



**RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE**  
**A09Q0071**



**DISLOCATION DE L'AILE DROITE EN VOL**

**DE L'AVENTURIER C-GZIR**  
**AU LAC AU MIRAGE (QUÉBEC)**  
**LE 13 MAI 2009**

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

### Dislocation de l'aile droite en vol

de l'Aventurier C-GZIR  
au lac au Mirage (Québec)  
le 13 mai 2009

Rapport numéro A09Q0071

### *Sommaire*

Le 13 mai 2009 vers 12 h, heure avancée de l'Est, l'Aventurier immatriculé C-GZIR, numéro de série 001, un aéronef de construction amateur équipé de flotteurs, décolle du lac Prinzèles (Québec) pour un vol local dans des conditions de vol à vue. L'appareil se dirige vers le sud et effectue des mouvements de roulis. Dès lors, l'appareil bifurque vers la gauche en direction du lac au Mirage (Québec) où il s'écrase. Un peu plus tard, l'appareil se retrouve en position inversée à la surface de l'eau; seuls les flotteurs sont visibles. Personne n'a vu l'appareil s'écraser. Les deux occupants ont subi des blessures mortelles.

*This report is also available in English.*

## *Autres renseignements de base*

L'appareil a décollé du lac Prinzèles, situé dans la municipalité de Lac Bouchette (Québec) aux environs de 12 h<sup>1</sup> pour effectuer un vol dans le cadre d'une journée de pêche dans la région. À environ 3 km au sud du lac Prinzèles, l'appareil se dirigeait en direction sud pour ensuite tourner vers l'est en direction du lac au Mirage (voir Annexe A – Trajectoire approximative du vol).

Vers 12 h 15, il y a eu un fort bruit d'impact. Un peu plus tard, l'appareil se retrouve en position inversée à la surface de l'eau. Personne n'a été témoin de l'écrasement.

Les conditions météorologiques de 12 h à l'aéroport de Roberval (Québec), situé à 18 milles nautiques au nord du lac Prinzèles, indiquaient de bonnes conditions de vol à vue avec quelques nuages à 4500 pieds, une visibilité de 40 milles terrestres, des vents du sud-sud-ouest à 11 nœuds et une température de 20 °C. Le calage altimétrique était de 30,25 pouces de mercure indiquant la présence d'une haute pression dans la région. Les prévisions pour le reste de la journée indiquaient des conditions similaires.

Le pilote-proprétaire avait obtenu sa licence de pilote privé en décembre 1982 et avait accumulé près de 4500 heures de vol dont la majorité sur avions équipés de flotteurs. Son dernier examen médical avait été fait le 18 octobre 2007 et était valide jusqu'au 1<sup>er</sup> novembre 2009.

Le pilote satisfaisait aux conditions de mise à jour des connaissances prévues au *Règlement de l'aviation canadien* (RAC)<sup>2</sup> pour le transport de passagers, puisqu'il avait effectué six vols avant le vol ayant mené à l'événement. Cependant, l'enquête n'a pu établir si le pilote respectait les exigences réglementaires de mise à jour des connaissances<sup>3</sup> en matière de formation périodique vu qu'aucun document de formation périodique n'a été retrouvé. De plus, Transports Canada ne conserve pas ces données sur les pilotes privés. La mise à jour des connaissances du pilote n'a joué aucun rôle dans le déroulement du vol ayant mené à l'accident.

La masse et le centrage de l'appareil n'ont pu être calculés avec certitude car aucun document reflétant la configuration actuelle de l'appareil n'a été retrouvé. En calculant la somme de la masse à vide de l'appareil avec les modifications apportées, le poids du plein de carburant, le poids des occupants et des bagages, on obtient une masse totale au décollage estimée à 2055 livres. La masse maximale autorisée au décollage est de 2200 livres.

