 2001. L'intervention de maintenance la plus récente a eu lieu le 2 janvier 2002 à la suite d'une panne du compensateur électrique de profondeur. Le dernier examen de l'OFAC a eu lieu le 12 décembre 2001.

1.6.4 Masse et centrage

Calcul de la masse au décollage et au moment de l'accident:

Dans la fiche de masse et centrage du HB-PGS, la masse à vide de l'avion équipé est calculée à 1582,2 livres et diffère légèrement de celle (1577,5 livres) pesée le 11 juillet 1999 en raison de l'installation d'un appareil GPS en mai 2000. En toute rigueur, la masse à vide calculée devrait être encore corrigée de celle du gyroscope directionnel qui a été déposé lors de la dernière visite des 100 heures. On adoptera pour les calculs la masse à vide figurant sur la fiche de chargement en page 6-10 du manuel de vol de l'aéronef (AFM - approuvé par l'OFAC le 1^{er} avril 1982), à savoir 1582 livres. Les masses maximales autorisées au décollage et à l'atterrissage sont les mêmes et s'élèvent à 2550 livres.

La détermination de la masse est effectuée suivant la fiche de chargement du manuel de vol. Lors de leur audition, les passagers ont pu donner leur masse estimée au jour de l'accident; celle du pilote est évaluée à quelques kilogrammes près en considérant sa corpulence. Le compartiment à bagages était vide.

La quantité de carburant à bord de l'avion n'est pas connue avec certitude. Il est établi que le dernier avitaillement de combustible a été effectué 2 jours avant l'accident et que 83 litres d'essence ont été ajoutés pour remplir les deux réservoirs au niveau indiqué correspondant à approximativement 17 gallons (U.S.) dans chaque aile. Le carnet de route de HB-PGS indique que l'appareil n'a été ensuite désormais utilisé que ce même jour, pour effectuer de l'instruction VFR de nuit sur l'aéroport de Sion. Neuf tours de pistes dont les cinq premiers en doubles commandes ont été réalisés pour un élève sur une durée de vol totale d'une heure. Le même instructeur a ensuite effectué un vol de 21 minutes avec un autre pilote. En corrélant les avitaillements réalisés pendant la semaine précédant l'accident avec l'activité de vol relevée dans le carnet de route, on établit que le Piper montrait, par heure de vol, une consommation moyenne d'essence de 39 litres pour les tours de piste et de 32,5 litres pour les sorties. Ces valeurs permettent d'établir que l'avion contenait près de 75 litres de carburant avant d'entamer son ultime vol.

La masse de l'avion au décollage est ainsi déterminée à 2326 livres et est en dessous de 224 livres de la masse maximale autorisée. Au moment de l'accident la quantité d'essence délestée est évaluée à 21 livres.

Calcul du centrage:

L'avion était à tous moments dans les limites de centrage.

1.6.5 Calcul des performances

Les témoignages des passagers indiquent que l'appareil s'est très probablement engagé sur le glacier en vol horizontal; la manette des gaz a été retrouvée en position plein gaz, la commande de richesse du mélange à environ mi-course. La mémoire du GPS de bord n'étant pas exploitable puisque celui-ci n'était pas enclenché, la seule base de référence qui fait foi pour la détermination des paramètres dynamiques lors des dernières secondes de vol est constituée par les courbes données dans le chapitre "Performance" du manuel de vol de l'aéronef (AFM).

La masse de l'avion est calculée à 2305 livres, la température extérieure était de -4,5 °C et le lieu de l'accident se situe à une altitude de 10 000 pieds. Mis à part les données concernant les vitesses de décrochage, les courbes de performances sont disponibles uniquement pour la masse maximale autorisée (2550 livres).

Vitesses:

Dans ces conditions, la vitesse propre est de 121 nœuds pour le cas d'un mélange réglé en "best economy" et de 127 nœuds en "best power". Les vents mesurés dans les différentes stations météorologiques aux alentours du lieu de l'accident étant faibles, on peut raisonnablement considérer que l'appareil évoluait à une vitesse sol proche de 125 nœuds. Le régime moteur correspondant est de 2525 tours/minute.

Pour une inclinaison de 25° la vitesse théorique indiquée de décrochage est de 49 KIAS en configuration volets rentrés.

Performances de montée:

Les courbes sont données pour le régime moteur de pleine puissance et à la vitesse indiquée de 76 KIAS (aux conditions de moment: vitesse sol 88 nœuds pour HB-PGS). L'appareil pouvait dans ces conditions fournir une vitesse verticale théorique de 260 pieds/minute. Les plafonds pratique et absolu sont donnés à 13 650 pieds et 15 750 pieds respectivement, indépendamment de la température.

1.6.6 Couleurs

Le Piper était blanc avec deux fins liserés parallèles bleu clair et bleu foncé qui s'étendaient sur toute la longueur du fuselage. Le même motif était repris en bouts d'ailes en débuts de saumons ainsi que de haut en bas sur la dérive. Le pavillon suisse couvrait le tiers supérieur de cette dernière et constituait la seule présence de couleur vive sur l'ensemble de l'avion.

1.7 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques données sous 1.7.1 à 1.7.4 étaient à la disposition du pilote au bureau de piste de l'aéroport de Sion.

1.7.1 Situation générale

Une dépression centrée au sud de l'Islande entraînait une perturbation de l'Atlantique en direction de l'est, elle fut suivie par un thalweg d'altitude. Ces deux systèmes n'ont influencé le temps qu'au nord des Alpes.

1.7.2 Conditions prévues de 0600 à 1200 UTC

Prévisions MétéoSuisse

Nord des Alpes, Valais, nord et centre des Grisons: d'abord sur le Jura, plus tard sur le Plateau, 4-7/8 avec bases de 3000 à 4000 ft/msl. Au-dessus augmentation de la nébulosité de type altostratus avec des bases généralement au-dessus de 10000 ft/msl. Quelques précipitations à partir du nord-ouest dès la deuxième partie de la matinée sous forme de neige jusqu'à basse altitude. Visibilité de 5 à 10 km, de 3 à 5 km en cas de neige.

Sud des Alpes et Engadine: nuages d'altitude avec bases de 10 000 à 15 000 ft/msl. Visibilité généralement supérieure à 10 km.

