

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ACCIDENT AÉRONAUTIQUE
A98Q0114

VRILLE ET PERTE DE MAÎTRISE EN DIRECTION

LAURENTIDE AVIATION
CESSNA 152 C-GZLZ
LAC SAINT-FRANÇOIS (QUÉBEC)
LE 18 JUILLET 1998



Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet accident 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 sur un accident aéronautique

Vrille et perte de maîtrise en direction

Laurentide Aviation
Cessna 152 C-GZLZ
Lac Saint-François (Québec)
Le 18 juillet 1998

Rapport numéro A98Q0114

Sommaire

Vers 8 h 50, heure avancée de l'Est, l'instructeur et son élève décollent de la piste 25 de l'aérodrome Montréal/Les Cèdres (Québec) pour un vol d'entraînement local. L'élève-pilote fait des exercices de vrille. L'élève-pilote amorce une vrille à gauche, sa sixième de la journée, à une altitude de 3 600 pieds au-dessus du niveau de la mer. Les cinq premières vrilles ont été amorcées à droite. L'avion se met en vrille normalement. Après un tour et demi, l'instructeur demande à l'élève-pilote de sortir de la vrille. L'élève met du pied à droite, comme le lui a enseigné l'instructeur, mais la rotation se poursuit. L'instructeur prend les commandes et met du pied à droite pour mettre fin à la rotation, mais la rotation se poursuit. L'avion est en vrille stabilisée et tourne à gauche en descendant. L'instructeur met pleins gaz pendant un moment, puis braque les volets à fond dans l'espoir de sortir de la vrille, mais en vain. Pendant la tentative de redressement, l'instructeur continue à prendre des mesures pour empêcher l'avion de s'écraser. L'avion plonge dans les eaux du lac Saint-François. L'élève-pilote est grièvement blessé, mais il réussit à sortir de l'avion par la fenêtre arrière droite pendant que l'avion coule. Il essaie alors de sortir l'instructeur qui est inconscient, mais n'y arrive pas. Un pêcheur qui se trouve non loin de là vient au secours de l'élève-pilote et le ramène sur la terre ferme où se trouvent des véhicules de secours. L'instructeur n'a pas réussi à évacuer l'avion et a perdu la vie.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

L'observation météorologique de 13 h, temps universel coordonné (UTC), faite à l'aéroport international de Montréal (Dorval), à une vingtaine de milles à l'est du lieu de l'accident, était la suivante : nuages épars à 5 000 pieds, nuages épars à 25 000 pieds, visibilité de 25 milles, température de 20,3 degrés Celsius, point de rosée de 13,3 degrés Celsius, vents du 280 degrés à 8 noeuds et calage altimétrique de 29,85 pouces de mercure.

L'instructeur était en place droite. Il possédait la licence et les qualifications nécessaires au vol et en vertu de la réglementation en vigueur. Il totalisait 1 140 heures de vol, dont 1 000 sur type, et environ 645 heures d'instruction. Il venait de passer les examens écrits en vue de l'obtention de la licence de pilote de ligne. Le chef instructeur de la compagnie et ses pairs le considéraient comme un instructeur très consciencieux et très professionnel. Rien n'indique qu'une incapacité ou des facteurs physiologiques aient perturbé ses capacités.

L'élève-pilote était en place gauche. Il était titulaire d'un permis d'élève-pilote et il s'entraînait en vue d'obtenir la licence de pilote privé.

Le manuel d'utilisation du Cessna 152 recommande ce qui suit pour les vrilles :

Dans la mesure du possible, exécuter les entrées de vrille à une altitude suffisante pour que les sorties puissent se faire à 4 000 pieds ou plus au-dessus du sol.

À l'école de pilotage, la procédure normale voulait qu'on amorce les vrilles à environ 3 500 pieds au-dessus du niveau de la mer (3 400 pieds au-dessus du sol).

Le *Guide de l'instructeur de vol* de Transports Canada recommande ce qui suit :

Les sorties de vrille stabilisées d'entraînement devront toujours se terminer à au moins 2 000 pieds au-dessus du sol ou à la hauteur recommandée par le constructeur, selon la plus élevée de ces valeurs.