L'assemblage de l'Aventurier C-GZIR (voir Photo 1) avait été réalisé en 2003 à partir de pièces provenant d'un ultraléger de type évolué, de modèle Club Aéronautique Delisle Inc. (C.A.D.I), qui avait été impliqué dans un accident en juillet 2002. Le fuselage et la queue ont été réutilisés suite à quelques modifications et réparations, ainsi que certaines parties des commandes de vol. L'appareil était doté de volets d'une longueur de 82 pouces et d'ailerons de 72 pouces. Chacune

---

<sup>1</sup> Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (temps universel coordonné moins quatre heures).

<sup>2</sup> Alinéa 401.05(2)b)

<sup>3</sup> Alinéa 421.05(2)a)

des ailes avait une longueur de 178 pouces et elles avaient été construites à partir de nervures et de revêtements neufs. Leurs revêtements étaient constitués d'aluminium de type 6061-T6, d'une épaisseur de 0,016 pouce, tel que spécifié aux plans originaux servant à la construction d'ailes normalement utilisées sur des appareils ultralégers, de modèle C.A.D.I., dont la masse maximale autorisée au décollage est de 1232 livres. Lors de sa construction, l'appareil était monté sur roues. Par la suite, des flotteurs en caoutchouc ont été installés et remplacés en 2004 par des flotteurs en aluminium.



**Photo 1.** Le C-GZIR avant l'allongement des ailes.

Les longerons avant et arrière ont été fabriqués à Alma (Québec) par la compagnie Produits Aviatech en utilisant de l'aluminium de type 6061-T6 d'une épaisseur de 0,040 pouce. Tel que pour le recouvrement des ailes, ceci correspond aux spécifications des plans originaux servant à la construction d'ailes normalement utilisées sur des appareils ultralégers de modèle C.A.D.I. dont la masse maximale autorisée au décollage est de 1232 livres. L'inspection finale de l'appareil a été exécutée par un représentant du ministre - Aviation de loisir (RM-AL) le 12 décembre 2003. Bien que certaines anomalies aient été observées par le RM-AL, un certificat de navigabilité spécial a été émis le 29 septembre 2004. Certaines de ces anomalies étaient toujours présentes sur l'appareil au moment de l'accident.

Le nouveau propriétaire avait acquis le C-GZIR en 2005. Dans un premier temps, il a fait remonter le moteur<sup>4</sup> dans un atelier de révision approuvé. Au cours de l'hiver 2006, les ailes ont été rallongées de 30 pouces de chaque côté, portant leur longueur totale à 208 pouces chacune. Les volets et les ailerons ont également été rallongés et mesuraient respectivement 101,5 pouces et 81,5 pouces. Ces modifications avaient été faites dans le but d'améliorer les performances de l'appareil et de réduire la vitesse de décrochage.

La personne qui a exécuté ces modifications ne possédait aucune connaissance au niveau ingénierie et ne possédait pas de licence de technicien d'entretien d'aéronefs (TEA); la réglementation ne l'exigeait pas. Aucune entrée technique ne figurait au livre de bord ni aux livrets techniques de l'appareil, tel qu'exigé par l'article 571.03 du RAC. De plus, aucune des

---

<sup>4</sup> Avco Lycoming modèle O-320-A2B

modifications n'avait fait l'objet d'une inspection de Transports Canada. Le fait d'avoir apporté des modifications majeures sans le signaler au ministre pouvait invalider le certificat de navigabilité spécial, puisque « de telles modifications peuvent nécessiter une réévaluation afin de confirmer que l'aéronef demeure conforme aux normes applicables »<sup>5</sup>.

Un devis de masse et centrage fait lors de la construction en 2003 indiquait que l'appareil pesait 1037 livres sur roues et que le centre de gravité se trouvait dans les limites prescrites. La masse maximale autorisée au décollage avait été fixée à 2200 livres. Un amendement à la masse et au centrage avait été apporté lors de l'installation de nouveaux flotteurs en aluminium et la masse à vide était passée à 1185 livres. Par contre, aucun amendement à la masse et au centrage n'a été apporté suite au rallongement des ailes.

Au moment de l'accident, le C-GZIR totalisait 350 heures de vol. Le pilote-proprétaire en faisait l'entretien courant et les inspections annuelles, conformément à la réglementation en vigueur, et aucune anomalie ne figurait au journal de bord. L'appareil avait été mis à l'eau le 6 mai 2009, soit une semaine avant l'accident du 13 mai 2009. Le vol ayant mené à l'accident était le septième vol de la saison.