Vent et température au nord des Alpes

| Altitude | deg/kt | températures |
|-----------|-------------------------|--------------|
| Au sol | VRB/SW | 4/8 |
| 5000 FT | 260/15 | MS02 |
| 10 000 FT | 290/15 | MS06 |
| 18 000 FT | 310/25 | MS21 |
| 30 000 FT | 310/35 | MS47 |
| 39 000 FT | 320/40 | MS66 |
| 53 000 FT | 310/20 | MS61 |
| ----- | ---/--- | vent maximum |
| 40 000 FT | tropopause | MS68 |
| 3000 FT | isotherme du zéro degré | |

Dangers

Jura partiellement dans les nuages, plus tard aussi les Alpes.

Evolution jusqu'à minuit

Au nord quelques précipitations, au sud nébulosité plus dense.

1.7.3 Observations METAR sur l'aérodrome de Sion (heures UTC)

190820 190820Z 09002KT CAVOK M06/M09 Q1024
 190850 190850Z 06003KT CAVOK M05/M09 Q1024
 190920 190920Z 09002KT CAVOK M04/M08 Q1025
 190950 190950Z 15001KT 9999 FEW160 BKN250 M03/M08 Q1025

1.7.4 Conditions prévues sur l'aérodrome de Sion (heures UTC)

Le message de prévision TAF en vigueur était le suivant:

LSGS/SION 190600Z 190716VRB03KT CAVOK BECMG 0912 9999 BKN100 PROB40
 TEMPO 1216 4000 -SN SCT010 BKN060=

1.7.5 Conditions estimées sur le lieu de l'accident

En réalisant les interpolations spatiale et temporelle des données météorologiques provenant des stations d'Evolène (1852 m) et du Grand-Saint-Bernard (2472 m), MétéoSuisse a estimé que les conditions au moment et à l'endroit de l'accident étaient les suivantes:

Nébulosité: 7/8 Cirrus
 Vent: Nord 5 kt, rafales possibles à 10 kt
 Visibilité: 40 km
 Température: - 4,5 °C
 Humidité relative: 30%
 Pas de dangers probables à ce jour.

1.7.6 Facteurs influents

Même si le temps était ainsi parfaitement propice au vol VFR, il est nécessaire de spécifier les facteurs météorologiques qui ont pu jouer un rôle dans le déroulement de l'accident; les services météorologiques MétéoSuisse donnent les avis résumés comme suit:

- au niveau de l'éventualité d'une perte de puissance suite à un givrage du carburateur, le risque de givrage était faible puisque les nuages étaient du type Cirrus et que l'air est sec en dessous de cette forme de nébulosité;
- pour l'hypothèse d'une perte d'altitude provoquée par des vents défavorables, il est estimé que compte tenu de l'heure de l'accident et de la saison il est très peu probable qu'il y ait eu des rafales sur le glacier et qu'en outre les vents mesurés dans les différentes stations météorologiques aux alentours étaient faibles;
- en ce qui concerne les conditions d'éclairement, le soleil se trouvait à une hauteur de 19.1 degré et à l'azimut de 152.5 degré; lors du virage à gauche en remontant le glacier ce dernier a pu être momentanément en face de l'avion;
- quant à la visibilité enfin, la perception des contrastes et du relief était altérée par des conditions de "jour blanc".

1.8 Aide à la navigation

Lors d'un vol d'Alpes, la navigation se fait à vue. Les passagers ont déclaré que le pilote utilisait une carte qu'il avait d'ailleurs également mise à disposition des occupants. Elle a été trouvée dans l'épave et son examen a montré qu'il s'agissait d'une carte aéronautique "OACI 2253-B SUISSE" à l'échelle 1:500000, portant de nombreuses apostilles et sur laquelle étaient tracées des radiales de stations VOR; un classeur personnel très documenté sur les aspects relatifs à l'opération VFR (cartes d'aérodromes, "règles des 6 minutes", tableau de calcul de vent traversier, nombreuses informations sur le phénomène du givrage de carburateur, procédures d'urgences, indications sur les performances, etc.) a pu aussi être récupéré.

Le GPS de bord n'avait pas été enclenché pendant le vol.

1.9 Télécommunications

1.9.1 Communications radiophoniques

Entre 10:20 h et 10:50 h aucun contact radio n'a été établi entre HB-PGS et les services de la circulation aérienne FIC et FIC Delta qui assuraient l'information de vol dans la région où a eu lieu l'accident.

1.9.2 Enregistrements radar

Aucun écho radar secondaire n'a pu être attribué à HB-PGS entre Sion et le Pigne d'Arolla sur les enregistrements radar effectués pendant le même laps de temps.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

Sans objet.

1.11 Enregistreurs de bord

La réglementation n'impose pas l'emport d'enregistreurs de vol pour les avions de cette catégorie. Le HB-PGS n'en était pas équipé.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.12.1 Lieu de l'accident

L'accident a eu lieu à 1 kilomètre au nord du Pigne d'Arolla sur le Glacier de Tsijiore Nouve (voir Annexe 1), sur la commune d'Evolène en Valais. L'épave se trouvait à une altitude de 10 000 pieds (3 048 mètres), aux coordonnées suisses 600 925 / 094 193. Le site de l'accident était particulièrement crevassé et très difficile d'accès.

Sur le survol présumé d'environ 1,5 kilomètre que l'avion a effectué sur le névé, on constate des dénivelés particulièrement inégaux: les 900 premiers mètres présentent une pente moyenne de 9 % puis celle-ci dépasse les 50 % sur les prochains 200 mètres, pour atteindre 100 % sur encore 200 mètres. Les 300 derniers mètres avant l'endroit de l'accident présentent une inclinaison d'environ 60 %. Dans cette zone la déclivité, très importante, s'étend sur toute la largeur du glacier; elle s'atténue ensuite sur les 800 mètres qui conduisent au Col de Tsijiore Nouve, qui marque la fin du névé et qui s'élève à une altitude de 3 423 mètres.

A l'est du glacier où s'est produit l'accident, et seulement séparé par une petite barrière montagneuse nommée Louettes Econdoué, se trouve le Glacier de Pièce de même orientation et à peu près de même taille que le Glacier de Tsijiore Nouve. Ce névé présente cependant une pente moyenne beaucoup plus faible (27%), régulière et débouche sur le Col des Vignettes (3 160 mètres) (voir Annexe 2).

