

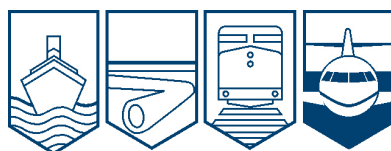
Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE

A09Q0003



IMPACT AVEC LES ARBRES SANS PERTE DE CONTRÔLE

**DU PIPER PA28-140 C-FRZH
À BUCKLAND (QUÉBEC)
LE 6 JANVIER 2009**

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le seul but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête aéronautique

Impact avec les arbres sans perte de contrôle

du Piper PA28-140 C-FRZH

à Buckland (Québec)

le 6 janvier 2009

Rapport numéro A09Q0003

Sommaire

Le 6 janvier 2009 à 4 h 46, heure normale de l'Est, le Piper Cherokee PA28-140 (immatriculé C-FRZH, numéro de série 28-24825) décolle de l'aéroport international de Québec/Jean-Lesage (Québec) pour effectuer un vol de nuit selon les règles de vol à vue (VFR) en direction de l'aéroport de Saint John (Nouveau-Brunswick). L'appareil transporte un pilote et trois passagers. Environ 20 minutes plus tard, à quelque 38 milles marins à l'est de Québec, le pilote informe le terminal de Québec que l'avion traverse une averse de neige. Trente-six secondes plus tard, le contrôleur du terminal de Québec perd le contact radio avec l'appareil. Environ 3 minutes plus tard, l'appareil disparaît de l'écran radar. Dans les instants suivants, l'appareil percute le flanc sud-ouest du Massif du Sud (Québec). La radiobalise de repérage d'urgence (ELT) se déclenche à l'impact et l'appareil est localisé à 9 h 6. L'appareil a été détruit, mais n'a pas pris feu. Le pilote et le passager avant ont subi des blessures mortelles. Les deux passagers en place arrière ont été grièvement blessés.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Déroulement du vol

Le 5 janvier 2009 à 22 h 37¹, soit environ 3 heures avant de décoller de l'aéroport d'Arnrior (Ontario), le pilote obtient les renseignements météorologiques auprès du centre d'information de vol (FIC) de Québec (Québec) pour un vol selon les règles de vol à vue (VFR) à destination de l'aéroport de Saint John (Nouveau-Brunswick). Le FIC lui transmet les renseignements concernant la couche nuageuse, les précipitations et le vent : des conditions VFR prévalaient le long de la route du vol prévue. Une couche nuageuse fragmentée à 3000 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl) s'étend jusqu'au sud-ouest de l'État du Maine (États-Unis). Il y a possibilité de faibles averses de neige isolées entre Ottawa (Ontario) et Sherbrooke (Québec) et de givrage mixte dans les nuages. Le ciel est généralement dégagé au-dessus du Nouveau-Brunswick. Le vent en altitude souffle de l'ouest à environ 25 nœuds.

Deux heures et demie plus tard, le pilote dépose un plan de vol VFR auprès du FIC de Québec. Comme il avait obtenu les renseignements météorologiques préalablement, le pilote décline l'exposé météorologique du spécialiste du FIC. Selon le formulaire de navigation utilisé, le vol devait s'effectuer à 7500 pieds asl. Toutefois, le pilote a mentionné au spécialiste du FIC qu'il effectuerait le vol à 3500 pieds asl si le plafond nuageux ne lui permettait pas de voler à une altitude plus élevée. Une escale était prévue à Québec pour faire le plein de carburant.

Le vol avait pour objet d'amener un passager à l'aéroport de Saint John à temps pour lui permettre de prendre le traversier de 9 h à destination de Digby (Nouvelle-Écosse). Les deux autres passagers effectuaient le vol aller-retour. Le vol de retour vers l'aéroport d'Arnrior était prévu le même jour.

Le 6 janvier 2009 à 1 h 45, l'appareil décolle de l'aéroport d'Arnrior. Le vol se déroule avec une lune aux trois quarts pleine. En route vers l'aéroport de Québec, le pilote éprouve de la difficulté à naviguer en partie à cause des averses de neige et du plafond nuageux. À deux reprises, le contrôleur du centre de contrôle régional (ACC) de Montréal signale au pilote qu'il s'éloigne de sa route, et à trois occasions, le pilote demande au contrôleur le cap à suivre pour se rendre à Québec. À la suggestion du contrôleur de l'ACC de Montréal, le pilote suit la rivière des Outaouais et le fleuve Saint-Laurent jusqu'à destination. À l'ouest de Montréal, l'ACC de Montréal signale un écart de 50° entre le cap de l'avion et celui indiqué par le pilote. Pendant le vol, le pilote signale la présence d'averses de neige. L'appareil atterrit à l'aéroport de Québec à 3 h 57.