L'élève-pilote a amorcé une vrille à gauche selon la procédure suivante : à l'imminence du décrochage, il a tiré à fond sur la commande de profondeur et a mis du pied à gauche, de sorte que le gouvernail de direction s'est braqué complètement à gauche presque en même temps que la gouverne de profondeur s'est braquée vers le haut. L'élève-pilote a dit qu'il n'était pas certain s'il avait les deux pieds solidement sur les pédales de direction lorsqu'il a braqué la direction complètement à gauche. L'enquête n'a pas permis d'établir à quelle profondeur la pédale de direction droite était enfoncée pendant la tentative de sortie de vrille.

Cessna recommande de suivre la technique de redressement qui figure dans le manuel d'utilisation du Cessna 152 qui stipule ce qui suit :

1. Ailerons au neutre, manette des gaz au ralenti.
2. Appliquez et retenez le palonnier à fond en direction opposée à la rotation.
3. Tout de suite après l'arrivée en bout de course du palonnier, poussez sur le volant suffisamment pour arrêter le décrochage. Il peut être nécessaire de braquer la gouverne de profondeur complètement vers le bas pour obtenir de meilleurs résultats si l'avion est en centrage arrière à cause de la répartition de la charge.
4. Retenez ces commandes en position jusqu'à l'arrêt de la rotation. Le fait de relâcher la pression trop tôt sur les commandes tend à augmenter la longueur de la ressource de sortie de vrille.
5. Au moment de l'arrêt de la rotation, ramenez le palonnier en position normale, et sortez doucement du piqué.

L'avion a été repêché des eaux du lac Saint-François. L'examen des dommages et de la déformation du revêtement inférieur du fuselage a révélé que l'avion avait plongé en vrille dans les eaux du lac Saint-François, avec une vitesse vers l'avant relativement faible. L'arrière du fuselage s'est déformé vers le bas, et l'empennage a plié vers le bas par rapport au fuselage, ce qui a ouvert le fuselage au niveau du joint de raccordement de l'empennage, sur le dessus. Le moteur, le nez, le tableau de bord et les commandes se sont pliés vers le bas par rapport à la cabine. L'avion s'est finalement retrouvé à la verticale, sur le nez, dans 20 pieds d'eau. L'examen de l'avion après le repêchage a permis de constater que les volets étaient sortis à environ 30 degrés, ce qui est le braquage maximal prescrit pour le Cessna 152. Les dommages à l'hélice révèlent que le moteur tournait au ralenti au moment de l'impact. Toutes les commandes étaient intactes. Le gouvernail de direction a été trouvé bloqué complètement à gauche.

Les composants du gouvernail de direction et la partie avant de l'avion ont été envoyés au Laboratoire technique du BST, à Ottawa (Ontario). L'examen a révélé que la plaque de butée de la moitié droite du guignol du gouvernail de direction était solidement bloquée derrière son boulon d'arrêt sur le fuselage. Mesuré perpendiculairement à l'articulation, le gouvernail de direction était braqué à 34 degrés, alors que le braquage maximal admissible pour le calage des butées est de 23 degrés. Une fois le gouvernail de direction débloqué, le braquage était de 23 degrés. Il a fallu 36 livres de traction constante sur le bord de fuite du gouvernail de



direction pour débloquer le gouvernail de direction. Cette traction constante de 36 livres équivalait à 180 livres, si la force était exercée sur la pédale de direction. Toutefois, étant donné que le sens de la traction du câble avait tendance à amplifier le blocage en fermant le guignol, il n'aurait pas été possible de débloquer le gouvernail de direction en mettant du pied à droite.

L'examen a également révélé que l'empennage de l'avion avait été endommagé avant l'accident. Le bord de fuite de l'extrémité de la gouverne de profondeur droite avait été brisé puis réparé avec du ruban adhésif aluminisé. L'extrémité inférieure du gouvernail de direction présentait deux fissures d'un pouce et demi qui partaient d'un trou de rivet qui avait été percé pour empêcher la fissure de se propager, avant d'être repeint. Ces réparations ne figurent pas dans les dossiers. L'examen a également permis de déceler du frottement entre la gouverne de profondeur en position braquée vers le haut et le gouvernail de direction braqué à 34 degrés à gauche, de sorte que le gouvernail de direction présentait une marque circulaire qui a été attribuée à la gouverne de profondeur. Le bord de fuite de la gouverne de profondeur ne pouvait être braqué vers le bas au-delà du point neutre à cause de ce frottement.