1.12.2 Traces au sol

Lors du survol du site de l'accident juste après l'événement, de nombreuses prises de vues aériennes ont été effectuées permettant par la suite d'analyser les traces laissées au sol et d'en déduire la trajectoire finale de l'avion.

Vue d'ensemble:

Vues dans leur ensemble les empreintes présentent une orientation magnétique principale de 040° entre le premier toucher et l'épave. La trace initiale est celle d'un court impact de la roue droite du train principal. Une dizaine de mètres plus bas, les marques des trois roues s'étendent parallèlement à la pente du glacier sur dix mètres environ; celle de la roue de proue se fond dans le vide délimité par l'arrêt d'une crevasse alors que celles du train principal s'interrompent dans la neige. Les traces suivantes sont celles de frottements de la partie inférieure du capot moteur laissés sur l'éperon rocheux qui forme le bord aval de la crevasse. A son pied on y distingue le train avant complet qui s'est désolidarisé de l'avion. Il n'existe ensuite plus de traces d'impact sur la quinzaine de mètres qu'il y a jusqu'à l'épave; toutefois des débris du capot moteur ainsi que le pot d'échappement sont visibles.

Détails des traces:

L'agrandissement des photographies des traces permet d'évaluer l'intensité des collisions avec le sol. Les empreintes sont profondes et témoignent d'impacts violents; les creux plus prononcés sur les parties intérieures des marques sont dus à l'accélération

centrifuge inhérente au virage à gauche qu'effectuait l'appareil. Les profondeurs accentuées des marques laissées par la roue de proue et la roue droite du train principal montrent que l'intensité maximale du choc a été localisée sur la partie avant droite de l'avion. La trace de la roue de proue peut être décomposée en deux parties: sur les deux premiers tiers sa profondeur augmente très vite, de manière peu graduelle et est très creusée avant de s'interrompre sur une longueur de presque deux mètres. Elle réapparaît ensuite en forme d'ornière dont l'enfoncement décroît jusqu'au vide et dans laquelle la neige est tachée par du liquide hydraulique. Sur cette dernière partie la trace chevauche huit entailles régulières laissées par le contact de l'hélice avec le sol.

Trajectoire probable de l'avion:

Au moment du premier contact avec le névé l'appareil était en virage à gauche, presque parallèle au plan du glacier. La roue droite du train principal a touché pendant un court instant le sol puis l'avion a continué de voler en s'inclinant plus à gauche. Environ 10 mètres plus bas l'appareil a heurté le glacier juste avant une crevasse, dans une position nez en avant. La roue gauche est la première à avoir été en contact avec le sol puis aussitôt après la roue de proue suivie de la roue droite ont percuté durement et profondément le terrain. C'est à cet endroit que le heurt a atteint son intensité maximale; le train avant y a été sectionné et a fini sa course dans la crevasse. Sur les derniers mètres avant le vide le nez s'est redressé progressivement, la roue droite a quitté le sol et l'avion a franchi la cassure. Le dessous de la partie avant touche encore un éperon rocheux, choc au cours duquel le capot moteur inférieur vole en éclat et le pot d'échappement est sectionné. Aucune autre trace directe de l'appareil n'est visible entre l'arrête de la crevasse et l'endroit où celui-ci s'est immobilisé.

1.12.3 Épave

L'avion a été détruit progressivement par la succession des collisions avec le terrain. Des parties telles que du plexiglas de la verrière, des morceaux du carénage des roues, des fragments de fibre ont été retrouvés sur un périmètre s'étendant des alentours des premières traces d'impact du train d'atterrissage jusqu'au lieu où l'appareil a terminé sa course. Le fuselage présente de très importantes déformations plastiques, principalement en torsion vers la gauche autour de l'axe de roulis (sens du vol) et en écrasements dans la direction de l'axe de lacets. Des ruptures ont eu lieu aussi bien au niveau de parties vitales telle que l'intégralité de l'aile droite à la hauteur de l'emplanture, qu'à celles d'éléments secondaires tels que la jambe de train principal gauche, la roue de proue ou encore le pot d'échappement.

La structure de l'habitacle a été fortement déformée, avec un écrasement accentué vers la gauche; l'espace réservé aux passagers est néanmoins resté viable. Les 4 sièges ont été déformés; les supports assurant la fixation des deux sièges avant sur leurs rails respectifs sont endommagés: ceux de la place pilote sont affaissés verticalement et ceux de la place voisine sont inclinés vers la gauche avec l'attache arrière droite brisée.

Le profil du bâti moteur est tordu et incline désormais le groupe motopropulseur d'environ 30° vers le bas par rapport à l'axe longitudinal de l'avion. Des accessoires tels que le radiateur d'huile, la cuve du filtre décanteur, le démarreur, la partie supérieure du carburateur et son boîtier de réchauffage sont endommagés mais le moteur lui même n'est pas irrémédiablement mis hors d'usage. L'hélice présente des déformations importantes.

1.12.4 Cabine

L'inspection de la cabine a permis d'établir les faits suivants:

- au niveau de la conduite du moteur: la manette des gaz était en position plein gaz, la commande de richesse du mélange à environ mi course et celle de réchauffage du carburateur sur "OFF";
- pour la gestion du carburant: le sélecteur de réservoir était sur celui de droite, la pompe électrique carburant sur "ON";
- en ce qui concerne les commandes de vol: les volets étaient rentrés, le volant de trim était réglé en position 1/3 "nez haut" à partir de l'indexe neutre;
- l'émetteur/récepteur de bord était enclenché - haut parleur sur "ON", le transpondeur était sur "OFF" – affichage 7000, le GPS était déclenché;
- le harnais d'épaule du siège pilote était à son emplacement de rangement;
- le totalisateur d'heure indiquait 4735,56 h.

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Le sang prélevé chez le pilote huit heures après l'accident a révélé une alcoolémie nulle.

1.14 Incendie

Aucune trace de feu n'a été relevée sur l'épave et les débris de l'appareil.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1 Sauvetage

L'alerte a été donnée par l'un des passagers qui a réussi à joindre sa mère au moyen de son téléphone portable, l'informant être tombé en avion à un endroit d'où il voyait les pistes d'Arolla. Les secours aériens ont été immédiatement appelés et 10 minutes (11:00 h) après l'accident un premier hélicoptère de secours décolla de Sion à la recherche de l'épave, suivi d'un deuxième appareil cinq minutes plus tard. Les pilotes ont été aidés par les indications fournies au téléphone par l'un des passagers et l'avion a été localisé à 11:30 h.