À l'aéroport de Québec, le pilote obtient du FIC une mise à jour des conditions météorologiques. Aucune précipitation n'apparaît sur le radar, et les photos satellite montrent des nuages fragmentés à 5000 pieds asl, jusqu'à 30 milles à l'est de Québec. Le pilote est avisé que bien qu'invisible au radar, la présence de faibles averses de neige dans cette région est probable.

¹ Les heures sont exprimées en heure normale de l'Est (temps universel coordonné moins cinq heures).

L'appareil décolle de la piste 24 à 4 h 46 le 6 janvier 2009 à destination de l'aéroport de Saint John. Le vol doit durer 1 heure et 45 minutes. L'appareil monte à l'altitude prévue de 3500 pieds asl et suit un cap d'environ 095 °M, bien que la route directe soit au cap de 127 °M.

À 4 h 58, à 25 milles marins (nm) à l'est de Québec, l'avion quitte l'espace aérien de classe D² et entre dans l'espace aérien non contrôlé de classe G³. Bien que l'appareil ne se trouve plus dans l'espace aérien contrôlé, le contrôleur du terminal de Québec acquiesce à la demande du pilote de continuer la surveillance radar en route. Cependant, le contrôleur du terminal de Québec informe le pilote que la limite de la portée du radar à 3500 pieds asl est d'environ 25 nm plus à l'est de la position actuelle de l'avion. Afin d'obtenir une surveillance radar jusqu'à destination, l'appareil doit monter à 5500 ou 7500 pieds asl. Le pilote décide alors de maintenir 3500 pieds asl et de demeurer avec le terminal de Québec.

À 5 h 6, après avoir rapporté qu'il éprouvait de la difficulté à suivre sa route, le pilote demande un cap pour se rendre à destination. L'appareil suit un cap de 160 °M à 3500 pieds asl et se trouve alors à 35 nm de l'aéroport de Québec et à 2,5 nm au nord de la route directe vers l'aéroport de Saint John.

Le contrôleur du terminal de Québec lui fournit le cap à suivre et la distance restante jusqu'à l'aéroport de Saint John. Dans les secondes suivantes, le pilote signale la présence d'averses de neige, et il demande la hauteur du plafond nuageux. Le contrôleur du terminal de Québec avise le pilote qu'il n'y a pas de station météorologique à proximité de l'avion. La station de Mont-Joli, la station la plus proche de Québec, ne signale aucune précipitation. Quelques instants plus tard, le pilote tente de communiquer de nouveau avec le contrôle de la circulation aérienne (ATC), mais la transmission est coupée. C'est la dernière communication reçue.

Le radar de Québec a suivi la trajectoire de l'appareil pratiquement jusqu'au site de l'écrasement (voir Figure 1). Peu de temps après le décollage, l'appareil s'est éloigné de la route directe. À la sortie de l'espace aérien de classe D, l'appareil a emprunté un cap d'intersection d'environ 10° vers la route directe. Deux minutes avant de disparaître de l'écran radar, la vitesse sol de l'avion est passée de 140 nœuds à 100 nœuds puis a augmenté à 170 nœuds pour finalement baisser à 50 nœuds. Au même moment, l'appareil bifurque vers le sud puis amorce un virage vers la gauche sur un cap final de 111 °M. L'altitude de l'appareil passe de 3800 pieds asl à 3100 pieds asl puis à 3400 pieds asl. L'appareil disparaît de l'écran radar à 5 h 9 min 4 s.

² Espace aérien contrôlé dans lequel les vols IFR et VFR sont autorisés.

³ Espace aérien non contrôlé où l'ATC n'a pas l'autorité ni la responsabilité d'exercer un contrôle des aéronefs qui y circulent.