La veille de l'accident, un apprenti technicien a fait une inspection des 50 heures du moteur.¹ L'inspection a révélé que le ressort de rappel (réf. 0310196-13) du palonnier de la pédale droite et un support de fixation pour ce ressort, qui avait été soudé au palonnier (réf. 0411526-2), étaient brisés. Le ressort de rappel assurait une tension d'environ 10 livres par pouce d'étirement et contrait la force exercée par le ressort de rappel correspondant sur le palonnier gauche. Les deux ressorts de rappel tendent les câbles de direction qui sont fixés aux moitiés gauche et droite du guignol de direction. Si le ressort de rappel de la pédale de direction droite est absent, le câble de direction droit se desserre. Le ressort de rappel de la pédale de direction gauche a alors tendance à tirer la pédale droite vers le pilote, facilitant par le fait même un braquage excessif du gouvernail de direction sur la gauche.

Lors de la vérification, l'apprenti technicien a enlevé les pièces brisées du circuit de commande du gouvernail de direction de l'appareil, mais il ne les a pas remplacées. L'apprenti technicien a demandé l'avis du technicien d'entretien d'aéronefs (TEA) qui était responsable de la maintenance des aéronefs de la compagnie. Le TEA a décidé que l'avion pouvait être remis en service sans être réparé. Ces déficiences n'ont pas été inscrites dans le carnet de bord de l'avion ni dans le carnet technique de l'avion, contrairement aux exigences du manuel de contrôle de la maintenance de l'entreprise approuvé par Transports Canada. Après la vérification, le responsable de la maintenance a déclaré que l'avion était apte au vol en signant le carnet de bord et le carnet technique de l'avion et a remis l'appareil en service le

¹ En vertu du Programme de maintenance Q 2129 R3 approuvé par Transports Canada.

17 juillet 1998. Le responsable de la maintenance de la compagnie a jugé que l'absence du ressort et du support ne nuirait pas aux caractéristiques de vol de l'avion et a décidé de remettre l'avion en service en attendant que des pièces de rechange puissent être installées.

L'alinéa d) du Tableau 4 des Types de travail de la norme de navigabilité 571.10 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) stipule ce qui suit :

Travail qui dérange les commandes moteur ou les commandes de vol - Que le système ait été inspecté par aux moins deux personnes pour en vérifier l'assemblage, le verrouillage et le sens de fonctionnement, et que le dossier technique doit contenir les signatures des deux personnes en cause.

Note d'information : L'une de ces deux personnes peut être la personne qui signe la certification après maintenance.

Le manuel de politiques de maintenance de Laurentide Aviation renferme des procédures conformes à cette norme. Cette norme de navigabilité obligatoire n'a pas été respectée sur l'avion en cause dans l'accident.

Laurentide Aviation utilisait un carnet des défauts (et non le carnet de bord de l'avion) dans lequel les instructeurs et les pilotes devaient noter les défauts des aéronefs. Les carnets de bord n'étaient pas mis à la disposition des élèves et des instructeurs pour qu'ils puissent les examiner ou y enregistrer les heures et les défauts. Un examen du manuel de contrôle de la maintenance de Laurentide Aviation a révélé que la compagnie Laurentide Aviation n'avait pas été autorisée par Transports Canada à utiliser un carnet des défauts, et les inspecteurs de Transports Canada ne savaient pas que Laurentide Aviation utilisait un carnet des défauts. La personne responsable de la maintenance examinait le carnet des défauts chaque matin et notait toutes les défauts en vue de prendre des mesures correctives. Une fois la défaut corrigé, la personne responsable de la maintenance devait remplir la colonne réservée à la mesure corrective. Aucune inscription relative au problème relevé n'avait été faite dans le carnet de bord de l'avion. L'instructeur et l'élève-pilote en cause dans le présent accident ne savaient pas que le ressort de rappel du palonnier était absent, car aucune inscription ne figurait dans le carnet des défauts à ce sujet. Le vol de l'accident était le premier vol après l'inspection.

Selon le manuel de contrôle de la maintenance de Laurentide Aviation, il incombe au président de l'entreprise de nommer un gestionnaire responsable du système de contrôle de la maintenance. La personne responsable du système de contrôle de la maintenance doit consigner les défauts des appareils et voir à ce qu'elles soient corrigées conformément au manuel de contrôle de la maintenance de l'entreprise avant qu'un appareil soit remis en service. Cette personne est également responsable de retirer un appareil du service s'il ne répond pas aux exigences du RAC ou pour toute autre raison de sécurité. Il existe aussi une procédure du système de contrôle de la maintenance pour faire en sorte que les appareils ne soient pas utilisés à moins qu'ils soient aptes au vol et entretenus conformément à la politique de maintenance de l'exploitant.

