

Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

# **RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE**

## **A14Q0011**



**SORTIE DE PISTE**  
**PIPER MALIBU MIRAGE PA-46-350P, C-GSSA**  
**ALMA (QUÉBEC)**  
**23 JANVIER 2014**

**Canada**



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

## Rapport d'enquête aéronautique A14Q0011

Sortie de piste

Piper Malibu Mirage PA-46-350P, C-GSSA

Alma (Québec)

23 janvier 2014

### *Résumé*

Le 23 janvier 2014, l'aéronef Piper PA-46-350P Malibu Mirage sous immatriculation privée (immatriculé C-GSSA et portant le numéro de série 4636518) décolle de l'aéroport international de Montréal à Mirabel (Québec) à 8 h 48, heure normale de l'Est, à destination d'Alma (Québec), avec 1 pilote et 1 passager à son bord. Le vol se déroule sans incident et l'aéronef se pose à 10 h 2 sur la piste 31. Au toucher de la roue avant sur la piste, il y a perte de maîtrise en direction. L'aéronef bifurque à gauche et quitte la surface de la piste 400 pieds plus loin. L'aéronef s'immobilise à environ 100 pieds du bord de la piste, dans un banc de neige compactée, à environ 2200 pieds du seuil de la piste 31. Il n'y a pas de blessés. L'aéronef est lourdement endommagé. Il n'y a aucun incendie. Les forces d'impact n'ont pas suffi à activer la radiobalise de repérage d'urgence de 406 MHz.

*This report is also available in English.*



## Renseignements de base

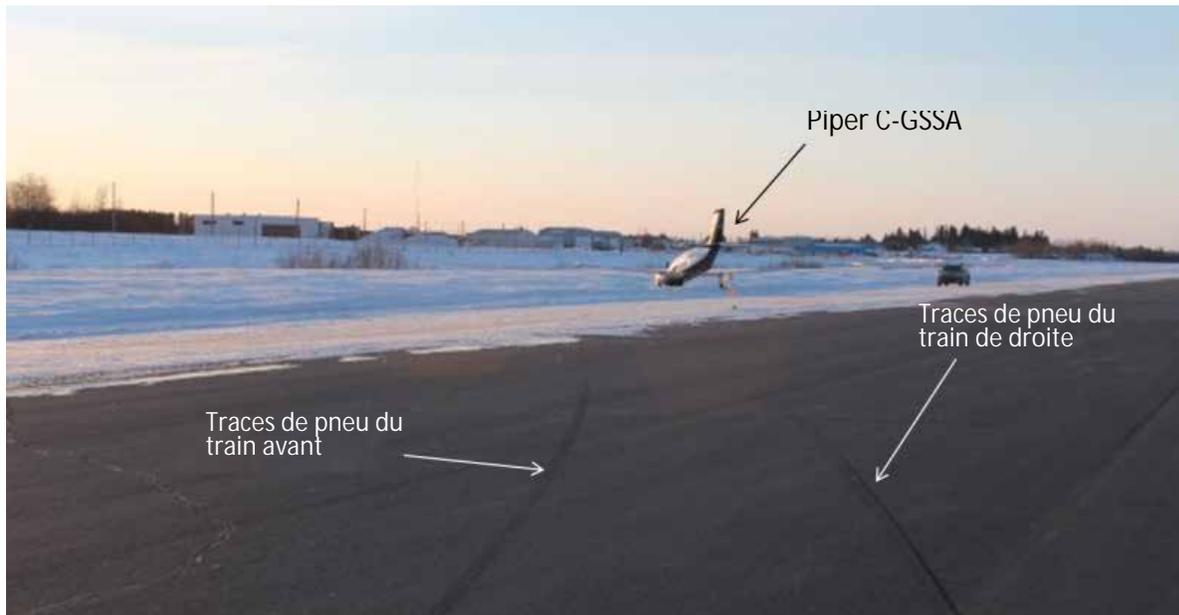
### Déroulement du vol

Le 23 janvier 2014, l'aéronef a décollé de l'aéroport international de Montréal à Mirabel (CYMX) [Québec] à 8 h 48, heure normale de l'Est<sup>1</sup>, avec 1 pilote et 1 passager à son bord. Ce vol, selon les règles de vol aux instruments, s'est déroulé sans incident, à une altitude de croisière de 15 000 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl). Durant l'approche de la piste 31 à Alma (CYTF) [Québec], le pilote a sorti le train d'atterrissage; tout indiquait une sortie normale du train d'atterrissage, y compris 3 voyants verts de train d'atterrissage sur le tableau de bord.