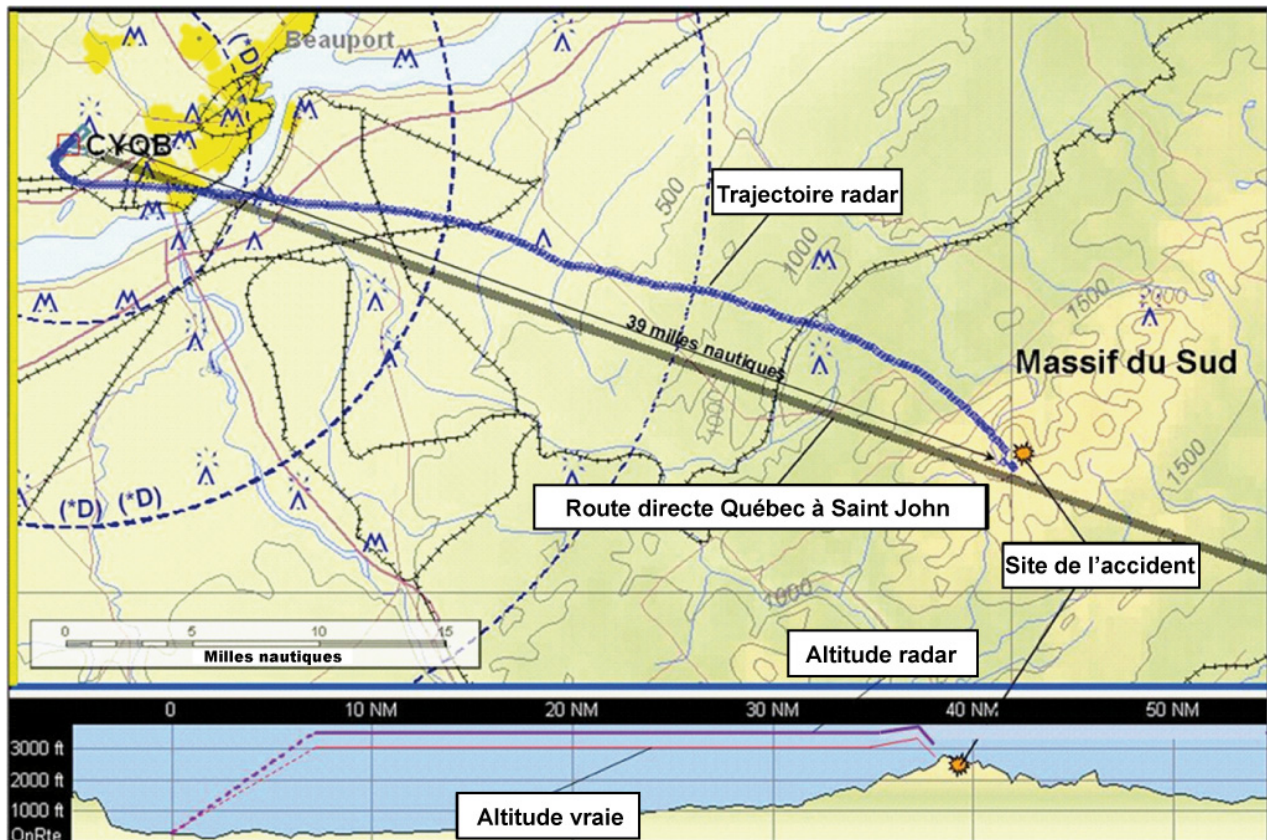


Figure 1. Trajectoire de l'appareil

Les secours

À l'impact, la radiobalise de repérage d'urgence (ELT) Ameri-King, modèle AK-450, est arrachée de son ancrage et le fil d'antenne est coupé. Même si elle est en mesure d'émettre un signal, celui-ci est faible. Un des passagers communique avec les services du 911 en utilisant son téléphone cellulaire. L'appel est reçu en Ontario et de là un suivi est effectué afin de localiser l'endroit de l'appel ainsi que l'appareil. Un hélicoptère du centre de recherche et sauvetage arrive sur place, mais il est incapable de localiser l'épave en raison des conditions climatiques. Une équipe au sol participe également aux recherches.

Les secours arrivent sur les lieux de l'accident environ 4 heures après l'écrasement. Les 2 survivants sont légèrement vêtus et souffrent d'hypothermie. La température extérieure est d'environ -18 °C. L'appareil ne transportait pas d'équipement de survie. Le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC)⁴ exige le transport d'un équipement de survie adéquat pour assurer la survie au sol des personnes à bord en tenant compte de l'emplacement géographique, de la saison et des variations climatiques saisonnières prévues.

4 RAC 602.61 (1).

L'épave et l'impact

L'appareil s'est écrasé sur le flanc sud-ouest du Massif du Sud à environ 2800 pieds asl d'élévation, 240 pieds en contrebas du sommet. L'avion a pénétré dans les arbres sur un cap de 070 °M avec un angle d'inclinaison d'environ 50° sur la gauche avant de se désintégrer et de terminer sa course contre des arbres quelque 200 pieds plus loin.

Le site d'écrasement était jonché de débris. L'aile gauche était suspendue dans les arbres. La cabine était repliée devant les sièges avant et n'offrait aucune chance de survie aux occupants en place avant. Il a été impossible d'établir la continuité des commandes de vol dû aux dommages liés à l'impact. Les dommages aux pales de l'hélice démontrent que le moteur produisait de la puissance au moment de l'événement. Le régime moteur semblait constant, et aucun raté n'a été constaté. La carte aéronautique de navigation VFR a été retrouvée pliée dans un sac, et aucun tracé de la route directe entre Québec et l'aéroport de Saint John ne figurait sur la carte. Une carte routière ouverte se trouvait près de l'appareil.

L'appareil

Le Piper Cherokee PA28-140 est un monomoteur à aile basse. L'appareil était certifié, entretenu et équipé en accord avec la réglementation en vigueur. Le C-FRZH a été importé au Canada en 2007 et il avait reçu son certificat de navigabilité de catégorie normale le 4 avril 2008. Le pilote était la seule personne à piloter l'appareil depuis son importation. Au moment de l'accident, il n'y avait aucun point d'entretien différé inscrit au journal de bord.

