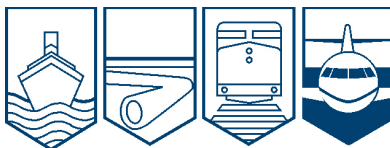


Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A10O0101



PERTE DE PUISSANCE ET COLLISION AVEC UN IMMEUBLE

DU CIRRUS SR20 C-GYPJ
À L'AÉROPORT MUNICIPAL DE TORONTO
À BUTTONVILLE (ONTARIO)
LE 25 MAI 2010

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

Perte de puissance et collision avec un immeuble

du Cirrus SR20 C-GYPJ
à l'aéroport municipal de Toronto à Buttonville
(Ontario)
le 25 mai 2010

Rapport numéro A10O0101

Sommaire

Le Cirrus SR20 immatriculé C-GYPJ et portant le numéro de série 1008 quitte l'aéroport municipal de Toronto à Buttonville (Ontario) pour effectuer le vol de retour à destination de Burlington Airpark. Peu après le décollage réalisé à partir de la piste 15, le pilote signale un problème et amorce un virage à gauche afin de revenir à l'aéroport. À 12 h 25, heure avancée de l'Est, l'avion s'écrase sur le toit d'un immeuble voisin. Un incendie survient peu après l'impact et consume presque tout l'appareil. Les deux occupants perdent la vie. Environ 15 minutes après l'impact, une explosion se produit lorsque la chaleur de l'incendie provoque la mise à feu de la roquette de l'extracteur du parachute de cellule du Cirrus.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Déroulement du vol

Le matin même de l'accident, le pilote accompagné d'un passager avait effectué un vol entre Burlington Airpark et l'aéroport municipal de Toronto à Buttonville afin de faire exécuter des travaux d'entretien sur les radios de l'avion. Une fois ces travaux terminés, le pilote et deux techniciens d'entretien d'aéronefs ont procédé à des points fixes comme vérification finale. Tout semblait fonctionner correctement. Le pilote et le passager ont ensuite monté à bord de l'avion et se sont préparés à partir pour Burlington Airpark.

Vers 12 h 25¹, l'avion a reçu l'autorisation de décoller à partir de la piste 15. Peu après le décollage, le pilote a signalé un problème et a décidé de revenir à l'aéroport. Comme la cible radar de l'avion n'est pas apparue sur l'écran radar, on estime que l'avion n'a pas atteint une altitude de plus de 500 pieds au-dessus du sol (agl). Une fumée gris pâle s'échappait de l'appareil quand il a amorcé un virage à gauche en faible montée. Le contrôleur de la tour a essayé, sans succès, de communiquer avec le pilote. Le contrôleur a autorisé le pilote à atterrir sur la piste de son choix.

L'angle d'inclinaison de l'appareil a augmenté et le nez a piqué soudainement. L'avion a rapidement perdu de l'altitude et a amorcé une vrille. Juste avant de heurter le toit de l'immeuble, les ailes se sont placées à l'horizontale et le nez s'est redressé. Environ 5 minutes après l'impact, un incendie s'est déclaré. Les services d'urgence et d'incendie sont arrivés dans les 10 minutes suivant l'accident.

Environ 15 minutes après l'impact, il y a eu une explosion : la chaleur causée par l'incendie a mis à feu la roquette de l'extracteur du parachute de cellule du Cirrus (CAPS). Parce qu'elle était encore partiellement rattachée à la cellule par des câbles en acier inoxydable, la roquette a rebondi contre le toit avant de rompre ses liens et d'atterrir dans la rue, à environ 165 pieds du lieu de l'écrasement.

Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques au moment de l'accident étaient propices au vol à vue et n'ont pas été considérées comme un facteur contributif dans cet accident.