La prise de contact des roues de l'aéronef avec l'axe longitudinal de la piste s'est faite à 10 h 2 min 3 s à une vitesse sol de 74 nœuds. Durant le roulement à l'atterrissage, à 10 h 2 min 14 s, au moment où le train avant a touché la surface sèche de la piste, l'aéronef a bifurqué momentanément vers la droite et, à 10 h 2 min 16 s, vers la gauche de façon intempestive avant de sortir de la piste. Après avoir quitté la piste, le train avant s'est affaissé, ce qui a lourdement endommagé l'aéronef. L'aéronef s'est immobilisé dans un banc de neige compactée à 10 h 2 min 23 s. Ni le pilote ni le passager n'ont été blessés.

L'analyse des données a révélé que durant le roulement à l'atterrissage, à mesure qu'augmentait la charge sur le train avant, l'aéronef a amorcé un virage à gauche, mouvement que le pilote a essayé de corriger à l'aide des pédales de palonnier et du frein de droite. Après l'événement, les marques laissées par les pneus du train avant et du train principal de droite étaient manifestement visibles sur la piste (photo 1).

**Photo 1.** Marques laissées sur la piste par le Piper Malibu Mirage C-GSSA



<sup>1</sup> Les heures sont exprimées en heure normale de l'Est (temps universel coordonné moins 5 heures).

Le capot du moteur, l'hélice, les trappes de train avant et les bords d'attaque de l'aéronef ont été endommagés, et les 2 ailes ont subi une déformation par plissement. L'arrêt soudain du moteur et le déplacement du support moteur sous l'effet de l'impact ont causé une importante dépression dans la cloison coupe-feu.

## *Pilote*

Les dossiers indiquent que le pilote possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Il avait accumulé environ 1500 heures de vol au total et 610 heures aux commandes d'un PA-46. Il avait aussi suivi plusieurs programmes de formation au vol, y compris le cours sur l'aéronef PA-46 Malibu Mirage donné par Piper.

## *Conditions météorologiques*

Aucun message d'observation météorologique régulière pour l'aviation (METAR) n'avait été émis pour l'aéroport CYTF. Les 2 aérodromes les plus proches qui émettent des METAR sont à Roberval (CYRJ), situé à 25 milles marins (nm) à l'ouest, et à Bagotville (CYBG), à 28 nm à l'est. Les METAR de 10 h pour CYRJ et CYBG étaient les suivants :

- CYRJ : vent du 310° vrai (V) à 14 nœuds, visibilité de 40 milles terrestres (sm), quelques nuages à 9000 pieds au-dessus du niveau du sol (agl) et nuages fragmentés à 22 000 pieds agl, température de -24 °C, point de rosée de -30 °C et calage altimétrique de 30,02 pouces de mercure.
- CYBG : vent du 280 °V à 10 nœuds, visibilité de 25 sm, quelques nuages à 8000 pieds agl et nuages fragmentés à 24 000 agl, température de -24 °C, point de rosée de -30 °C et calage altimétrique de 30,00 pouces de mercure.

CYTF utilise un système AWAS (station d'avertissement météorologique automatique) à des fins d'avis seulement. À 9 h 48, environ 14 minutes avant l'événement, ce système indiquait ceci :

- CYTF : vent du 330 °V à 9 nœuds, visibilité de 10 sm, nuages épars à 4200 pieds agl, température de -24,5 °C.

La surface de la piste était dans l'état suivant : sur une bande de 90 pieds centrée sur l'axe longitudinal de la piste, surface nue et sèche à 95 %, trace de neige sèche à 5 %, glace à 100 % sur le reste de la piste.

## *Avion*

Le Piper Malibu Mirage est un aéronef pressurisé à aile basse muni d'un moteur Textron Lycoming TIO-540-AE2A de 350 chevaux. La production du Piper Malibu Mirage a commencé en octobre 1988. L'aéronef C-GSSA a été fabriqué en 2010 et importé au Canada comme neuf en novembre 2011. Un certificat de navigabilité pour cet aéronef a été émis le 27 novembre 2011.