L'appareil était équipé de quatre sièges, soit deux sièges à l'avant et deux sièges strapontins à l'arrière. Selon le certificat de type numéro 2A13 et le manuel de vol⁵, les deux sièges strapontins ont une capacité maximum totale de 200 livres. Or, le poids total des deux passagers arrière dépassait la capacité maximum autorisée. La masse maximale autorisée au décollage était de 2150 livres. En se basant sur l'information disponible, les enquêteurs du BST ont calculé que l'appareil était en surcharge de 97 livres au moins. Rien n'indique que le pilote ait rempli un rapport de masse et centrage avant le vol.

L'appareil était muni de l'équipement requis pour le vol VFR de nuit. À son bord, il y avait un conservateur de cap, un altimètre barométrique, un indicateur de virage et de dérapage, un indicateur d'assiette, un variomètre ainsi qu'un récepteur radiophare omnidirectionnel VHF (VOR). Selon l'information recueillie, le conservateur de cap présentait une importante précession⁶. En général, les conservateurs de cap ont un taux de précession qui varie entre 2,5 et 3,0° toutes les 10 à 15 minutes, selon le fabricant. On n'a pu établir l'ampleur réelle de la précession. L'exploitation de nuit exige que les instruments de vol requis à bord des aéronefs soient en bon état de fonctionnement. Les instruments de l'avion ont été acheminés au Laboratoire du BST à Ottawa pour fins d'analyse. Leur état n'a pas permis de déterminer les

⁵ Manuel de vol, section 1, page 2A.

⁶ Les forces de frottement à l'intérieur d'un gyroscope provoquent la précession de ce dernier, ce qui se traduit alors par un glissement ou une dérive de la carte de cap. Il faut donc comparer, à intervalles réguliers, la carte de cap se trouvant sur le conservateur de cap au compas magnétique, afin de s'assurer qu'elle fournit des renseignements précis sur le cap.

indications qu'ils affichaient au moment de l'impact. Le récepteur VOR était fermé. L'altimètre était calé au calage altimétrique en vigueur au départ de l'aéroport de Québec, soit 29,83 pouces de mercure.

Le trajet planifié

Le trajet à destination de l'aéroport de Saint John s'effectuait au-dessus de la province de Québec, de l'État du Maine aux États-Unis et de la province du Nouveau-Brunswick. De l'aéroport de Québec à la frontière américaine, l'appareil devait survoler une région parsemée de plusieurs villages qui devaient offrir des repères lumineux. Toutefois, les 70 premiers milles marins au-dessus du Maine étaient sans agglomération pour offrir des repères visuels ou lumineux. La route prévue amenait l'appareil à survoler deux montagnes dont les sommets culminaient à plus de 3000 pieds asl : le Massif du Sud à 3040 pieds asl et un massif dans le Maine, à 3543 pieds asl. On recense également des sommets à 5300 pieds asl à quelques milles de la route directe. Ces sommets sont indiqués sur les cartes de navigation VFR. Les indications d'altitude maximale (MEF)⁷ le long de la route variaient entre 2500 pieds et 3400 pieds asl au-dessus du Québec, entre 2800 pieds et 5800 pieds asl au-dessus du Maine, et entre 1300 pieds et 1600 pieds asl au-dessus de Nouveau-Brunswick.

NAV CANADA n'a pas l'autorité ni la responsabilité d'exercer un contrôle des aéronefs qui circulent dans l'espace aérien de classe G. Les unités de NAV CANADA y fournissent des services d'alerte et d'information de vol, incluant les informations météo les plus courantes. Lorsqu'un vol VFR est guidé par radar, le pilote est responsable, entre autres, de demeurer dans des conditions VFR et de s'assurer qu'il maintient, par rapport aux obstacles et au relief au sol, la marge de sécurité nécessaire.

Les conditions météorologiques

La station météorologique du Service de l'environnement atmosphérique la plus proche du site de l'accident se trouve à l'aéroport de Québec, soit à environ 38 nm plus à l'ouest.

Environnement Canada a analysé les prévisions et les observations pour la région de Québec. Selon Environnement Canada, les conditions les plus probables près du site de l'accident au moment des faits étaient les suivantes : en général, des conditions VFR prévalaient avec des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC) locales. Le vent était de l'ouest de 8 à 12 nœuds avec peu ou pas de cisaillement du vent. La turbulence mécanique était peu importante. Il y avait du givrage mixte dans la couche nuageuse entre 3000 et 6000 pieds asl. Compte tenu du terrain accidenté et du peu de données météorologiques disponibles pour la région, des conditions plus défavorables étaient possibles mais peu probables.

⁷ On retrouve sur les cartes de navigation VFR les altitudes maximales (MEF) dans des quadrilatères délimités par des lignes avec amorce en latitude et longitude. La MEF indique, en milliers et centaines de pieds au-dessus du niveau moyen de la mer, soit la plus haute altitude du terrain plus 328 pieds, soit la plus haute altitude d'un obstacle connu, suivant l'altitude la plus élevée des deux. Elles permettent aux pilotes de choisir rapidement une altitude de croisière sécuritaire lors de la planification du vol.