Renseignements sur le pilote

Les dossiers indiquent que le pilote possédait les qualifications et les compétences nécessaires pour effectuer le vol en vertu de la réglementation en vigueur. Le pilote était titulaire d'une licence de pilote privé délivrée le 16 janvier 2009 et valide pour les vols à vue de jour et de nuit sur tous les avions terrestres monomoteurs à pistons. Le pilote avait à son actif environ 225 heures de vol, dont 100 heures sur le SR20. Le pilote avait effectué sa formation initiale sur un Cessna 172, un avion plus lent, aux caractéristiques de manœuvrabilité différentes de celles du Cirrus SR20. Rien n'indique que le pilote avait suivi une formation sur le Cirrus SR20.

¹ Les heures sont exprimées en HAE (temps universel coordonné [UTC] moins quatre heures).

Renseignements sur le passager

Les dossiers révèlent que le passager était aussi titulaire d'une licence de pilote privé. La licence délivrée le 30 avril 2010 était valide pour les avions terrestres monomoteurs à pistons.

Renseignements sur l'aéronef

L'avion a été construit en 1999 et a été acheté par le pilote en mars 2009. Les dossiers indiquent que l'appareil était homologué, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées.

Dans l'année suivant l'achat de l'avion, le pilote a piloté l'appareil régulièrement. Pendant cette période, ce dernier a totalisé environ 100 heures de vol, toutes sur l'avion en question. La dernière inspection annuelle a été menée en mars 2010 quand l'avion totalisait 2201,1 heures de vol cellule. Au cours de l'inspection, l'huile, le filtre à huile et les bougies d'allumage ont été remplacés et une vérification du taux de compression a été menée. Aucune anomalie n'a été décelée.

Au cours de cette dernière inspection, le pilote avait mentionné qu'il semblait y avoir une fuite d'huile sur le cylindre droit avant. Toutefois, aucune fuite n'a été repérée pendant l'inspection et les points fixes subséquents. Pendant l'inspection, on avait trouvé quelques défauts mineurs sur l'avion, lesquelles furent réparées avant la remise en service. Au moment de l'accident, la dernière saisie du nombre d'heures de vol cellule datait du 17 mai 2010 et indiquait 2221,1 heures.

L'avion était équipé d'un moteur Teledyne Continental Motors (TCM), modèle IO-360-ES, numéro de série 357146. Au moment du vol en question, le moteur totalisait environ 2221 heures de vol et 715 heures depuis sa dernière révision. La période entre deux révisions recommandée par le constructeur pour ce type de moteur est de 2000 heures². Le moteur en question avait été révisé au début de 2005 à la suite d'un heurt d'hélice. Les cylindres TCM d'origine n'ont pas été remplacés à ce moment-là. Cependant, ils avaient été rectifiés à 0,015 pouce de surdimension et on avait installé de nouveaux pistons et segments surdimensionnés.

Le Cirrus SR20 est muni d'un parachute de secours qui est fixé à la cellule. La description qui suit provient du Manuel d'information sur l'avion (AIM) du modèle SR20 de Cirrus :

[TRADUCTION] Le parachute de cellule du Cirrus (CAPS) est conçu afin d'aider l'aéronef et les passagers à bord à se poser au sol dans le cas d'une situation d'urgence mettant en danger la vie des occupants. Cependant, comme le déploiement du parachute occasionnera des dommages à la cellule et que, en présence de facteurs externes défavorables comme une grande vitesse de déploiement, une basse altitude, un relief accidenté ou des vents forts, les occupants pourraient quand même être grièvement blessés ou perdre la vie, il faut utiliser le CAPS avec beaucoup de discernement. En fait, les pilotes du SR20 devraient prévoir les situations

² TCM SIL98-9A.

où il serait nécessaire de déployer l'ensemble et bien s'y préparer mentalement.