Trois hélicoptères ont transporté et hélitreuillé des médecins, des guides ainsi que des pompiers dans une opération de sauvetage rendue délicate par l'emplacement critique de l'avion. L'intervention des secours s'est achevée à 17:26 h.

1.15.2 Utilisation des ceintures de sécurité

Les passagers arrière n'étaient pas attachés au moment de l'accident. Ils ont souvenir d'avoir repris conscience gisant dans la neige à environ deux mètres de l'appareil.

Les deux occupants des places avant portaient leur ceinture ventrale mais pas leur harnais d'épaule.

1.16 Essais et recherches

1.16.1 Vol de reconnaissance

Afin de bien discerner les particularités topographiques de la région de l'accident, les enquêteurs ont suivi en hélicoptère le trajet qu'a effectué HB-PGS pendant ses dernières minutes de vol. La zone présente un aspect très encaissé et est composée d'un relief uniformément accidenté compliquant l'orientation et la prise de repères. Une fois le Pas de Chèvres franchi et que le cap est mis à l'est-sud-est, on arrive rapidement au fond du Glacier de Tsijiore Nouve. La reconnaissance des lieux directement avoisinants révèle que le bas du Glacier de Pièce situé environ 1 km plus à l'est et qui débouche sur le col des Vignettes, présente une apparence très similaire à celui de Tsijiore Nouve mais ne devient visible qu'une fois franchie la petite barrière montagneuse qui sépare ces deux glaciers.

1.16.2 Essais moteur

Il a été établi que tous les dégâts moteur constatés étaient inhérents à l'accident.

En remplaçant et réparant les parties détruites et endommagées on a remis le moteur en état pour le faire tourner sur un banc d'essai. Trois démarrages ont été effectués avec succès et les réactions (régime au ralenti, reprise de gaz, réglage du mélange etc.) ainsi que tous les paramètres moteurs (pressions d'huile, d'essence ...) se trouvaient à chaque fois dans les normes. Pour les deuxième et troisième tests, on a utilisé les bougies d'origine non nettoyées. Enfin, aucune fuite n'a été constatée sur les différents carters et conduites.

1.16.3 Estimations de la vitesse et de la décélération de l'avion à la sortie de la première crevasse

Lors du premier choc important de l'avion avec le névé, l'hélice a laissé des traces spécifiques sur l'empreinte de la roue de proue (voir § 1.12.2); l'intervalle de ces entailles combiné au régime supposé du moteur au moment de l'accident permet de déterminer la vitesse de l'appareil à la sortie de la première crevasse. Connaissant la vitesse initiale et la longueur de la marque des trois roues, on peut en déduire ensuite la décélération moyenne subie pendant ce contact avec le glacier.

La précision des résultats est donnée par un calcul de propagation des erreurs commises lors des mesures sur les photos aériennes et dans la détermination de la vitesse de rotation.

On obtient les valeurs suivantes:

- vitesse de l'avion à la sortie de la première crevasse: 96 ± 16 noeuds
- décélération: $5,6 \pm 3$ g

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

L'avion HB-PGS appartenait et était exploité par le Groupe de vol à moteur (GVM) de Sion qui est une section indépendante de l'Aéro-club de Suisse, section Valais. Le pilote en était membre et l'avait loué pour effectuer un vol privé.

1.18 Renseignements supplémentaires

Sans objet.

1.19 Techniques d'enquête utiles ou efficaces

Les prises de vues digitales aériennes du lieu de l'accident ont été traitées numériquement à l'aide d'un programme informatique permettant de mettre en évidence certaines particularités des traces visibles sur le névé ; l'empreinte de la roue de proue et les huit entailles régulières laissées par le contact de l'hélice avec le sol ont été fortement agrandies. Il a ainsi été possible de disposer des mesures nécessaires à la détermination de la vitesse et de la décélération de l'avion à la sortie de la première crevasse.

2 Analyse

Les accidents d'aviations sont souvent dus à des concours de circonstances dans lesquels interviennent des facteurs techniques, environnementaux, opérationnels et humains. Dans notre cas, techniquement il s'agit de déterminer si le crash a pu être causé par une défaillance du groupe motopropulseur de l'avion. Au niveau environnemental on cherche à déceler les effets conjugués des aspects météorologiques alpins du jour et d'un relief très accidenté; le côté opérationnel consiste à observer les limites d'évolution de l'appareil justement dans cet environnement particulier. Les facteurs humains enfin, sont les éléments au niveau de la synthèse des informations relatives au pilote qui peuvent aider à comprendre dans quelles circonstances a eu lieu l'accident.

2.1 Aspects techniques

2.1.1 L'éventualité d'une perte de puissance du moteur

Comme indiqué sous § 1.6.5, à une altitude de 10 000 pieds conjuguée à une température extérieure de $-4,5^{\circ}\text{C}$, la vitesse de rotation du moteur donnée par les courbes figurant dans le chapitre "Performance" du manuel de vol de l'aéronef (AFM) est de 2525 tours/minute. Etant donné qu'aucune information chiffrée réelle n'est disponible quant au régime moteur, cette valeur théorique constitue la seule base de référence qui fait foi.

Les indices en faveur d'un fonctionnement normal du groupe motopropulseur lors de l'accident sont étayés par les faits ou considérations suivants:

Au moment de l'accident

- témoignages: aussi loin que puissent remonter les réminiscences des passagers, aucun d'eux n'a fait état d'un problème moteur, qu'ils l'aient directement perçu (baisse de régime, bruits particuliers) ou que celui-ci ait été signalé par le pilote. Sur l'épave, la manette des gaz était en position plein gaz, la commande de richesse du mélange à environ mi course;
- éventualité d'un givrage du carburateur: dans la région de l'accident, Météo-Suisse rapporte qu'il y avait "peu de risque de givrage: les nuages étaient du type Cirrus et au dessous l'air était sec". La manette du réchauffage carburateur a été retrouvée sur la position "froid";
- panne d'essence: sur l'épave le sélecteur de carburant était positionné sur le réservoir droit, c'est-à-dire celui dans lequel 50 litres de carburant ont pu être récupérés après l'accident;
- sur le névé, l'intervalle des entailles laissées par l'hélice sur l'empreinte de la roue de proue correspond au régime moteur attendu dans les conditions de vol du moment de l'accident (2525 tours/minute). Sur la base de cette mesure, les valeurs trouvées pour la vitesse et la décélération de l'avion à la sortie de la crevasse (voir § 1.16.3) sont compatibles avec la dynamique de l'accident.