Au moment de l'écrasement, le ciel était couvert et il neigeait à proximité du lieu de l'accident. Après l'accident, la visibilité était réduite par la brume et la neige.

Les altimètres d'aéronef sont étalonnés de façon à indiquer l'altitude vraie dans des conditions répondant à celles de l'atmosphère type internationale (ISA)⁸. En règle générale, les conditions réelles diffèrent des conditions ISA. Par conséquent, l'altitude indiquée sera différente de la hauteur réelle de l'aéronef au-dessus du niveau moyen de la mer.

Les altimètres permettent de compenser les différences de pression grâce à un cadran gradué réglable que le pilote peut caler sur la pression barométrique réelle. Le cadran gradué de l'altimètre du C-FRZH était calé sur le calage altimétrique de l'aéroport de Québec, et la différence de pression sur une distance de 39 nm était négligeable.

Cependant, pour tenir compte des différences de température, il faut faire des calculs. Si la température réelle est plus basse que la température normale, comme dans le cas présent, l'altitude réelle va être plus basse que l'altitude indiquée. Les calculateurs de vol permettent de corriger les erreurs de température et de convertir l'altitude indiquée en altitude vraie. Dans le cas qui nous concerne, l'altitude vraie de l'appareil était plus basse d'environ 500 pieds que l'altitude indiquée. L'altitude transmise par le transpondeur aux récepteurs radar est basé sur l'altitude pression qui est corrigée en fonction du calage altimétrique local. Toutefois, l'altitude radar n'est pas corrigée en fonction de la température extérieure.

Le pilote

Le pilote possédait la licence et les qualifications nécessaires au vol et en vertu de la réglementation en vigueur. Le pilote avait commencé à voler en avril 2003. Il avait obtenu sa licence de pilote privé en octobre 2003 et une qualification de vol de nuit en avril 2004. Le 22 octobre 2008 (date de la dernière inscription dans le carnet de route du pilote), le pilote totalisait environ 350 heures de vol, dont 38 heures de vol de nuit et quelque 80 heures de vol aux instruments (IFR) dans des conditions météorologiques de vol à vue et sur simulateur. Le pilote ne détenait pas de qualification IFR.

L'historique des heures de sommeil du pilote durant les 72 heures qui ont précédé l'accident est imprécis. Toutefois, il a été établi que le jour avant l'accident, le pilote s'était réveillé à 9 heures du matin, qu'il avait été occupé toute la journée et qu'il avait pris une courte sieste.

Les facteurs clés qui ont une influence sur la fatigue incluent les heures d'insomnie accumulées et la fatigue due au changement du rythme circadien⁹. L'accumulation des heures d'insomnie au-delà de 17 heures a un effet significatif sur les performances. Fondamentalement, le manque de sommeil et la somnolence diminuent le rendement d'une personne, et notamment sa

⁸ Ces conditions supposent notamment que l'air est un gaz parfaitement sec, que la pression au niveau moyen de la mer est de 29,92 pouces de mercure et que la température est de 15 °C.

⁹ Rythme biologique dont la périodicité est d'environ 24 heures (21 à 27 heures).

performance physique, psychomotrice et mentale. Son comportement peut être affecté, et son attitude à l'égard de la sécurité et de la prise de risques peut changer. Les effets de l'insomnie prolongée peuvent être jusqu'à un certain point atténués en faisant une sieste, néanmoins le risque de fatigue persiste.

Le 17 novembre 2008, le pilote avait effectué un vol de nuit à destination de l'aéroport de Saint John. Même si l'exposé météorologique obtenu avant de quitter l'aéroport d'Arnrior prévoyait des averses de neige et une visibilité de 2 milles terrestres¹⁰, le pilote avait décidé d'entreprendre le vol. L'appareil a dû atterrir à Trois-Rivières (Québec) après avoir rencontré les conditions météo défavorables annoncées dans l'exposé. À l'exception du vol du 17 novembre 2008, pratiquement toutes les heures de vol de nuit du pilote ont été effectuées localement dans la région de l'aéroport d'Arnrior.