Le manuel ne stipule pas l'altitude minimale nécessaire au déploiement du CAPS parce que la perte réelle d'altitude dépend de la vitesse, de l'altitude et de l'assiette de l'avion au moment du déploiement ainsi que d'autres facteurs environnementaux. L'AIM stipule :

[TRADUCTION] À titre indicatif, la perte d'altitude démontrée à partir de l'amorce d'une vrille à une rotation jusqu'à la stabilisation du parachute est de 920 pieds. La perte d'altitude démontrée lors de déploiements en palier était de moins de 400 pieds. Compte tenu de ces résultats, il serait utile d'avoir 2000 pieds agl en tête en tant que seuil d'altitude de décision. Au-dessus de 2000 pieds, il y aurait en principe suffisamment de temps pour évaluer systématiquement l'état d'urgence et y réagir. Au-dessous de 2000 pieds, la décision de déclencher le CAPS doit se prendre presque immédiatement afin de maximiser la possibilité d'un déploiement réussi. Néanmoins, quelle que soit l'altitude où vous vous trouvez, une fois que vous avez établi que le déploiement du CAPS est la seule option qui vous reste pour sauver la vie des occupants, déclenchez le mécanisme sans tarder.

Le Cirrus SR20 n'est pas homologué pour les sorties de vrille et, par conséquent, Cirrus recommande le déploiement du CAPS si l'aéronef n'est plus maîtrisé.

La section 3 de l'AIM du Cirrus SR20, « Situations d'urgence en vol », fournit les renseignements suivants à l'égard de situations d'urgence en vol :

[TRADUCTION] Panne moteur au décollage (basse altitude)

Si la panne moteur survient immédiatement après que l'avion ait pris l'air, interrompez le décollage et rétablissez l'avion sur la piste, si possible. Si l'altitude à laquelle vous vous trouvez ne vous permet pas d'interrompre le décollage sur la piste sans toutefois être suffisamment élevée pour vous permettre de redémarrer le moteur, baissez le nez afin de conserver votre vitesse et placez l'avion en assiette de vol plané. Dans la plupart des cas, l'atterrissage devrait se faire droit devant. Vous pouvez effectuer un virage seulement si vous devez éviter un obstacle. Après avoir établi l'assiette de vol plané en vue d'un atterrissage, exécutez autant de vérifications de la liste de vérifications que possible dans le temps qu'il vous reste.

• AVERTISSEMENT •

Si vous décidez de regagner la piste, prenez garde de ne pas faire décrocher l'avion.

Examen de l'épave

L'appareil a heurté le toit de l'immeuble à un cap d'environ 300° magnétique, légèrement en piqué et incliné à droite. L'avion a heurté un climatiseur de l'immeuble, a pivoté vers la droite et s'est arrêté sur un cap d'environ 060° magnétique. L'incendie qui est survenu après l'écrasement a détruit presque tout l'appareil, toutefois aucune défaillance du circuit de commandes de vol antérieure à l'accident, qui aurait pu être un facteur contributif, n'a été décelée.

Les pales de l'hélice étaient repliées vers l'arrière et lourdement endommagées par le feu. Les dommages constatés laissent croire que le moteur produisait peu ou pas de puissance au moment de l'impact.

L'examen du moteur a révélé que la culasse du cylindre numéro 3 s'était détachée du barillet (voir la figure 1). La culasse est restée en place parce qu'elle était retenue par les circuits d'admission et d'échappement. Aucune autre anomalie qui aurait pu empêcher le moteur de produire de la puissance n'a été découverte.



L'examen de la culasse défectueuse du cylindre

Figure 1. Le cylindre numéro 3 déposé du moteur

numéro 3 a révélé qu'elle s'était fracturée près des deuxième et troisième filets, et des criques de fatigue étaient visibles sur la surface de la fracture. Vue de l'extérieur, la fracture était située à la base des ailettes de refroidissement 4, 5 et 6³.