Après l'accident

- une fois les dégâts moteurs consécutifs à l'accident réparés, les tests de fonctionnement effectués sur banc d'essai un mois après le crash ont révélé que le groupe motopropulseur était opérationnel à ce moment.

Enfin, et toujours dans le contexte de l'éventualité de la panne moteur il convient de rappeler que dans l'épave, l'interrupteur de la pompe à essence électrique a été retrouvé en position "ON". Placé dans le contexte de la liste de vérification à appliquer en cas de perte de puissance moteur, "ENGINE POWER LOSS IN FLIGHT", cet état aurait pu être le résultat de la deuxième action à effectuer, après celle de positionner le sélecteur de carburant sur un réservoir contenant du l'essence. Le rapprochement s'arrête néanmoins à ce stade car les positions relevées de la manette du réchauffage carburateur et de la commande de la richesse du mélange ne correspondent en revanche pas à celles demandées aux deux points suivants de la check-list ("Mixture... RICH", "Carburetor heat... ON").

On a remarqué qu'à l'instar de la pompe électrique, les phares d'atterrissage étaient enclenchés au moment de l'accident; il a pu s'agir d'une mesure préventive appliquée en raison de l'altitude de vol élevée et de la volonté d'être mieux repérable dans l'environnement du vol à vue, ou tout simplement de l'oubli d'effectuer les deux derniers points des "CLIMB CHECK"(s) ("3. BOOSTER PUMP OFF PRESS, 4. LANDING LIGHT OFF") tels que prescrits sur une checklist PA-28 retrouvée dans le classeur personnel du pilote.

2.2 Aspects environnementaux

2.2.1 L'environnement géographique

Le vol de reconnaissance en hélicoptère de la zone où a eu lieu l'accident avait révélé que les glaciers de Tsijiore Nouve et de Pièce pouvaient facilement être confondus. L'étude des cartes de la région aux échelles 1:25 000 et 1:50 000 montre qu'ils sont de taille similaire, orientés tous deux face au Sud et distancés l'un de l'autre d'environ 1 000 mètres, ce qui représente 15 secondes de vol à la vitesse qu'avait l'avion. Séparées par une petite barrière montagneuse (Louettes Econdoué), les entrées des deux glaciers ont la même apparence et leurs pentes sont similaires. Cependant, alors que le Glacier de Pièce montre une déclivité régulière débouchant sur le Col des Vignettes (3 160 mètres), celui de Tsijiore Nouve présente en son milieu et sur toute sa largeur un escarpement très important et accidenté donnant soudainement l'apparence d'un mur de neige. Le col qui marque la fin du névé de Tsijiore Nouve s'élève à une altitude de 3 423 mètres.

Il faut signaler que lorsque l'on arrive du Pas de Chèvre avec un cap est-sud-est et à l'altitude présumée qu'avait HB-PGS, seule l'entrée du Glacier de Tsijiore Nouve est visible, celle du Glacier de Pièce étant cachée par la barrière de "Louettes Econdoué". Au niveau de la visibilité, de la perception des contrastes et du relief - notamment en ce qui concerne l'estimation des pentes -, le vol de reconnaissance en hélicoptère a confirmé que ceux-ci pouvaient être fortement influencés par les conditions météorologiques du moment.

2.2.2 Influence des conditions météorologiques sur le lieu et au moment de l'accident

La situation météorologique générale ne présentait pas de phénomène particulier (voir § 1.7). En ce qui concerne les conditions relatives au lieu même de l'accident, MétéoSuisse considère que la perception des contrastes et des reliefs correspondait à celle d'un "jour blanc". Au niveau des vents, elle juge que "compte tenu de l'heure de l'accident et de la saison, il est très peu probable qu'il y ait eu des rafales sur le glacier, de plus, les vents mesurés dans les différentes stations météorologiques aux alentours étaient faibles." Le soleil avait un azimut de 152° et se trouvait dans l'axe du Pigne d'Arolla.

Le témoignage des deux passagers arrières qui sont les seuls à se souvenir du survol du glacier, est d'origine plus subjective: ils ont déclaré avoir trouvé la visibilité bonne et que le relief était bien distinguable. Il faut néanmoins se garder de conclure que cette perception était également celle du pilote. En effet, les passagers ont en général comme attention principale de regarder le paysage et ils le font dans la direction qui leur offre le meilleur champ de vision, à savoir sur les côtés. La tâche du pilote est toute autre: il doit assurer la conduite de l'avion et sa vision de l'extérieur est donc principalement dirigée vers l'avant. Il doit aussi fréquemment consulter ses instruments de bord et son regard passe régulièrement de l'extérieur à l'intérieur et vice versa. Pendant la remontée du glacier, l'avion avait à peu près un cap sud et le mur de neige du milieu du névé se trouvait directement sur sa route. En plus, même s'il était voilé par la couche de nuages élevés le soleil se trouvait face au pilote, ce qui pouvait intensifier le phénomène de jour blanc et donc diminuer la perception des contrastes.

2.3 Aspects opérationnels

2.3.1 Trajet probable de l'avion

Les passagers ont déclaré que l'itinéraire du vol avait été convenu avec le pilote lors de leur déplacement vers l'aéroport de Sion (voir § 1.1.1). L'un d'eux donne une description détaillée de la route décidée et précise qu'après le Pas de Chèvre leur intention était de survoler la cabane des Vignettes puis de descendre le Glacier d'Otemma. En reconstituant la dernière phase du vol sur la base des indications géographiques restituées par les passagers, de l'itinéraire prévu ainsi que du relief particulièrement accidenté de la région, il apparaît que la seule façon de passer sur la Cabane des Vignettes pour descendre ensuite le long du Glacier d'Otemma est de remonter le Glacier de Pièce pour déboucher sur le Col des Vignettes; c'était le trajet probablement prévu par le pilote.