Analyses toxicologiques

Le 7 janvier 2009, des échantillons sanguins et urinaires ont été prélevés par le pathologiste pour fins d'analyse toxicologique. Les échantillons ont été reçus au laboratoire de toxicologie le 11 février 2009. Plusieurs analyses ont été effectuées entre le 13 et le 27 février 2009. Ces analyses ont révélé les valeurs suivantes :

- benzoylécgonine¹¹ sanguine : 0,200 ng/mL¹² (0,69 nmol/L¹³);
- cocaïne sanguine : 0,067 ng/mL (0,22 nmol/L);

Les experts s'entendent pour confirmer que plus les échantillons sont analysés tôt, plus les résultats sont précis. La demi-vie¹⁴ de la cocaïne est courte, environ $0,8 \pm 0,2$ heure. La demi-vie de la benzoylécgonine est de 6 heures. Il est donc particulièrement important que les échantillons soient testés rapidement et conservés à la bonne température, afin que l'on obtienne les résultats les plus précis possibles. Il y a eu un retard de 1 mois dans les tests des échantillons, et on ignore quelle a été la température d'entreposage pendant cette période. Comme la cocaïne se détériore pendant les périodes d'entreposage, un retard dans les tests ou un entreposage ailleurs que dans un congélateur réduira le nombre des résultats obtenus au moyen des tests comparativement aux quantités qui auraient été présentes dans le corps au moment du décès. Néanmoins, des traces de cocaïne et de benzoylécgonine dans de tels échantillons demeurent des indicateurs valides de la présence de ces substances dans le corps.

La présence et la concentration de cocaïne dans les échantillons indiquent prudemment l'utilisation de cocaïne au cours des 24 dernières heures, et plus que probable au cours des 3 dernières heures. Cependant, l'importance exacte des effets dépend de l'historique de consommation d'une personne, de la méthode par laquelle elle consomme la cocaïne et de sa

¹⁰ Une visibilité de 3 milles est requise pour le vol VFR de nuit.

¹¹ Principal métabolite de la cocaïne. Elle est formée dans le foie par le métabolisme de la cocaïne catalysée et excrétée par l'urine.

¹² Nanogrammes par millilitre.

¹³ Nanomoles par litre.

¹⁴ En pharmacologie, le temps nécessaire pour que la quantité d'une substance contenue dans un système biologique soit diminuée de la moitié de sa valeur initiale.

tolérance. La cocaïne peut mener à des effets d'invulnérabilité et de prise de risques accrue¹⁵, mais l'étendue des effets sur les performances des pilotes n'a pas encore été étudiée. Néanmoins, la cocaïne agit sur le système nerveux central, et par le fait même, elle peut avoir des effets imprévus sur les performances, particulièrement sur des tâches complexes, comme le vol VFR de nuit. Même si la cocaïne peut être prise pour dissimuler la fatigue, elle ne prévient pas la dégradation des performances due à la fatigue.

Accidents CFIT

Un accident CFIT (impact sans perte de contrôle) est un accident au cours duquel un aéronef, dont l'équipage a la maîtrise, est dirigé contre le relief, l'eau ou un obstacle sans que cet équipage ait eu au préalable conscience de l'imminence de l'accident. Selon les données statistiques recueillies par le BST, les accidents CFIT surviennent souvent lorsque le pilote tente de voir le sol pour voler à vue, même si le vol se déroule dans les nuages, de nuit, dans le voile blanc ou en toutes autres conditions qui ne permettent pas le vol à vue. Plus de la moitié de ces accidents CFIT sont survenus en régime VFR. La moitié des accidents VFR en IMC se sont produits dans des régions montagneuses ou vallonnées.

Lors d'un vol VFR de nuit, le pilote doit utiliser des repères au sol pour naviguer. Quelque 10 % de tous les accidents au Canada surviennent pendant les heures d'obscurité, chiffre qui correspond aux estimations du pourcentage général des vols de nuit (10 % également). Cependant, presque 30 % des accidents VFR en IMC surviennent dans l'obscurité. Par conséquent, le nombre de ce type d'accident survenu la nuit est proportionnellement très élevé.

Analyse

L'examen de l'épave et des composants n'a révélé aucun élément permettant de croire à une défaillance structurale, à un mauvais fonctionnement des commandes ou à une perte de puissance de l'avion qui aurait pu être à l'origine de l'accident.

Comme le vol s'effectuait de nuit, il était primordial de bien planifier le vol en raison du risque de se retrouver soudainement dans des conditions IMC. En conséquence, une analyse minutieuse des observations météo et des conditions météorologiques prévues ainsi qu'une étude approfondie de la route étaient essentielles. Également, l'état de fonctionnement des instruments de bord requis pour le vol de nuit et des systèmes de navigation devait être considéré en fonction de l'ensemble des caractéristiques de la route ainsi que des conditions environnementales potentiellement défavorables. Finalement, l'équipement de survie à bord de l'appareil devait être disponible aux occupants, et en fonction de l'emplacement géographique du vol et des conditions climatiques.

Les renseignements obtenus par le pilote avant de quitter l'aéroport d'Arnrior, les conditions météorologiques rencontrées pendant le vol vers Québec et la mise à jour du FIC avant de décoller de l'aéroport de Québec permettaient d'anticiper le risque de rencontrer des conditions

¹⁵ Stuart Gitlow, *Practical Guides in Psychiatry: Substance Use Disorders*, 2^e éd., Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

IMC et de perdre de vue les références au sol. De plus, la précession gyroscopique que présentait le conservateur de cap aurait rendu difficile la navigation de nuit. De surcroît, le nombre de corrections nécessaires au maintien de la route laisse croire que le conservateur de cap du C-FRZH dépassait probablement les tolérances en matière de précession comprises entre 2,5 et 3,0° par 15 minutes. Le conservateur de cap était donc vraisemblablement défectueux. L'appareil n'était pas muni d'un GPS, et une partie du vol s'effectuait au-dessus d'une région peu peuplée offrant peu de chance de s'orienter à l'aide de repères au sol.