Le cylindre est composé d'une culasse en aluminium qui est vissée à un barillet en acier au moyen d'un filetage. L'ajustement avec serrage élevé nécessite que la culasse soit chauffée et que le barillet soit refroidi à des températures préétablies, ce après quoi chaque composant est installé sur une machine qui les visse l'un dans l'autre selon un couple donné. Grâce à l'ajustement avec serrage, les surfaces de contact s'emboîtent hermétiquement. Normalement, une fois qu'on a monté les pièces d'un cylindre, on ne les désassemble pas.

Les culasses des 6 cylindres ont été envoyées au Laboratoire du BST pour y subir un examen métallurgique approfondi.

³

On compte les ailettes en partant du bas de la culasse.

Une crique de fatigue mégacyclique s'est formée à l'encoche⁴ causée par le chevauchement du bord coupant du filet du barillet en acier et du flanc de filet en aluminium du cylindre numéro 3. Lorsque la taille de la crique a atteint un point critique, la pièce n'a pas pu supporter la charge et la culasse s'est fracturée sous l'effet de contraintes monocycliques excessives. Bien qu'aucune défektivité n'ait été décelée dans la région du cylindre où la fatigue a pris naissance, on a noté dans cette région des dommages dus au frottement, produits après que la fissure se soit manifestée, qui masquaient les caractéristiques originelles.

Les autres cylindres ont été sectionnés et examinés et on n'y a trouvé aucune autre fissure. On a convenu qu'il n'y avait aucun moyen pratique de localiser toute fissure dans cette région sans procéder à un essai destructif. Selon les renseignements obtenus, il s'agit de la première fissure de ce type sur cette série de moteurs.

L'examen a révélé de la corrosion intergranulaire à plusieurs endroits sur les filets de culasse des cylindres. Toutefois, on n'a pas pu déterminer la cause de cette corrosion.

Intervention en cas d'urgence et extracteurs pyrotechniques

Les parachutes de cellule installés sur certains aéronefs (y compris le CAPS) constituent un dispositif de sécurité supplémentaire destiné à protéger les occupants dans le cas où une situation d'urgence surviendrait en vol. Cependant, comme il a été démontré par cet accident, si le parachute n'est pas déployé avant l'impact au sol, un incendie qui se déclare après l'impact pourrait déclencher la mise à feu de la roquette de l'extracteur pyrotechnique.

Des renseignements sur les risques liés au CAPS à l'intention des premiers intervenants se trouvent sur les sites Web de Cirrus Aircraft et de la FAA⁵. Toutefois, en général, de nombreux premiers intervenants ne semblent pas connaître ces parachutes et n'ont pas reçu de formation sur leur manipulation.

L'enquête a donné lieu aux rapports de laboratoire suivants :

LP 077/2010 - *Examination of Aircraft Cylinder* (Examen d'un cylindre d'aéronef)
LP 076/2010 - *JPI Analysis* (Analyse d'un dispositif de J.P. Instruments)

On peut obtenir ces rapports en s'adressant au Bureau de la sécurité des transports du Canada.

⁴ L'encoche dans le filetage de la culasse en aluminium sert à l'ajustement avec serrage.

⁵ <http://www.cirrusaircraft.com/flash/firstresponder>;
http://www.faa.gov/aircraft/gen_av/first_responders/media/mod4/mod4.htm (Adresses Internet confirmées comme étant valides à la date de la publication du rapport.)

Analyse

Malgré le fait que l'avion a été considérablement endommagé par l'incendie, l'examen de l'épave n'a révélé aucune défaillance du circuit de commandes de vol antérieure à l'impact qui aurait pu concourir à une perte de maîtrise de l'aéronef.

Le bris de la culasse du cylindre numéro 3 s'est probablement produit pendant la dernière portion de la course au décollage ou immédiatement après que l'avion ait pris l'air. Vu la nature de la défaillance du cylindre, le moteur aurait dû être capable de produire de la puissance avec l'aide des 5 autres cylindres. Toutefois, on n'a pas pu déterminer la quantité de puissance qui aurait été produite.