L'aéronef a été récupéré deux jours après l'événement par une équipe spécialisée, sous la supervision de deux enquêteurs du BST. L'appareil était en position inversée et reposait dans environ 2 m d'eau. Lorsque l'appareil a été sorti de l'eau, les constatations suivantes ont été faites sur place : l'aile gauche était repliée par-dessus la cabine principale; l'aile droite était détachée du fuselage et a été retrouvée à quelques mètres de l'épave principale. Il a été impossible d'établir la continuité des commandes de vol étant donné l'étendue des dommages.

Une partie de la cabine avant a été arrachée sous la force d'impact, et le moteur était partiellement détaché de l'appareil. Le sélecteur des volets était en position montée, et la commande moteur était en position équivalente à la position de vol de croisière. La radiobalise de secours de modèle ACK Technologies a été retrouvée détachée de son ancrage et en position OFF. Néanmoins, le Centre de recherche et sauvetage de Trenton (Ontario) a confirmé avoir capté un signal venant de la région de l'écrasement, et ce, jusqu'au moment de la récupération de la radiobalise. Un court-circuit interne de la radiobalise causé par son immersion dans l'eau pourrait être à l'origine de la transmission du signal. Les deux sièges avant du C-GZIR étaient équipés de ceinture de sécurité comprenant une ceinture sous-abdominale et une ceinture-baudrier, mais ni le pilote ni le passager ne portait leur ceinture-baudrier au moment de l'accident.

Le moteur et l'hélice ont été examinés et les dommages confirment que le moteur développait de la puissance à l'impact. L'appareil a été amené au Laboratoire du BST à Ottawa (Ontario) pour fins d'expertise.

---

<sup>5</sup> Paragraphe (61) (xi) de la Partie VII, Maintien de la navigabilité, de l'appendice A de l'exemption relative au chapitre 549 du *Manuel de navigabilité - Aéronefs de construction amateur* publié par le ministre le 23 avril 2002.

Les résultats des examens effectués au Laboratoire du BST confirment que l'aile droite s'est rompue en vol, au niveau de l'attachement des haubans, bloquant par le fait même l'aileron droit en position relevée. Ce faisant l'aile gauche s'est soulevée, et l'appareil a viré vers la droite et est devenu incontrôlable. Les dommages en compression répartis sur toute la longueur du bord d'attaque de l'aile gauche confirment que l'aile gauche était toujours attachée au fuselage lors de l'impact, contrairement à l'aile droite. Les dommages au fuselage sont caractéristiques d'un impact avec la surface de l'eau du côté droit. Le peu de dommages à l'extrémité de l'aile droite reconferme que cette aile s'est rompue avant l'impact avec la surface de l'eau. Tous les autres dommages à l'appareil sont caractéristiques de contraintes en surcharge. Aucun signe de fatigue n'a été détecté sur les autres pièces qui ont cédé, et aucune attache n'était manquante ou desserrée. Par conséquent, le pliage de l'aile droite n'a pas été causé par un dommage préexistant, soit aux haubans ou à leur attache à l'aile ou au fuselage.

L'aile gauche avait été renforcie au niveau de l'attachement des haubans, contrairement à l'aile droite. Selon les rapports d'assemblage, les deux ailes ont été construites avec des matériaux neufs en 2003. Pour les raisons suivantes, il est permis de croire que l'aile gauche a subi des dommages antérieurs à cet accident et qu'elle a été réparée ou peut-être même remplacée :

- l'aile gauche avait une nervure de plus que l'aile droite;
- les deux longerons de l'aile gauche étaient renforcis au niveau de l'attachement du hauban;
- une partie du revêtement supérieur de l'aile gauche avait été remplacée par de l'aluminium de type 6016-T6, d'une épaisseur de 0,020 pouce, alors que tous les autres revêtements avaient une épaisseur de 0,016 pouce.

L'enquête n'a pu déterminer à quel moment, ni par qui, les travaux de renforcement de l'aile gauche ont été exécutés; les dossiers de l'appareil n'en faisaient pas mention.