La trajectoire probable de l'avion est celle reconstituée à partir des informations fournies par les passagers: après avoir survolé la Cabane des Dix (2928 m) l'avion passe le Pas de Chèvre (2855 m) et vole en direction de l'entrée du glacier de Pièce. Cependant, environ 1 000 mètres avant d'y parvenir, il s'engage sur le Glacier de Tsjiore Nouve, le remonte et s'écrase un kilomètre et demi plus haut alors qu'il effectue un virage de dégagement par la gauche (voir Annexe 4).

2.3.2 Les performances de l'avion dans l'environnement du Glacier de Tsijiore Nouve

La carte à l'échelle 1:25 000 montre que le Glacier de Tsijiore Nouve s'étend sur une longueur d'environ 4 kilomètres pour une largeur maximale de 750 mètres; au lieu de l'accident cette dernière est d'environ 600 mètres et la pente moyenne s'élève à 60%. La reconstitution du parcours révèle que l'appareil s'est engagé au dessus du glacier au tiers de sa longueur, à une distance donc de près 2,5 kilomètres du col de Tsijiore Nouve qui se situe à l'altitude de 3 423 mètres; il a survolé le névé sur un trajet de 1,5 kilomètre.

Afin de bien saisir la cinématique de l'accident, il convient de rapporter les possibilités d'évolution du Piper au cadre circonscrit par les limites du glacier. A la vitesse sol de 125 nœuds, le trajet de 1,5 kilomètre est parcouru en 23 secondes, les rayons de virages sont de 904, 422 et 244 mètres pour des inclinaisons de 25°, 45° et 60° respectivement. A titre d'indication, la première inclinaison induit déjà une masse apparente (2543 livres) qui atteint pratiquement la masse maximale autorisée de l'avion (2550 livres). Pour 45° et 60° les masses apparentes s'élèvent à 3260 et 4610 livres, valeurs montrant qu'un virage de dégagement à inclinaison importante va provoquer une perte de hauteur significative, de surcroît amplifiée par l'altitude élevée et la violence à laquelle la manœuvre est réalisée. D'autre part, les faibles largeurs du glacier (maximum 750 mètres) restreignent fortement les possibilités de sortie latérale puisque les virages à faible inclinaison ont des rayons d'évolution supérieurs aux limites imposées par le relief.

On ne dispose pas d'information précise quant à l'altitude de l'appareil au moment de l'entrée sur le Glacier de Tsijiore Nouve. On sait seulement que celui-ci a survolé la Cabane des Dix qui se situe à 2 928 mètres et que l'accident a eu lieu à l'altitude de 3 000 mètres, à la suite d'un virage brusquement engagé et donc au cours duquel il y a eu perte de hauteur manifeste (phénomène du poids apparent).

Le taux de montée potentiel qui existait au moment de l'accident permet de se rendre compte des réserves verticales alors disponibles: 260 pieds/minute à une vitesse sol de 88 nœuds correspondent à un gradient de 3%; comparé à la pente moyenne du terrain de 60% sur le lieu du crash, aucune issue verticale n'était donc possible.

2.3.3 Question relative à la survie des occupants

L'établissement d'une liaison téléphonique entre l'un des passagers et sa mère quelques minutes après l'accident a certainement eu une importance primordiale quant à la survie des occupants. L'alerte a pu ainsi être donnée très rapidement et les indications fournies ont permis de cibler les recherches et de localiser un avion blanc dans l'environnement uniformément blanc que constitue le glacier.

Les deux occupants des places avant portaient leur ceinture ventrale mais pas leur harnais d'épaule; il est probable que l'utilisation de cette sangle aurait contribué à atténuer la gravité de leurs blessures, notamment celles que le pilote a subies à la tête.

Les passagers arrière n'étaient pas attachés au moment de l'accident. Ils se rappellent avoir repris conscience dans des positions et des conditions qui font supposer qu'ils ont été éjectés hors de l'appareil lors du choc final.

Aucun habit chaud supplémentaire n'avait été emporté. Les secours sont arrivés rapidement sur place, à savoir environ une heure après le crash et les hypothermies sérieuses ont ainsi été évitées.

2.4 Aspects humains

2.4.1 Le pilote

2.4.1.1 La qualification d'atterrissages en montagne

Le pilote a obtenu la qualification nationale d'atterrissages en montagne le 16 mai 2000. Il connaissait bien l'environnement alpin et affectionnait le vol de montagne; chaque fois qu'il en réalisait il le consignait dans son carnet de vol en ajoutant l'abréviation "M" dans la colonne relative au "genre du vol" effectué. Les atterrissages sur glaciers et altiports étaient également notés et le dernier total intermédiaire inscrit par ses soins le 6 mars 2001 révélait 336 atterrissages sur glaciers pour 37:41 h de vol. Depuis le 29 août 2001, il n'a plus accompli de vol qu'il qualifiait par "M".

Au niveau de la conduite du vol, cette expérience peut être interprétée de deux façons: elle constitue certes une base solide pour l'acquisition des références spécifiques au vol à proximité du relief, mais peut induire aussi une assurance un peu excessive chez le pilote, pouvant l'amener à se rapprocher du sol avec confiance. On relèvera que tous les atterrissages en montagne ont été effectués à bord d'un Piper PA-18 de même puissance que le PA-28 accidenté mais de masse maximale plus faible et par conséquent plus maniable et performant.

Il convient de rappeler que le vol de montagne est par nature très particulier et qu'il comporte des règles qu'il faut veiller à toujours pouvoir suivre. Entre autres, il faut "voler de façon à ce qu'un virage normal de 180° soit toujours possible" et "survoler les cols à une hauteur minimum de 300 m/sol" (circulaire vol de montagne, Office fédéral de l'air, ancienne dénomination pour OFAC).

2.4.1.2 L'intérêt aéronautique

Les témoignages présentent le pilote comme une personne très attirée par l'activité aéronautique en général. Il exerçait la profession de contrôleur de la circulation aérienne et la gestion du trafic VFR faisait partie de ses tâches professionnelles.

Le classeur personnel retrouvé à bord de l'épave contenait un nombre important d'informations précises montrant que le pilote connaissait bien les appareils sur lesquels il était qualifié et qu'il se souciait de les maîtriser au mieux, aussi bien en opération normale qu'en situation d'urgence. A titre d'exemples, on y trouve des renseignements détaillés sur la prévention du givrage du carburateur, des notes très complètes sur les performances (entre autres) du PA-28, des copies annotées de check-lists d'urgence telles que panne moteur, feu moteur en vol, feu dans la cabine etc.