Laurentide Aviation est un exploitant de taxi aérien et une unité de formation au pilotage agréée par Transports

Canada. Il est titulaire d'un certificat d'organisme de maintenance agréé. Comme exploitant, il doit présenter deux manuels distincts pour approbation par Transports Canada :

- **Un manuel de contrôle de la maintenance** qui stipule que l'unité de formation au pilotage qui utilise un avion ou un hélicoptère doit établir un système de contrôle de la maintenance et s'y conformer et ce système doit à la fois a) comprendre des politiques et des procédures relatives à la maintenance des aéronefs utilisés par l'unité de formation au pilotage; b) être conforme aux exigences de la présente sous-partie; c) figurer dans le manuel de contrôle de la maintenance de l'unité de formation au pilotage.
- **Un manuel de politiques de maintenance** qui stipule que le titulaire d'un certificat d'organisme de maintenance agréé (OMA) doit établir et tenir à jour un manuel de politiques de maintenance et en autoriser l'utilisation; le manuel de politiques de maintenance doit contenir des renseignements garantissant l'efficacité des politiques de maintenance de l'OMA, sur les sujets énumérés au chapitre 573 du *Manuel de navigabilité*.

Le manuel de contrôle de la maintenance de la compagnie (troisième révision) avait été approuvé par Transports Canada le 25 novembre 1997, alors que le manuel de politiques de maintenance de la compagnie avait été approuvé par Transports Canada le 26 novembre 1997.

Le Cessna 152 n'est pas exploité en fonction du système de la liste des équipements indispensables au vol (MEL). Il est alors important de noter par écrit tout point ou tout article lié à la navigabilité de l'avion et les points exigés par le RAC.

L'article 406.40 du RAC stipule que :

L'unité de formation au pilotage qui utilise un avion ou un hélicoptère doit établir des politiques et des procédures permettant de garantir que les aéronefs ne sont utilisés que s'ils sont conformes aux exigences suivantes, et doit se conformer à ces politiques et à ces procédures :

- a) ils sont en état de navigabilité;
- b) ils sont correctement équipés et configurés, et font l'objet d'une maintenance pour l'utilisation prévue;
- c) ils font l'objet d'une maintenance conformément au manuel de contrôle de la maintenance de l'unité de formation au pilotage.

L'article 406.41 du RAC stipule que :

L'unité de formation au pilotage qui utilise un avion ou un hélicoptère doit établir des politiques et des procédures qui sont conformes aux normes de délivrance des licences du personnel, et doit se conformer à ces politiques et à ces procédures, pour permettre :

- a) d'inscrire les défauts des aéronefs, y compris les défauts détectés au cours d'un vol ou au cours de l'exécution de travaux élémentaires ou d'entretien courant;
- b) de détecter les défauts qui se répètent et de les signaler comme telles au personnel de la maintenance;
- c) de s'assurer que les défauts soient corrigés conformément aux exigences du présent règlement;
- d) sous réserve des articles 605.09 et 605.10, d'établir un échéancier pour la correction des défauts dont la correction a été reportée.

La Partie 1, section 1.2, intitulée « Autorité » du manuel de contrôle de la maintenance de Laurentide Aviation, exige que les procédures du manuel soient respectées en tout temps pour assurer la conformité au RAC et l'efficacité du manuel de contrôle de la maintenance, et que, en cas de conflit entre le manuel de contrôle de la maintenance et le RAC, le RAC ait préséance. De plus, à la partie 1, section 1.2, intitulée « Autorité » du manuel de politiques de maintenance de Laurentide Aviation, il est exigé que les procédures de ce manuel de politiques de maintenance soient respectées en tout temps pour assurer la conformité au RAC, et que, en cas de conflit entre le manuel de politiques de maintenance et le RAC, le RAC ait préséance.

Un examen du carnet de bord et du carnet technique révèle que l'entreprise ne s'est pas conformée à toutes les exigences de son manuel de politiques de maintenance ayant été approuvé par Transports Canada le 26 novembre 1997. La défaut relative à la commande du gouvernail de direction n'a pas été consignée, et des mesures correctives n'ont pas été prises.