Les longerons avant et arrière, utilisés dans les deux ailes, étaient en aluminium de type 6061-T6, d'une épaisseur de 0,040 pouce. Le longeron avant avait des trous d'allègement emboutis alors que le longeron arrière avait des trous d'allègement non emboutis. Les trous d'allègement permettent aux longerons d'être plus légers alors que l'emboutissage rend l'assemblage plus rigide, assurant une solidité accrue. Cette méthode de construction est employée également dans la construction de nervures. Le longeron arrière sans emboutissage ne possédait ni la rigidité ni la force du longeron avant.

Les charges susceptibles d'affecter une aile en vol se divisent en cinq catégories : la tension, la compression, le cisaillement, la flexion et la torsion. Les charges appliquées sur une aile soutenue par des haubans, comme dans le cas de l'Aventurier, sont la flexion et le cisaillement. Plus spécifiquement, ces charges de flexion sont plus importantes au niveau de l'attachement du hauban de l'aile. Les charges en flexion auront tendance à faire plier un matériau alors que les charges en cisaillement auront tendance à le faire rompre. Puisque les ailes de l'Aventurier C-GZIR avaient été rallongées, leur poids et leur envergure avaient augmenté considérablement. Comme l'aile droite n'avait pas été renforcie, elle était la plus vulnérable à plier et à céder en vol.

Des calculs ont été faits afin de déterminer les charges résultantes maximum en flexion auxquelles est soumise une aile soutenue par des haubans, selon les trois scénarios suivants :

- Pour une aile d'ultraléger d'une longueur de 168 pouces avec une masse maximale au décollage de 1232 livres, la charge en flexion est de 4020 livres par pouce (lb/po).
- Pour l'aile du C-GZIR lors de sa construction en 2003, d'une longueur de 178 pouces et d'une masse maximale au décollage de 2200 livres, la charge en flexion était de 10 442 lb/po.
- Pour l'aile du C-GZIR rallongée à 208 pouces et une masse au décollage de 2200 livres, la charge en flexion était de 18 506 lb/po.

Basé sur ces calculs, l'aile rallongée du C-GZIR devait supporter une charge en flexion de l'ordre de 4,6 fois supérieure à l'aile d'une longueur de 168 pouces normalement installée sur un appareil C.A.D.I. de type ultraléger. En conclusion, lorsque l'aile rallongée évoluait dans des conditions normales de vol équivalent à 1,0 g, la charge en flexion qu'elle devait supporter était de l'ordre de 4,6 fois supérieure. À noter que les pièces majeures, comme les ailes montées sur un appareil de construction amateur, n'ont pas de numéro de série permettant d'effectuer un suivi d'entretien et/ou d'établir une durée de vie; la réglementation ne l'exige pas.

Selon la Light Aircraft Manufacturers Association of Canada (LAMAC) qui a développé les normes de construction d'appareils ultralégers évolués au Canada, les facteurs de charge limite pour une aile ont été établies à 4,0 g multiplié par un coefficient de sécurité de 1,5, ce qui porte le facteur de charge limite à 6,0 g. En ce qui concerne les normes de construction des appareils de catégorie normale, la Partie V, chapitre 523 du RAC établit le facteur de charge limite à 5,5 g, soit 3,7 g multiplié par un coefficient de sécurité de 1,5. Quant aux normes applicables à la construction amateur, la Partie II, Normes de construction, de l'appendice A de l'exemption au chapitre 549 du *Manuel de navigabilité*, stipule que « toutes sortes de matériaux peuvent être utilisés pour la construction d'un aéronef de construction amateur à condition que ces derniers soient adaptés à l'usage auquel ils sont destinés. Il est toutefois recommandé d'employer des matériaux et des composants de qualité aéronautique reconnue ». Cependant, il n'existe aucune précision quant aux charges limites applicables à une construction amateur au Canada.