Les dossiers indiquent qu'il était homologué, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées. La dernière inspection annuelle du C-GSSA a eu lieu en novembre 2013. L'aéronef avait accumulé à ce moment-là 575 heures de vol

depuis sa sortie d'usine. Au moment de l'événement, l'aéronef comptait 610 heures de vol depuis sa sortie d'usine et environ 385 cycles.

Il était doté d'un ensemble avionique Garmin 1000 qui comprend 2 écrans d'affichage, l'un servant d'écran principal de vol (PFD), l'autre d'écran multifonction (MFD). Chacun de ces écrans présente des fentes pour des cartes mémoire SD. L'une de ces fentes sert à mettre à jour la base de données d'aviation Jeppesen, à installer des logiciels et à configurer le système. L'autre fente héberge les bases de données mondiales sur les obstacles et le relief Jeppesen. Les cartes mémoire SD ont été remises au BST, et les données de vol brutes qu'elles contenaient ont permis de réaliser l'animation du vol et l'analyse des paramètres. Ces cartes ont indiqué que l'aéronef était exploité conformément aux lignes directrices de Piper.

### *Vérin de commande du train d'atterrissage avant et support moteur*

#### *Fonction du train d'atterrissage avant*

Le vérin de commande du train d'atterrissage avant du Piper PA-46-350P est boulonné par l'intermédiaire de 2 ferrures d'attache à la partie arrière et inférieure du support moteur, qui est fabriqué à partir de tubes soudés. Le vérin de commande se déploie vers le bas et l'avant à partir des ferrures d'attache (annexe A) et il est fixé au train d'atterrissage avant. Durant le roulage, le décollage et l'atterrissage, ces ferrures d'attache transmettent les charges du train d'atterrissage avant au support moteur, ce qui crée des charges répétitives autour des ferrures d'attache du support moteur et cause parfois des fissures de fatigue. Montés sur le dessus du tourillon du train avant, 2 galets en nylon assurent la translation de la rotation du levier de direction depuis les pédales de palonnier en rotation de la roue avant.

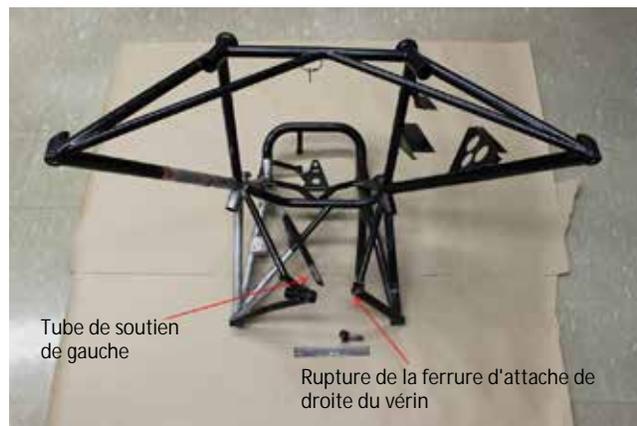
L'interrupteur de verrouillage train sorti fait partie intégrante du vérin de commande du train d'atterrissage avant. Une défaillance des ferrures d'attache du vérin de commande du train d'atterrissage avant pourrait empêcher celui-ci de sortir complètement vers l'avant, et la roue avant de s'aligner complètement avec l'axe longitudinal de l'aéronef. Dans un tel cas, le pilote pourrait observer une indication de train avant complètement sorti, et non simplement un vérin en position complètement sorti. La règle FAR23.729 et la règle 523.729 du RAC stipulent que les interrupteurs doivent être situés et couplés au système mécanique du train d'atterrissage d'une manière qui empêche une indication erronée de train sorti et verrouillé.

### *Examen par le Laboratoire du BST*

L'aéronef C-GSSA était muni du support moteur original qui avait été installé lors de la fabrication. L'enquête a permis d'établir que la ferrure d'attache de droite du vérin de commande s'est rompue principalement à cause d'une surcharge liée à une fissure de fatigue préexistante située au bord de la soudure qui attache la ferrure de droite du vérin de commande aux tubes de soutien (photo 2).

Cette fissure de fatigue préexistante mesurait environ 13 mm de longueur et 0,25 mm à son point le plus profond; aucune anomalie métallurgique n'a été relevée dans le support moteur qui aurait pu contribuer à la formation de cette fissure. On n'a pu déterminer si cette fissure préexistante était présente lors de l'inspection par essai non destructif (END), qui avait eu lieu au cours de l'inspection annuelle, 35 heures de service avant la défaillance de la ferrure d'attache du vérin de commande du train d'atterrissage avant.