En conséquence, le pilote disposait uniquement de la boussole magnétique de l'appareil et de cartes de navigation VFR pour naviguer. Puisque la carte de navigation VFR a été retrouvée dans un sac et qu'aucun tracé de la route n'y était indiqué, il est probable que cette carte VFR n'a pas été utilisée pour la navigation. L'interrupteur du récepteur VOR a été trouvé sur la position OFF. Il ne restait au pilote que la carte routière retrouvée pour naviguer. Cependant, l'utilisation d'une telle carte n'est pas propice à la navigation aérienne puisqu'elle ne contient pas l'information nécessaire pour naviguer en toute sécurité, comme l'élévation du relief et des différents obstacles.

Le pilote a obtenu un exposé météorologique verbal avant de partir de l'aéroport d'Arnrior. Comme il n'avait pas précisé qu'il prévoyait effectuer une escale à l'aéroport de Québec, l'exposé était pertinent au vol direct de l'aéroport d'Arnrior à l'aéroport de Saint John. Même si des conditions de vol VFR étaient prévues, deux éléments de l'exposé indiquaient un risque de rencontrer des conditions IMC. Une étude de la carte de navigation VFR montre que le relief montagneux à l'est de Sherbrooke était à l'occasion plus élevé que le plafond nuageux sur la route prévue. De plus, la possibilité de faibles averses de neige évoquée lors de l'exposé était également un indice de mauvaise météo.

En route vers Québec, la rencontre d'averses de neige qui ont gêné sa navigation et le plafond nuageux plus bas que l'altitude prévue n'ont pas alarmé outre mesure le pilote aux dangers potentiels de rencontrer des conditions IMC. De plus, l'écart de 50° entre le cap de l'avion et celui indiqué par le pilote ne lui a pas servi d'indice lui permettant d'envisager l'ampleur de la précession du conservateur de cap, nuisible à la navigation en toute sécurité. Une fois le pilote rendu à Québec, le rapport météo qui faisait état de la possibilité d'averses de neige sur la route prévue n'a pas alarmé le pilote quant à la possibilité de perdre les quelques références visuelles au sol existantes.

Le vol avait pour objet de se rendre à temps à Saint John pour permettre à l'un des passagers d'embarquer sur le traversier le matin même. L'heure d'arrivée prévue à Saint John ne laissait pas beaucoup de temps pour attraper le traversier à destination de Digby, ce qui a probablement exercé une certaine pression sur le pilote pour qu'il effectue le vol dans les meilleurs délais. Il est également possible, toutefois, que le pilote n'ait pas été conscient des risques que le vol comportait.

En raison de l'erreur d'altimètre causée par la température extérieure basse, l'appareil volait en général à environ 3000 pieds asl plutôt qu'à 3500 pieds asl. En conséquence, l'avion était plus près du sol et des obstacles que le croyait le pilote. Lorsque le pilote a signalé de la neige, l'appareil se trouvait à environ 3300 pieds asl, soit quelque 500 pieds au-dessus du sol. La dernière cible radar indique que l'appareil était à 2900 pieds asl, soit quelque 200 pieds au-dessus du relief. L'avion a poursuivi son vol vers le terrain ascendant. Peu de temps après,

l'appareil a heurté des arbres sans perte de contrôle à 2900 pieds asl. Le cap de la trajectoire de désintégration suggère que le pilote a amorcé un virage vers la gauche avant l'impact. L'accident est survenu dans des conditions de visibilité réduite qui ne permettaient pas de voir le sol.

Le vol comportait un niveau de risque élevé puisqu'il s'effectuait en pleine nuit dans des conditions hivernales et en partie au-dessus d'une région inhabitée. La lune était aux trois quarts pleine, mais elle n'était pas visible due à la masse nuageuse. Par conséquent, elle n'offrait aucune luminosité qui aurait pu permettre au pilote de percevoir en partie le sol. Le pilote faisait face à plusieurs dangers; il risquait entre autres de voler par inadvertance dans des conditions IMC, de subir des illusions d'optique, d'éprouver une désorientation spatiale, de perdre les références avec le sol, d'avoir de la difficulté à établir sa position et d'entrer en collision avec un relief dissimulé dans le noir. C'est pourquoi il était essentiel d'être apte physiquement et mentalement à piloter et à prendre des décisions éclairées.