Le 28 juin 2009, l'aile droite d'un Delisle C.A.D.I. L-160 immatriculé C-GKDH (dossier du BST A09Q0098) s'est pliée en vol; le pilote a réussi à poser l'appareil. L'aile a été transportée au Laboratoire du BST pour fins d'expertise. Les longerons avant et arrière avaient été construits avec de l'aluminium de type 6061-T6 tout comme le C-GZIR. Cependant l'aluminium utilisé avait une épaisseur de 0,051 pouce, ce qui surpassait l'épaisseur de 0,040 pouce exigée dans les plans originaux pour un C.A.D.I. Les deux longerons possédaient des trous d'allègement emboutis. Les ailes avaient une longueur de 184 pouces. Le rapport de laboratoire du BST démontre que ces ailes supportent à peine une force de 3 g.

La construction amateur est régie par l'appendice A de l'exemption au chapitre 549 du *Manuel de navigabilité*. Selon cet appendice, la désignation de construction amateur signifie « tout aéronef dont la majeure partie a été construite ou assemblée à un seul exemplaire à partir de matériaux bruts ou d'un ensemble préfabriqué ». La majeure partie « signifie plus de 50 % du nombre total de pièces utilisées pour mener à bien la construction ou l'assemblage d'un projet ».

Depuis quelques années, Transports Canada a mandaté le représentant du ministre – Aviation de loisir (RM-AL) pour s'acquitter du suivi des appareils de construction amateur au Canada. Le programme RM-AL a été établi afin de fournir au milieu aéronautique un mécanisme permettant aux personnes compétentes, autres que les inspecteurs de la sécurité de l'aviation civile, d'inspecter les aéronefs de construction amateur et de délivrer les certificats spéciaux de navigabilité. Les RM-AL assument donc les fonctions administratives associées au programme d'inspection.

Les demandeurs d'une délégation de pouvoirs RM-AL doivent être :

- constructeurs d'aéronefs de construction amateur, ou
- propriétaires de petits aéronefs ayant un certificat de type et TEA avec expérience en maintenance de petits aéronefs et d'aéronefs de construction amateur, ou
- des personnes ayant participé étroitement à la restauration de petits aéronefs.

Les candidats acceptés doivent recevoir une formation de nature réglementaire, technique et administrative ainsi qu'une formation en cours d'emploi. Les demandeurs doivent effectuer avec succès au moins trois inspections d'aéronefs, dont une inspection finale. L'échantillonnage d'inspections doit être représentatif de la portée de la délégation de pouvoirs demandée. Dans le cas qui nous concerne, le RM-AL qui a effectué l'inspection pré-recouvrement et l'inspection finale du C-GZIR était un TEA.

Le travail d'un RM-AL consiste à s'assurer de la qualité du travail et de sa conformité aux normes aéronautiques. Il effectue au moins une inspection durant la construction et note les anomalies sur un document dont il remet une copie aux constructeurs. Lors de l'inspection finale, il note également les anomalies découvertes et remet une copie aux constructeurs. Ces derniers doivent s'assurer de les corriger et de retourner une copie dûment signée au RM-AL, attestant que les anomalies ont été rectifiées. Généralement, le RM-AL ne retourne pas sur les lieux pour vérifier visuellement si les anomalies ont été corrigées correctement.

La conception, les dessins, l'installation motrice et les calculs de charge applicables aux structures primaires demeurent la responsabilité exclusive du constructeur. Suite à l'inspection finale, le RM-AL émet le permis de vol d'essai au cours duquel 25 heures de vol doivent être effectuées, sans anomalie. Par la suite, il délivre le certificat de navigabilité spécial. Le certificat de navigabilité spécial demeure valide à moins que Transports Canada n'en décide autrement suite à un avis de modification pouvant avoir des répercussions sur la résistance structurale, les performances, le fonctionnement du groupe motopropulseur ou les caractéristiques de vol.



Le propriétaire d'un appareil de construction amateur a l'entière responsabilité d'aviser le ministre de toutes les modifications qu'il apporte à son appareil. Une fois informé, le ministre prendra la décision de faire inspecter l'appareil avant d'émettre un nouveau certificat de navigabilité spécial. Le propriétaire est également tenu de consigner dans les livrets techniques de l'appareil toutes les informations qui touchent la navigabilité de son appareil.