Au niveau pratique, ce sérieux est également révélé par la minutie apportée au contrôle pré vol de l'avion et de l'application de la procédure de démarrage du moteur par température extérieure basse.

2.4.2 Les passagers

Selon les déclarations des passagers, à aucun moment le pilote n'a montré de signe ou une volonté d'une quelconque prise de risque. Avant et pendant le vol, l'état d'esprit entre les quatre occupants de l'appareil était à la camaraderie: tout le monde a pris part à la préparation de l'avion et le pilote donnait souvent des informations et explications opérationnelles. S'il avait été dans ses intentions d'effectuer un détour sur le Glacier de Tsijiore Nouve, il ne l'a en tout cas pas signalé à ses passagers.

2.5 Interactions Pilote – avion, environnement, opération, passagers

Les facteurs qui ont joués un rôle dans l'accident ou l'ont rendu possible sont mis en évidence par les différentes interactions qui ont eu lieu entre le pilote et son environnement.

2.5.1 Pilote – avion

La conduite technique de l'avion a été correctement réalisée: au sol l'appareil a été méticuleusement préparé et le moteur préalablement conditionné pour le vol, la quantité de carburant à bord était suffisante, la masse et le centrage de l'appareil se situaient dans leur enveloppe respective, le pilote n'avait pas à craindre un risque particulier du givrage du carburateur.

2.5.2 Pilote – environnement

Dans des conditions météorologiques de "jour blanc", l'environnement géographique particulier ne facilitait pas l'orientation et le pilote a pu tourner par erreur sur le Glacier de Tsijiore Nouve alors qu'il pensait s'engager sur le Glacier de Pièce. Le soleil se trouvait quasiment dans l'axe des deux glaciers et a pu contribuer à fausser la perception des contrastes.

Les faibles dimensions latérales du Glacier de Tsijiore Nouve limitaient les possibilités de virage de l'avion.

2.5.3 Pilote – opération

L'avion avait une masse élevée; à une altitude de plus de 10 000 pieds, le moteur fournit sa puissance maximale, les performances de montées deviennent faibles et l'importance du poids apparent induit dans les virages réduit considérablement les réserves d'énergie cinétique.

Dans le cas où le pilote se serait volontairement engagé sur le Glacier de Tsijiore Nouve, son expérience d'atterrissages en montagne réalisée à bord d'un appareil présentant un rapport puissance/poids plus élevé que le PA-28, a pu fausser son jugement quant aux marges de manœuvres dont il disposait.

2.5.4 Pilote - passagers

Les occupants de l'avion se connaissaient tous. Les passagers ont été mis à contribution pour la préparation de vol de l'appareil qui s'est faite sous la direction sérieuse et consciencieuse du pilote. Il n'existe aucun témoignage révélant que ce sérieux n'ait pas été maintenu pendant le vol. D'autre part, s'il avait été dans l'intention du pilote de voler volontairement bas et près du relief accidenté, il aurait certainement demandé aux passagers arrièrre de boucler à nouveau leur ceinture ventrale.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- La masse de l'avion au décollage était de 2326 livres, inférieure de 224 livres à la masse maximale autorisée.
- L'avion était à tous moments dans les limites de centrage.
- Il a été établi que l'avion contenait près de 75 litres de carburant avant d'entamer son ultime vol.
- Rien ne montre qu'il y ait eu une défaillance du groupe motopropulseur avant l'accident.
- Sur l'épave, la manette des gaz a été retrouvée en position plein gaz et la commande la commande de richesse du mélange à environ mi course.
- La manette du réchauffage carburateur était sur la position "froid".
- La pompe à essence électrique était enclenchée.
- Les ceintures ventrales des occupants des places avant ont résisté aux chocs.

3.1.2 Pilote

- Le pilote était titulaire de la licence de pilote privé.
- Le pilote était titulaire de la qualification d'atterrissages en montagne depuis le 16 mai 2000.
- Aucun élément n'indique que le pilote ait été atteint dans sa santé au moment de l'accident.

3.1.3 Déroulement du vol

- L'itinéraire convenu entre les occupants de l'avion était de passer au dessus du barrage de la Grande Dixence, rejoindre le Pas de Chèvre, la Cabane des Vignettes, descendre ensuite le Glacier d'Otemma puis Chanrion pour parvenir vers les Combins et le Dolent. La rentrée devait se faire par les Aiguilles du Tour, Emosson, Tour Salière, les Dents du Midi et atterrissage à Sion.
- A l'altitude de l'appareil, il apparaît que la seule façon de passer sur la Cabane des Vignettes pour descendre ensuite le long du Glacier d'Otemma, est de remonter le Glacier de Pièce pour déboucher sur le Col des Vignettes; c'était le trajet probablement prévu par le pilote.
- Le trajet reconstitué de l'avion passe par la Cabane des Dix, le Pas de Chèvre puis prend la direction du bas du Glacier de Pièce. Environ 1000 mètres avant d'y arriver l'appareil s'est engagé sur le Glacier de Tsijiore Nouve, l'a remonté et s'est écrasé un kilomètre et demi plus haut alors qu'il effectuait un virage de dégagement par la gauche.
- A aucun moment le pilote n'a indiqué qu'il allait survoler le Glacier de Tsijiore Nouve.

- La perception des contrastes et du relief était altérée par des conditions de "jour blanc".
- Au moment de l'accident, les deux passagers arrière n'étaient pas attachés; les occupants des places avant portaient leur ceinture ventrale mais pas leur harnais d'épaule.
- Météo à l'endroit de l'accident selon interpolations spatiale et temporelle effectuées par MétéoSuisse:

Nébulosité: 7/8 Cirrus
Vent: Nord 5 kt, rafales possibles à 10 kt
Visibilité: 40 km
Température: - 4,5 °C
Humidité relative: 30%
Pas de dangers probables à ce jour.

3.1.4 Cadre général

- Le Glacier de Tsijiore Nouve est très accidenté, étroit et aboutit au Col de Tsijiore Nouve qui s'élève à l'altitude de 3 423 mètres.
- A l'est du Glacier de Tsijiore Nouve et seulement séparé par une petite barrière montagneuse nommée Louettes Econdoué, se trouve le Glacier de Pièce de même orientation et à peu près de même taille. Ce névé présente cependant une pente moyenne beaucoup plus faible, régulière et débouche sur le Col des Vignettes (3160 mètres).