Photo 2 Support moteur du C-GSSA, tel que reçu



Certaines parties du support moteur sont communes au circuit du train d'atterrissage et il s'agit d'une composante du train d'atterrissage qui a subi une défaillance. L'intégrité structurelle du support moteur n'était pas amoindrie au point de fixation entre le support moteur et la cellule.

### *Mesures préventives et réglementaires*

D'après le Registre d'immatriculation des aéronefs civils canadiens, que gère Transports Canada (TC), il y a 28 aéronefs PA-46 immatriculés au Canada; d'après le registre de la Federal Aviation Administration (FAA), il y a environ 940 aéronefs PA-46 immatriculés aux États-Unis. Un examen de la base de données des accidents/incidents de la FAA a révélé que, depuis 1990, il y a eu environ 50 accidents/incidents présentant un fil des événements semblable à celui de l'événement en question. Le système Rapport de difficultés en service (RDS) montre que depuis le début de la production, au moins 25 supports moteurs ont dû être remplacés après la découverte de fissures au cours des inspections.

Le 8 avril 2010, le National Transportation Safety Board (NTSB) a recommandé à la FAA :

- d'exiger des inspections répétitives pour détecter les fissures de fatigue autour des ferrures d'attache du vérin de commande du train d'atterrissage avant sur le support moteur de tous les aéronefs PA-46-310 et PA-46-350P et d'exiger leur remplacement, si nécessaire (A-10-44);
- d'exiger que Piper révise la conception du support moteur des aéronefs PA-46-310 et PA-46-350P de manière à ce qu'il ne soit plus sensible à la formation de fissures de fatigue autour des ferrures d'attache (A-10-45).

Le 2 février 2011, Piper Aircraft, Inc. a publié le bulletin de service n° 1103D qui exigeait l'inspection de certains supports moteurs d'aéronefs PA-46 (numéros de pièces particuliers) après 290 heures totales en service depuis leur sortie d'usine, et d'autres numéros de pièces après 740 et 850 heures totales en service depuis leur sortie d'usine, en plus d'inspections récurrentes aux 100 heures par la suite. Ce bulletin de service ne comprenait aucune limite quant au cycle des inspections.

Les bulletins de service sont des avis que transmettent les fabricants d'aéronefs aux exploitants privés pour les informer d'améliorations à leurs produits. Au Canada et aux États-Unis, les

bulletins de service ne sont pas obligatoires pour les propriétaires d'aéronefs privés. La plupart des Piper PA-46-350 sont sous immatriculation privée.

Certains fabricants publient des bulletins de service d'alerte lorsqu'ils estiment qu'il existe un enjeu lié à la sécurité plutôt qu'une simple amélioration à leur produit. Ces bulletins mènent habituellement à la publication de consignes de navigabilité (CN) par la FAA. Les CN renvoient aux bulletins de service d'alerte pour favoriser l'adhésion aux CN. À moins que les bulletins de service et les bulletins de service d'alerte ne soient accompagnés d'une consigne de navigabilité, leur conformité est facultative. Ainsi, les exploitants privés pourraient ne pas les mettre en œuvre.

Les CN sont publiées par l'autorité de l'aviation civile nationale soit du pays où l'aéronef a été fabriqué, soit du pays où il est immatriculé. Les CN publiées par le pays d'immatriculation sont presque toujours coordonnées avec l'autorité de l'aviation civile du pays de fabrication afin d'éviter la publication de CN divergentes.

Les CN ont pour objectif d'aviser les propriétaires d'aéronef :

- que l'aéronef pourrait présenter une condition dangereuse;
- que l'aéronef pourrait ne pas être conforme aux critères de base de la certification ou à d'autres conditions qui touchent la navigabilité de l'aéronef;
- de mesures obligatoires qu'ils doivent prendre pour assurer une exploitation sécuritaire continue;
- que, dans certains cas urgents, l'aéronef ne doit pas être utilisé tant que l'on n'aura pas dressé et exécuté un plan de mesures correctives.

Les CN sont obligatoires dans la plupart des territoires et comprennent souvent des échéances (date ou nombre d'heures de vol) pour se conformer aux directives.