Selon les résultats des examens toxicologiques, le pilote a pris de la cocaïne au cours des 24 heures qui ont précédé l'accident. Il est même possible que le pilote en ait consommé après avoir décollé de l'aéroport d'Arnprior. Bien qu'un manque de données scientifiques ne permette pas d'affirmer que la cocaïne a influé sur les décisions du pilote ou a eu une incidence sur les performances du pilote, il se peut que l'utilisation de cocaïne ait contribué à l'accident. Il convient de noter que la cocaïne agit sur le système nerveux central et elle masque les effets de la fatigue. En conséquence, la vigilance du pilote a pu être affectée pendant le vol, ce qui a compromis la sécurité du vol.

L'enquête a permis d'établir que le pilote s'est réveillé à 9 h du matin le jour avant l'accident et que plus tard dans la journée il a fait une courte sieste. Si l'on tient compte de la durée du vol jusqu'aux petites heures du matin, de la charge de travail élevée que nécessite un tel vol et des difficultés de navigation éprouvées, il est raisonnable de penser que le pilote était sujet à un haut risque de fatigue menant à des performances diminuées significatives.

À cet égard, la consommation de cocaïne a pu camoufler chez le pilote le sentiment de fatigue, sans toutefois amoindrir ses effets sur la prise de décision.

Les lacunes suivantes ont été relevées :

- Le pilote ne semble pas avoir reconnu les dangers associés au vol de nuit.
- Le pilote a entrepris le vol à bord d'un avion équipé d'un conservateur de cap qui dépassait probablement les tolérances en matière de précession et qui était donc vraisemblablement défectueux.
- Le relief le long de la route était, par endroit, plus haut que la couche nuageuse prévue dans l'exposé météorologique.
- Le pilote ne semble pas avoir reconnu la possibilité de rencontrer des conditions IMC bien que la possibilité de rencontrer des averses de neige le long de la route avait été évoquée lors de l'exposé météorologique avant le décollage de l'aéroport d'Arnprior et de l'aéroport de Québec.

- L'appareil était en surcharge.
- Le poids total des passagers en place arrière excédait le poids autorisé par le constructeur.
- Aucun équipement de survie ne se trouvait à bord.
- L'altitude de vol n'a pas été corrigée en fonction de l'erreur altimétrique due à la température froide.
- Il est probable que le pilote n'a pas utilisé la carte de navigation VFR et le VOR pour naviguer.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le pilote a entrepris un vol selon les règles de vol à vue (VFR) de nuit alors qu'il existait des risques de rencontrer des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC).
2. Lors du vol de nuit, le pilote est entré par inadvertance dans des averses de neige et a perdu toutes références visuelles avec le sol avant de s'écraser sans perte de contrôle.
3. L'accident est survenu de nuit où il est plus difficile d'éviter la mauvaise météo et de voir les obstacles non balisés.
4. Il est probable que le pilote n'a pas utilisé la carte de navigation VFR pour naviguer; en conséquence, il ignorait la position exacte de l'avion et la hauteur du relief environnant.
5. L'altitude de l'appareil n'a pas été corrigée en fonction de la température extérieure froide. En conséquence, l'altitude vraie de l'appareil était plus basse d'environ 500 pieds que l'altitude indiquée, réduisant ainsi la marge de sécurité nécessaire à l'évitement des obstacles ou du sol.
6. Même si les effets de la cocaïne sur les performances en aéronautique n'ont pas été étudiés, cette substance a des effets connus qui indiquent que le fait que le pilote en consommait a pu contribuer à l'accident.

Faits établis quant aux risques

1. Le pilote a entrepris, en fin de journée, un vol prolongé de nuit avec retour prévu le même jour. Par conséquent, le pilote a couru le risque de ressentir les effets de la fatigue qui a pu conduire à une dégradation de ses performances.

2. L'heure d'arrivée à l'aéroport de Saint John (Nouveau-Brunswick) ne laissait qu'une petite marge de temps. Par conséquent, le pilote s'est probablement senti contraint d'effectuer le vol dans les meilleurs délais.
3. Le pilote a entrepris un vol à bord d'un avion équipé d'un conservateur de cap vraisemblablement défectueux, ce qui a rendu difficile la navigation de nuit au-dessus d'un paysage sombre.
4. L'appareil ne transportait pas d'équipement de survie adéquat. Par conséquent, les survivants étaient exposés au risque que leur condition physique se détériore davantage avant l'arrivée des secours.

Autres faits établis

1. L'appareil était en surcharge et l'utilisation des deux sièges arrière n'était pas conforme à la certification de l'appareil et au manuel de vol. Par conséquent, les performances de l'appareil ont été réduites.
2. Un délai entre la prise des échantillons de sang et d'urine et leur analyse ainsi que la technique d'entreposage pendant ce délai peuvent avoir un impact sur l'efficacité des enquêtes.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 20 décembre 2010.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits, visitez son site Web (www.bst-tsb.gc.ca). Vous y trouverez également des liens vers d'autres organisations de sécurité et des sites connexes.