Parmi les anomalies qui ont été découvertes sur l'appareil au Laboratoire du BST, notons que :

- Les commandes de vol étaient retenues par des écrous en nylon alors que les normes aéronautiques exigent que ces écrous soient des écrous à créneaux, sécurisés par une goupille; cette installation assure une rotation à l'attachement.
- Les deux sièges avant étaient de fabrication nautique et étaient montés sur des glissières de tiroir de bureau.
- Le constructeur avait fixé les ceintures de sécurité au plancher de l'appareil, mais il n'avait pas mis de rondelles sous le revêtement de la cabine afin d'assurer la solidité de l'ensemble de retenue.
- Le sélecteur d'essence ne portait pas de placard.
- Le longeron avant avait des trous d'allègement emboutis alors que le longeron arrière avait des trous d'allègement non emboutis.
- La qualité des travaux effectués lors de la réparation dans l'aile gauche, aux longerons et au revêtement de l'aile n'était pas conforme aux pratiques normalisées acceptées en aéronautique.

Certaines de ces anomalies étaient présentes lors de l'inspection finale de l'appareil en décembre 2003. À l'exception de l'anomalie relative aux commandes de vol, les anomalies n'avaient pas été notées par le RM-AL.

La réglementation aérienne permet à quiconque d'acquérir des appareils de construction amateur, même s'ils n'en sont pas les constructeurs. Le transfert de responsabilité au niveau de l'entretien de l'appareil s'effectue automatiquement. L'enquête a établi qu'il existait une lacune importante au niveau des connaissances techniques et réglementaires des nouveaux propriétaires.

La Partie VII de l'appendice A de l'exemption au chapitre 549 du *Manuel de navigabilité*<sup>6</sup> stipule que « toute modification pouvant avoir des répercussions sur la résistance structurale, les performances, le fonctionnement du groupe motopropulseur ou les caractéristiques de vol d'un aéronef de construction amateur doit être signifiée au ministre avant tout nouveau vol de

---

<sup>6</sup> Article 549.23 du RAC

l'aéronef. De telles modifications peuvent nécessiter une réévaluation afin de confirmer que l'aéronef demeure conforme aux normes applicables. » Dans le cas de cet accident, le nouveau propriétaire du C-GZIR avait modifié les ailes, sans consulter des personnes compétentes et sans en informer le ministre.

Une étude<sup>7</sup> effectuée par le National Transportation Safety Board (NTSB) des États-Unis pour l'année 2005 démontre que les appareils de construction amateur ont le plus haut taux d'accidents parmi tous les appareils de l'aviation générale, soit 21,89 accidents par 100 000 heures de vol dont 5,89 sont des accidents mortels. Le Canada compte 3557 appareils de construction amateur. Aucune étude sur le nombre d'appareils de construction amateur impliqués dans un accident n'a été faite.

## *Analyse*

Le pilote possédait les qualifications nécessaires pour effectuer le vol. Les conditions météorologiques étaient favorables au vol à vue, et rien n'indique que les conditions présentes lors de l'événement aient pu jouer un rôle dans cet accident.

L'appareil C-GZIR a été assemblé en utilisant des pièces provenant d'un appareil de type ultraléger évolué qui avait déjà subi un accident. L'appendice A de l'exemption au chapitre 549 du *Manuel de navigabilité* précise que la majeure partie d'un aéronef de construction amateur doit être construite ou assemblée à un seul exemplaire à partir de matériaux bruts ou d'un ensemble préfabriqué. La majeure partie signifie plus de 50 % du nombre total de pièces utilisées pour mener à bien la construction ou l'assemblage d'un projet. Néanmoins, l'appendice A n'exclut pas l'utilisation de pièces obtenues d'autres aéronefs, endommagées ou non, à condition que la règle de plus de 50 % soit respectée. Le rapport d'inspection ne précise pas le pourcentage de pièces usagées qui ont été utilisées lors de la construction. Les anomalies concernant, entre autres, les glissières des sièges et le longeron arrière non embouti n'ont pas été détectées par le RM-AL lors de l'inspection en cours d'assemblage ni lors de l'inspection finale.