La dernière vérification de maintenance de l'entreprise effectuée par Transports Canada avant l'accident avait eu lieu en 1991.

Transports Canada a également effectué des essais en vol et des inspections de base en décembre 1993, en octobre 1995 et en juin 1998. Au cours de ces inspections, Transports Canada n'a signalé aucune anomalie concernant les opérations de maintenance de la compagnie. Au cours de la période comprise entre le 20 septembre et le 7 octobre 1999, Transports Canada a effectué une vérification réglementaire de la compagnie. Parmi les anomalies notées, et qui ont rapport avec les anomalies découvertes au cours de l'enquête sur cet accident, il y avait les points suivants : 1) de nombreuses publications qui auraient dû être disponibles ne l'étaient pas et de nombreuses publications techniques et réglementaires n'étaient pas tenues à jour; 2) les procédures établies dans le manuel de politiques de maintenance n'étaient pas suivies en ce qui concerne la consignation de la maintenance, et Transports Canada a noté de nombreuses anomalies dans les dossiers techniques de nombreux aéronefs (14).

Du 17 janvier au 4 février 2000, Transports Canada a effectué une vérification de maintenance auprès de l'exploitant d'une école de pilotage située à l'aéroport de Saint-Hubert (Québec). Au cours de cette vérification, les inspecteurs de Transports Canada ont découvert des anomalies qui ont entraîné l'interdiction de vol de 22 aéronefs pour diverses raisons. À la suite de cette vérification, l'exploitant a présenté un Rapport de difficultés en service (RDS) le 15 février 2000 après avoir inspecté ses 10 Cessna 152. Sur cinq d'entre eux, on a noté que la plaque de butée du guignol de direction avait dépassé le boulon d'arrêt. Transports Canada a

également présenté un RDS à ce sujet. Les enquêteurs du BST ont visité l'exploitant en cause le jour suivant pour effectuer des examens préliminaires des cinq avions qui présentaient des problèmes de gouvernail de direction.

Le 22 février 2000, quatre enquêteurs du BST se sont rendus à l'école de pilotage de Saint-Hubert pour rencontrer des représentants de Laurentide Aviation, de Transports Canada et de Cessna afin d'examiner les avions sur lesquels on soupçonnait des anomalies de gouvernail de direction dans le but de déterminer si ces anomalies présentaient un rapport avec les circonstances entourant l'accident de l'avion C-GZLZ. On a alors déterminé qu'une sollicitation brutale de la pédale de direction gauche pouvait faire en sorte que le côté droit du guignol de direction dévie légèrement, dépasse sa course normale et reste pris momentanément sur la plaque de butée (amortisseur) au-dessus du boulon d'arrêt. Des marques témoins indiquaient que ce phénomène s'était déjà produit à quelques reprises. Toutefois, une légère sollicitation sur la pédale de direction de droite était suffisante pour débloquent le gouvernail de direction. Au cours de ces essais, il a été impossible de faire en sorte que la plaque de butée du guignol de direction dépasse le boulon d'arrêt et demeure bloquée derrière et sous le boulon, comme cela s'est produit sur l'avion C-GZLZ. On a noté au cours de ces essais que le braquage excessif du gouvernail de direction était freiné par le contact avec la gouverne de profondeur gauche. Des marques témoins relevées sur l'avion C-GZLZ correspondent à des contacts antérieurs entre le gouvernail de direction et la gouverne de profondeur.