3.2 Conclusion

On ne peut pas exclure que le pilote ait volontairement survolé le Glacier de Tsijiore Nouve avec une assurance peut-être excessive gagnée par l'exercice d'atterrissages en montage. Cependant, si tel avait été le cas, compte tenu de l'atmosphère de camaraderie qui régnait à bord, il aurait semblé logique qu'il en fasse part à ses passagers.

L'enquête a établi que bons nombres de conditions se trouvaient réunies pour que le pilote s'engage par erreur sur le Glacier de Tsijiore Nouve: le relief uniformément accidenté de la région était désorientant; sur l'itinéraire prévu, le Glacier de Pièce de forme et d'orientation similaires ne se trouvait qu'à 15 secondes de vol mais n'était pas visible à ce moment là; les conditions de "jours blanc" diminuaient la perception des contrastes. Une fois le virage d'entrée effectué, ce phénomène météorologique intensifié par un soleil orienté pratiquement de face, et lié au fait que les pentes des deux glaciers étaient semblables sur leur premier tiers, a pu retarder la prise de conscience de l'erreur. Celle-ci eut lieu par surprise quelques vingt secondes plus tard et aboutit à une tentative brusque mais sans succès de virage de dégagement, dans un endroit désormais trop encaissé.

3.3 Cause

L'accident est dû à la collision de l'avion avec un névé encaissé et accidenté, vraisemblablement à la suite d'une erreur d'orientation.

Facteur ayant pu jouer un rôle dans l'accident:

- tactique de vol en montagne inappropriée après le passage du col de Pas de Chèvre.

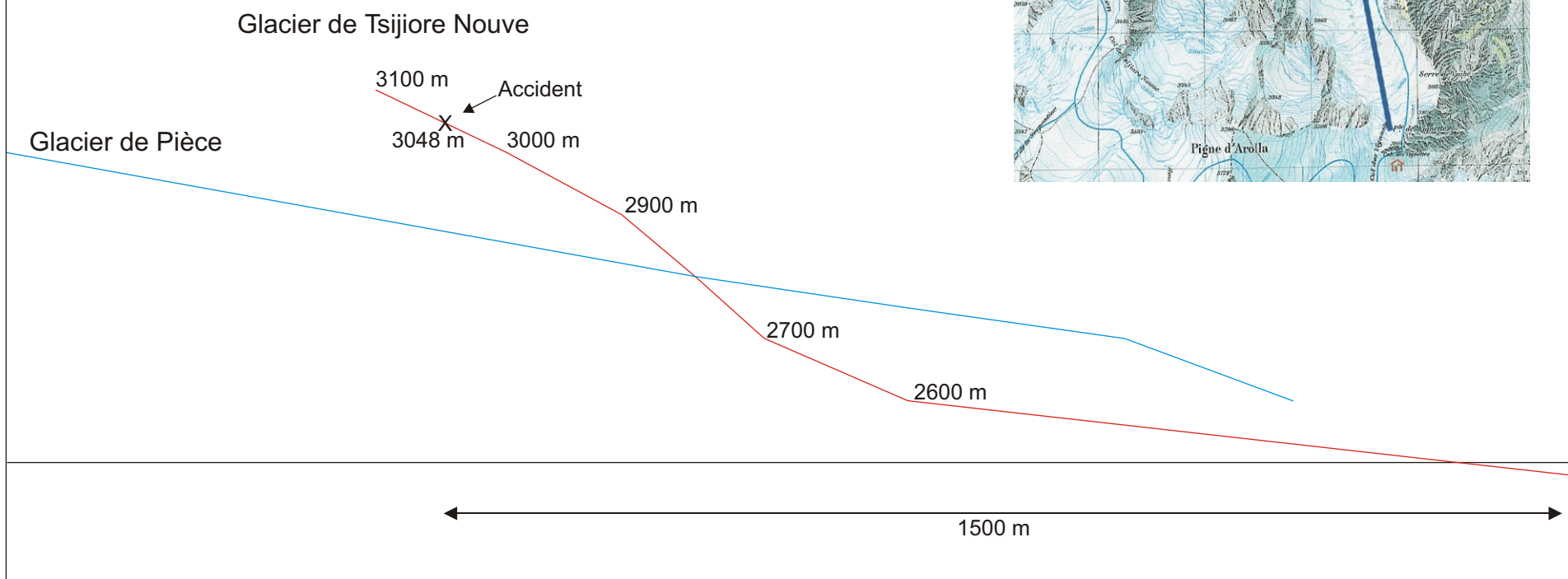
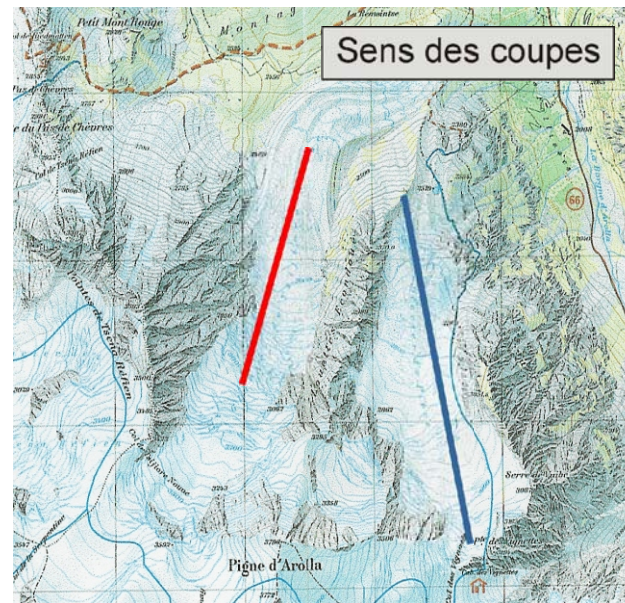
Berne, le 29 juin 2005

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 fédérale sur l'aviation). En raison de la protection des données, le masculin générique est utilisé pour désigner les deux sexes.



Accident HB-PGS 19.01.2002
Coupes des glaciers





Epave

1^{er} contact de
la roue droite

Trajectoire tracée
par 1 passager

Trajectoire
probable

Lieu de
l'accident

Trajectoire
probablement
prévue

Accident HB-PGS 19.01.2002

Soleil