Au cours de l'inspection finale par le RM-AL, certaines anomalies, notamment au niveau des commandes de vol ont été détectées. Une feuille d'anomalie avait été remise au constructeur et celui-ci avait attesté qu'il avait corrigé les anomalies. L'enquête a permis de constater qu'il n'existait pas de suivi autre qu'un rapport écrit par le propriétaire attestant que les anomalies avaient été réparées. L'absence d'obligation de réinspecter l'appareil suite à l'attestation du constructeur ne permettait pas au RM-AL de s'assurer que les anomalies découvertes avaient été rectifiées. Par conséquent, l'appareil a pu être mis en service avec des anomalies affectant sa navigabilité.

Bien que les ailes originales du C-GZIR aient été construites à l'aide de plans similaires aux devis d'ailes de C.A.D.I., celles-ci n'étaient pas conformes aux pratiques normalisées acceptées en aéronautique pour les appareils de construction amateur et présentaient déjà un risque de dislocation en vol. Les ailes de C.A.D.I. installées sur des appareils de construction amateur dont le poids est supérieur à 1232 livres supportent à peine une force de 3 g, et ce, avec des

---

<sup>7</sup> National Transportation Safety Board, *Annual Review of Aircraft Accident Data U.S. General Aviation, Calendar Year 2005*.

longerons d'une épaisseur de 0,051 pouce. L'enquête a révélé que beaucoup de ces kits d'ailerons, qui sont selon les plans originaux montés avec des longerons de 0,040 pouce, ont été vendus et installés sur des appareils de construction amateur et ultralégers pesant plus de 1232 livres.

L'aile gauche était renforcie au niveau de l'attachement du hauban. Il n'a pas été possible d'établir à quel moment ni par qui cette aile avait été réparée, modifiée ou peut-être même remplacée. Les pièces majeures montées sur un appareil de construction amateur n'ont pas de numéro de série; la réglementation ne l'exige pas. Par conséquent, un suivi d'entretien et l'établissement d'une durée de vie de ces composantes est quasi impossible.

Le nouveau pilote-proprétaire a choisi de faire rallonger les ailes sans consulter des personnes compétentes. Le fait d'avoir renforcie l'aile gauche sans avoir fait de même avec l'aile droite et de ne pas avoir consulté un spécialiste ni informé le ministre démontre une non-compréhension des forces et des règlements applicables sur des composantes aéronautiques en vol. Comme l'aile droite n'avait pas été renforcie, elle était la plus vulnérable aux facteurs de charge, et c'est pour cette raison qu'elle a cédé en premier.

Le rapport de laboratoire du BST concernant l'enquête sur l'événement survenu au C-GKDH (dossier du BST A09Q0098) démontre que les ailes étaient montées avec deux longerons possédant des trous d'allègement emboutis et qu'ils avaient une épaisseur de 0,051 pouce, soit une épaisseur de quelque 28 % supérieure à l'épaisseur exigée dans les plans originaux de construction du C.A.D.I. Malgré ce fait une des ailes a plié. Par conséquent, on peut conclure que les ailes construites à partir de longeron d'une épaisseur de 0,040 pouce sur des appareils autres que des ultralégers ne respectent pas les normes de navigabilité. De plus, l'installation d'un longeron arrière non embouti sur le C-GZIR a diminué considérablement la rigidité du longeron et par conséquent la force de l'aile. Les ailes ayant été rallongées de 30 pouces, elles devaient supporter une force en flexion de l'ordre de 4,6 fois supérieure à la force appliquée sur l'ensemble de l'aile et ce, uniquement lors de manœuvres de vol normales et en palier.

L'enquête a permis d'établir que la responsabilité du calcul des forces applicables sur un appareil de construction amateur est imputable au constructeur seulement, même si celui-ci ne possède aucune connaissance en ingénierie.