On a procédé à des essais supplémentaires sur un avion similaire dans l'espoir de mieux comprendre de quelle façon le gouvernail de direction de l'avion C-GZLZ aurait pu dépasser sa course normale et se bloquer, si c'est bien ce qui s'est produit. Pour faire le premier essai, le ressort de rappel du palonnier de la pédale droite a été enlevé et le câble du gouvernail de direction de droite a été débranché. Ainsi, le câble du gouvernail de direction de droite est légèrement moins tendu, ce qui facilite un braquage excessif du gouvernail de direction vers la gauche. On a également déterminé que le braquage de la profondeur à une position de plus des deux tiers vers le haut – qui augmente l'espace libre entre le gouvernail de direction et la gouverne de profondeur – permettait un plus grand déplacement du gouvernail de direction. Dans cet état, une sollicitation brutale de la pédale de direction gauche a permis au gouvernail de direction de dépasser sa course normale et la plaque de butée est venue se bloquer derrière et sous le boulon d'arrêt, exactement dans la position où on l'a retrouvée sur l'avion C-GZLZ. Le gouvernail de direction était irrémédiablement bloqué, et il a fallu utiliser un tournevis pour soulever le guignol et le dégager. Un deuxième essai effectué dans les mêmes conditions, mais avec le câble du gouvernail de direction branché mais tendu que légèrement, a également entraîné le blocage du gouvernail de direction. Ces essais ont montré que la conception et l'état du boulon d'arrêt et de la plaque de butée du guignol de direction permettaient à la plaque de butée de dépasser le boulon d'arrêt et de causer un blocage.

Le 14 mars 2000, Cessna a avisé les enquêteurs du BST que la firme s'apprêtait à concevoir un nouveau boulon d'arrêt de guignol du gouvernail de direction qui devrait permettre d'empêcher le braquage excessif du gouvernail de direction. Cessna a informé le bureau de la certification des aéronefs de la Federal Aviation Administration (FAA) qu'elle préparait un bulletin de service visant à offrir la nouvelle configuration pour tous les Cessna 150 et 152 construits après 1966. Transports Canada et la FAA envisagent de prendre des mesures de navigabilité.

L'enquête a donné lieu au rapport de laboratoire suivant :

LP 89/98 - *Investigation of a Locked Rudder* (Examen d'un gouvernail de direction bloqué).

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

Analyse

Les conditions météorologiques étaient propices au vol. L'instructeur possédait les qualifications et l'expérience nécessaires au vol. L'altitude minimale de sortie de vrille de 4 000 pieds agl recommandée par le constructeur n'était pas respectée par tous les instructeurs au service de Laurentide Aviation, mais il y a lieu de croire que même si la vrille avait été amorcée à une altitude supérieure, les chances de l'instructeur de sortir de la vrille auraient été tout aussi minces.

Le fait de ne pas respecter les restrictions d'altitude stipulées pour les exercices de vrille augmente néanmoins le danger associé à ce type d'opération; c'est pourquoi Transports Canada devrait rappeler aux exploitants la nécessité de respecter ces mesures de sécurité.

On a supposé que l'absence d'un ressort de rappel du palonnier de la pédale de direction n'aurait pas de conséquence sur la navigabilité de l'appareil, et l'avion a été remis en service. En fait, l'avion n'était pas en état de navigabilité à cause de l'absence du ressort. De plus, les inscriptions obligatoires n'avaient pas été faites dans le carnet des défauts ni dans le carnet de bord de l'avion. Si la défektivité avait été notée dans les carnets et si les carnets avaient été mis à la disposition des pilotes, l'instructeur aurait pu constater que le ressort de rappel de la pédale de direction était absent et il aurait eu la possibilité de refuser de piloter l'appareil dans cet état. Il n'y a eu aucune communication entre le personnel de maintenance et l'équipage de conduite au sujet des travaux de maintenance effectués sur le circuit de direction de l'appareil.

L'exigence réglementaire relative à l'exécution d'une inspection double a pour objet de fournir une vérification indépendante d'un moteur ou d'un système de commandes de vol qui a été dérangé lors d'une activité de maintenance afin d'augmenter les possibilités de bon fonctionnement du système en cause. Des travaux comprenant une inspection, l'enlèvement de pièces brisées, une discussion et la prise de décisions ont été effectués sur les commandes de vol. Il est permis de penser que l'absence du ressort de rappel de la pédale de direction et de son support de fixation ont dérangé le système de commandes de vol et que cela justifiait l'exécution d'une inspection double. L'avion n'a pas fait l'objet d'une inspection double et Transports Canada maintient que cela n'est pas obligatoire dans ces circonstances parce qu'aucun travail n'a été effectué sur le circuit de commande du gouvernail de direction de l'avion. Quoi qu'il en soit, le fait que le ressort de rappel de la pédale de direction avait été enlevé signifiait que le document relatif au vol de l'aéronef n'était plus valable puisque l'avion n'était plus conforme à son certificat d'homologation de type.