S'il se forme de la corrosion sur un coin tranchant du filetage en aluminium (causée par le contact avec le filetage du barillet en acier), celle-ci peut déclencher un ensemble de facteurs pouvant engendrer de la fatigue.

La crique de fatigue sur la culasse du cylindre numéro 3 a pris naissance au niveau de l'encoche créée par les filets du barillet en acier. Vu l'endroit où se trouvait la crique, il n'existe aucun moyen pratique autre que l'essai destructif pour détecter une telle crique. Une fissure sur la culasse d'un cylindre pourrait ne pas être repérée et le moteur continuerait de fonctionner normalement jusqu'à ce que la taille de la fissure atteigne un point critique où la culasse pourrait se rompre en surcharge sans qu'il y ait d'autres signes annonciateurs. Il y aurait par conséquent une perte de puissance et le moteur se mettrait à bafouiller ou s'arrêterait complètement.

Vu la forte concentration de bâtiments autour de l'aéroport, le pilote a probablement décidé qu'il valait mieux essayer de revenir à l'aéroport. Pour ce faire, le pilote aurait été obligé d'amorcer un virage à un degré d'inclinaison élevé, et de ce fait, il aurait augmenté la vitesse de décrochage de l'avion. Ce scénario correspond à la réaction de l'avion après son envol. L'angle d'inclinaison a augmenté de manière significative, l'avion a décroché et a amorcé une vrille à une altitude à partir de laquelle il était impossible d'en sortir.

Rien n'indique que le pilote a essayé d'utiliser le CAPS. Vu la basse altitude à laquelle se trouvait l'avion, il est probable que l'ensemble ne se serait pas complètement déployé.

Bien que le parachute de cellule constitue un dispositif de sécurité supplémentaire pour les occupants d'un aéronef dans le cas où une situation d'urgence se présente en vol, les extracteurs pyrotechniques qui servent au déclenchement de ces ensembles présentent des risques supplémentaires. Dans l'accident en question, c'est l'incendie survenu après l'impact qui a causé la mise à feu de la roquette, mais des dommages causés à un aéronef ou les actions des premiers intervenants pourraient également provoquer une telle mise à feu. À moins que les premiers intervenants soient au courant que certains aéronefs peuvent être équipés d'extracteurs pyrotechniques et qu'ils aient reçu une formation sur la manipulation de ces systèmes, ils seront en danger en cas de mise à feu d'une roquette.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. La culasse du cylindre numéro 3 s'est rompue en fatigue et s'est détachée du cylindre lors du décollage. Par conséquent, la puissance produite par le moteur a diminué.
2. Au cours d'une manœuvre exécutée par le pilote, l'avion a décroché et a amorcé une vrille à une altitude à partir de laquelle il était impossible d'en sortir.

Faits établis quant aux risques

1. Il n'existe aucun moyen pratique et non destructif d'inspecter les filets des culasses de cylindre afin de vérifier s'il y a des fissures. Sans vérification, les fissures qui ne seraient pas repérées pourraient occasionner la rupture du cylindre.
2. Le parachute de cellule du Cirrus a été déclenché après l'impact sous l'effet de l'incendie après écrasement. La roquette de l'extracteur pyrotechnique a atterri dans la rue. À moins que les premiers intervenants soient au courant que certains aéronefs peuvent être équipés d'extracteur pyrotechnique et qu'ils aient reçu une formation sur la manipulation de ces systèmes, ils seront en danger en cas de mise à feu d'une roquette.

Mesures de sécurité prises

Transports Canada

Transports Canada a rédigé et publiera un article dans l'édition de juillet de *Sécurité aérienne – Nouvelles*, afin de fournir des renseignements sur la sécurité à l'intention des premiers intervenants mettant en cause les systèmes de parachute de sauvetage à extraction pyrotechnique.

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 21 janvier 2011.

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 organismes de sécurité et des sites connexes.