Les personnes qui effectuent les inspections des appareils ne sont pas tenues d'avoir des connaissances approfondies en aéronautique. Le suivi de construction est effectué par des personnes dont les connaissances en ingénierie et/ou en entretien d'aéronefs peuvent être limitées. Transports Canada a délégué aux RM-AL la responsabilité du suivi des appareils de construction amateur et il a imputé la responsabilité entière de la navigabilité, des dessins et des calculs d'ingénierie directement aux propriétaires-constructeurs.

L'enquête a démontré que plusieurs personnes modifiaient leurs appareils sans demander l'avis de spécialistes en aéronautique et sans non plus en informer Transports Canada, bien que cette pratique ne soit pas légale ni sans risque.

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

LP078/2009 – *Document Restoration.*

LP075/2009 – *In-Flight Break-Up Analysis.*

LP096/2009 – *C.A.D.I. Analysis (A09Q0098).*

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

### *Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs*

1. Les ailes du C-GZIR ont été rallongées, entraînant une augmentation importante de la charge en flexion sur l'attachement des haubans. Contrairement à l'aile gauche, l'aile droite n'avait pas été renforcée et s'est rompue en vol. Par conséquent, l'appareil est devenu incontrôlable et s'est écrasé.

### *Faits établis quant aux risques*

1. Le revêtement des ailes ainsi que les longerons avant et arrière du C-GZIR étaient constitués d'aluminium de type 6061-T6. Cependant, l'épaisseur de l'aluminium correspondait aux spécifications des plans originaux servant à la construction d'ailes utilisées sur des appareils ultralégers de modèle Club Aéronautique Delisle Inc. (C.A.D.I) dont la masse autorisée au décollage est de 1232 livres. Comme le C-GZIR avait une masse maximale autorisée au décollage de 2200 livres, l'intégrité des ailes de l'appareil était affectée.
2. Le longeron arrière des ailes avait des trous d'allègement non emboutis, ce qui a diminué la rigidité du longeron et par le fait même la force de l'aile.
3. Le rallongement des ailes a été effectué par une personne qui ne possédait aucune connaissance en ingénierie et qui n'était pas titulaire d'une licence de technicien d'entretien d'aéronefs (TEA). Par conséquent, le rallongement des ailes a été effectué sans tenir compte de l'augmentation de la charge en flexion exercée sur une aile.
4. Rien n'obligeait le représentant du ministre – Aviation de loisir (RM-AL) à réinspecter l'appareil après l'inspection finale afin de s'assurer que les anomalies découvertes avaient été rectifiées. L'appareil a pu être mis en service avec des anomalies affectant sa navigabilité.

### *Autres faits établis*

1. Transports Canada ne conserve pas de données sur la mise à jour des connaissances des pilotes privés. Par conséquent, Transports Canada n'est pas en mesure de confirmer qu'un pilote privé répond à toutes les exigences requises pour exercer les privilèges de sa licence.

2. Le rallongement des ailes constituait une modification majeure qui n'a pas été signalée au ministre. Par conséquent, les modifications n'avaient pas fait l'objet d'une inspection de Transports Canada, ce qui pouvait invalider le certificat de navigabilité spécial.

## *Mesures de sécurité*

### *Mesures prises*

Le 7 août 2009, le BST a envoyé l'avis de sécurité aérienne numéro A09Q0071-D1-A1 à Transports Canada. Cet avis a été remplacé par l'avis A09Q0071-D1-A2, le 11 février 2010. L'avis indiquait à Transports Canada qu'il serait peut-être souhaitable d'informer les propriétaires, les constructeurs et les manufacturiers du risque associé à l'installation d'ailes conçues pour des ultralégers sur des appareils de construction amateur tel que le C.A.D.I. (Club Aéronautique Delisle Inc.) L'avis indiquait aussi qu'il serait souhaitable d'informer les constructeurs et propriétaires d'appareils de construction amateur du risque associé à toute modification majeure apportée à leurs appareils sans approbation par des personnes compétentes et leur rappeler l'importance d'en informer le ministre.

*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 17 août 2010.*

*Visitez le site Web du BST ([www.bst-tsb.gc.ca](http://www.bst-tsb.gc.ca)) pour plus d'information sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.*

## Annexe A – Trajectoire approximative du vol