Au cours de la vérification de maintenance de l'exploitant d'une école de pilotage située à l'aéroport de Saint-Hubert, on a découvert des anomalies qui ont entraîné l'interdiction de vol de plusieurs appareils, dont cinq Cessna 152 qui auraient présenté un braquage excessif du gouvernail de direction. La vérification a révélé que les cinq avions présentaient des éraflures et des marques révélant que le guignol de direction avait dépassé sa course normale à un moment donné, passant au-dessus du boulon d'arrêt ou au-delà du boulon d'arrêt. Les constatations préliminaires concernant le problème de braquage excessif du gouvernail de direction ont incité le personnel du BST, de Transports Canada, de Cessna et de Laurentide Aviation à effectuer des examens et des essais supplémentaires le 22 février 2000.

Les essais effectués le 22 février 2000 ont révélé que, dans certaines conditions, le gouvernail de direction peut dépasser sa course normale et se bloquer de façon irréversible, ce qui correspond à l'état dans lequel on a trouvé le gouvernail de direction de l'avion accidenté. Pour amorcer une vrille, il faut braquer complètement, ou presque complètement, la gouverne de profondeur vers le haut, et braquer complètement la direction à droite ou à gauche.

Le personnel de maintenance de Laurentide Aviation n'avait pas conscience des conséquences potentielles sur l'avion en enlevant le ressort de rappel de la pédale de direction brisé. Toutefois, les essais et les examens récents ont confirmé que l'absence de ce ressort ainsi que d'autres facteurs (comme le mauvais réglage ou l'état du gouvernail de direction, l'état du guignol de direction ou l'état de la plaque de butée et l'ajustement) ont permis de réunir les conditions propices à un blocage irréversible du gouvernail de direction au moment d'une amorce de vrille.

On peut par conséquent conclure que lorsque l'avion a amorcé une vrille à gauche, le gouvernail de direction s'est bloqué à 34 degrés et qu'aucune force exercée sur la pédale de direction de droite n'aurait permis de débloquent le gouvernail, car le sens de traction du câble avait tendance à amplifier le blocage en fermant le guignol.

Les mesures envisagées par la firme Cessna concernant la conception d'un nouveau boulon d'arrêt de guignol du gouvernail de direction devraient permettre d'empêcher le blocage de la direction sur les avions équipés du nouveau boulon. Toutefois, l'application du bulletin de service prévu recommandant l'installation du nouveau boulon demeurera facultative si des mesures de navigabilité réglementaires ne sont pas prises.

Faits établis quant aux causes et facteurs contributifs

1. Au cours d'un exercice de vrille, le gouvernail de direction s'est bloqué complètement à gauche, et il était impossible pour l'équipage de régler le problème.
2. L'avion avait été remis en service alors qu'un ressort de rappel du palonnier de la pédale de direction était manquant; l'absence de ce ressort ainsi que d'autres facteurs ont probablement permis au gouvernail de direction de se bloquer complètement à gauche.
3. Des essais faits sur un avion similaire à l'avion accidenté ont montré que la conception et l'état du boulon d'arrêt et de la plaque de butée du guignol du gouvernail de direction ont permis à la plaque de butée de dépasser le boulon d'arrêt et de causer un blocage.
4. Étant donné que le sens de traction du câble a tendance à refermer l'ouverture du guignol, ce qui accentue l'effet de blocage, le fait d'exercer une force sur la pédale de direction droite n'aurait fait qu'amplifier le blocage plutôt que de l'éliminer.

Autres faits établis quant aux risques pour les personnes, les biens et l'environnement

1. L'avion avait été remis en service avec un ressort de rappel de palonnier manquant, et sans que les inscriptions requises n'aient été faites dans le carnet de bord et dans le carnet technique de l'avion pour signaler l'absence du ressort de rappel du palonnier et les travaux effectués sur le circuit de direction de l'avion. Par conséquent, l'avion n'était pas conforme aux normes de navigabilité applicables pour le vol.
2. Le personnel de maintenance de Laurentide Aviation a remis en service un avion qui ne pouvait pas voler en toute sécurité.
3. Aucune inscription n'avait été faite dans le carnet de bord ni dans le carnet technique de l'avion pour signaler l'absence d'un ressort de rappel de palonnier, et l'instructeur ne savait pas que ce ressort était manquant.
4. La compagnie utilisait un carnet des déficiences pour consigner les anomalies et les réparations, au lieu de faire les inscriptions requises dans le carnet de bord et dans le carnet technique de l'avion. Cette façon de procéder n'était pas approuvée par Transports Canada et n'était pas conforme aux exigences du manuel de contrôle de la maintenance de la compagnie ni aux exigences du manuel de politiques de maintenance de la compagnie.
5. Les essais effectués le 22 février 2000 ont confirmé qu'il est possible que, dans certaines circonstances, il se produise un blocage irréversible du gouvernail de direction au moment d'un braquage complet.

Mesures de sécurité

Mesures prises

Le 14 mars 2000, la firme Cessna a avisé le BST qu'elle avait conçu un boulon d'arrêt du guignol du gouvernail de direction avec une tête d'un plus grand diamètre pour éviter le braquage excessif du gouvernail de direction après une forte sollicitation du palonnier. La firme Cessna a informé le bureau de la certification des aéronefs de la FAA de la situation et elle prévoit émettre un bulletin de service offrant le nouveau boulon d'arrêt du gouvernail de direction pour tous les Cessna 150 et 152 construits après 1966. Aucun délai n'a été précisé pour ces mesures.

Le 9 mai 2000, Transports Canada a émis l'Alerte aux difficultés en service (ADS) n° AL-2000-04 à la suite d'information rassemblée lors des essais effectués à Saint-Hubert le 22 février 2000. L'ADS relate les circonstances de l'accident et donne des détails sur l'inspection du circuit de commande du gouvernail de direction.

Mesures à prendre

Le Bureau croit que la mesure annoncée par Cessna de publier un bulletin de service visant à prévenir le braquage excessif du gouvernail de direction est bien fondée. Toutefois, le Bureau est inquiet car ce ne sont pas tous les Cessna 150 et 152 immatriculés au Canada qui seront modifiés puisque l'application du bulletin de service proposé sera facultative. Par conséquent, le Bureau recommande que :

le ministère des Transports émette une consigne de navigabilité à l'intention de tous les propriétaires et exploitants canadiens de Cessna 150 et 152 demandant la modification de conception après coup obligatoire du boulon d'arrêt du guignol du gouvernail de direction afin d'empêcher le braquage excessif et le blocage du gouvernail de direction à la suite d'un braquage complet de la direction.

A00-09

L'application de mesures de navigabilité rendant obligatoire la modification après coup des Cessna 150 et 152 pour installer le nouveau boulon d'arrêt du guignol du gouvernail de direction prendra sans doute beaucoup de temps. Entre-temps, ces avions seront exploités avec une défektivité connue. Les circonstances de cet accident laissent croire que l'on ne comprenait pas bien les graves conséquences d'un ressort de rappel de câble de direction brisé ou

manquant. De plus, jusqu'à la fin de la présente enquête sur cet accident, on ne savait pas que le gouvernail de direction pouvait se bloquer de façon irréversible lors du braquage complet de la direction au cours d'une mise en vrille intentionnelle. Par conséquent, le Bureau recommande que :

le ministère des Transports, de concert avec la Federal Aviation Administration, prenne des mesures visant à informer tous les exploitants de Cessna 150 et 152 des circonstances de cet accident et des conclusions de l'enquête sur cet accident et de la nécessité d'imposer des restrictions pour l'exécution des vrilles jusqu'à ce que des mesures de navigabilité aient été prises pour empêcher le blocage du gouvernail de direction.

A00-10

Les inscriptions requises dans les carnets de l'avion concernant les travaux de maintenance exécutés sur le circuit de direction n'ont pas été faites, et tout porte à croire que l'exploitant, en général, ne tenait pas les carnets de bord des aéronefs conformément aux exigences du *Règlement de l'aviation canadien*. Par conséquent, le Bureau recommande que :

le ministère des Transports rappelle aux exploitants et au personnel de maintenance l'importance de tenir à jour les carnets de bord des aéronefs et leur rappelle leurs responsabilités à cet égard, par mesure de précaution.

A00-11

La FAA, à titre d'organisme de réglementation de l'État de conception et de construction, a la responsabilité principale du maintien de la navigabilité des Cessna 150 et 152. Par conséquent, le Bureau recommande que :

Le National Transportation Safety Board examine les circonstances de cet accident et les conclusions de l'enquête sur cet accident et évalue la nécessité que la Federal Aviation Administration prenne des mesures de navigabilité obligatoires.

A00-12

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 6 juillet 2000.