La FAA est l'autorité de l'aviation responsable de nombreux types d'aéronefs américains immatriculés au Canada. Conformément à l'accord bilatéral de navigabilité conclu entre TC et la FAA et à la réglementation de TC, les CN publiées par la FAA visant des aéronefs pour lesquels elle est l'autorité responsable sont obligatoires au Canada également, à moins qu'une CN de TC n'ait préséance.

Le paragraphe 605.84 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) stipule qu'un aéronef ne peut être exploité à moins qu'il ne fasse l'objet de travaux de maintenance exécutés conformément aux exigences de toute consigne de navigabilité publiée par TC ou par l'autorité d'aviation étrangère appropriée.

En ce qui a trait à l'applicabilité de CN étrangères, selon la Norme 625, Appendice H, article 2 : « Le RAC 605.84 fait état de l'obligation de se plier aux exigences des consignes de navigabilité étrangères ou de tout autre avis équivalent délivrés par l'autorité de l'aviation civile étrangère qui a compétence sur la définition de type du produit aéronautique. »<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Transports Canada, *Règlement de l'aviation canadien*, Partie IV – Règles générales d'utilisation et de vol des aéronefs, Norme 625 Appendice H – Consignes de navigabilité, article 2.

Au cours de la dernière inspection annuelle et à la demande du propriétaire, le support moteur de l'aéronef en cause avait été inspecté conformément au bulletin de service 1103D, partie 1, par essai de fluorescence (FPI), malgré le fait que cette inspection n'était prévue qu'à 740 heures. L'inspection par END n'avait détecté aucune fissure. L'aéronef en cause a toujours été entretenu dans un centre de services autorisé de Piper.

Piper Aircraft, Inc. a publié un bulletin de service révisé, n° 1103E, le 5 juin 2014. Ce bulletin porte sur un nouveau support moteur de remplacement pour tous les aéronefs PA-46-350P et PA-46-350T et qui, une fois installé, élimine l'inspection récurrente aux 100 heures. En outre, l'inspection initiale pour tous les aéronefs Malibu Mirage et Matrix a été réduite à 200 heures, et l'inspection récurrente doit avoir lieu selon un intervalle qui ne dépasse pas 100 heures de service.

Le 14 juillet, la Federal Aviation Administration (FAA) a publié le bulletin spécial d'information de la navigabilité aérienne (SAIB) n° CE-09-13R1 pour aviser les propriétaires et exploitants privés d'un problème de navigabilité aérienne, en particulier de la possible fissuration du support moteur des modèles d'aéronefs Piper PA-46-310P, PA-46-350P, PA-46-350T et PA-46-500TP. Le SAIB souligne l'importance de la conformité aux bulletins de service de Piper n° 1103 et n° 1154. La FAA recommande d'inspecter le support moteur et de le remplacer par un nouveau si des fissures sont découvertes. À l'heure actuelle, le problème de navigabilité aérienne n'est pas considéré être une condition dangereuse qui justifierait la publication d'une consigne de navigabilité en vertu de la partie 39 du titre 14 du Code of Federal Regulations (14 CFR).

### *Rapports du Laboratoire du BST*

Le rapport du Laboratoire du BST suivant a été préparé et il est disponible sur demande :

- LP085/2014 - Examination of Engine Mount [Examen du support moteur]

## *Analyse*

Rien n'indique que la performance du pilote ait été un facteur dans cet événement. Les données extraites des cartes SD montrent que l'aéronef était exploité conformément aux lignes directrices de Piper.

Le fil des événements de cet accident indique une défaillance survenue au point d'attache du vérin de commande du train d'atterrissage avant au support moteur, ce qui a empêché la sortie complète du train vers l'avant, d'une part, et l'alignement complet du train/de la roue avant avec l'axe longitudinal de l'aéronef, d'autre part. Par conséquent, l'analyse portera principalement sur les composants de l'aéronef en cause dans cet événement, de même que sur les mesures d'atténuation prises par le fabricant de l'aéronef.

L'aéronef a toujours été entretenu dans un centre de services de Piper. Étant donné les antécédents de fissures dans les ferrures d'attache du vérin de commande du train avant au support moteur, le bulletin de service n° 1103D a été exécuté par mesure préventive au cours de la dernière inspection annuelle. L'aéronef n'avait accumulé que 35 heures de vol depuis cette inspection. L'enquête a déterminé que la fracture de la ferrure d'attache droite du vérin de commande était survenue principalement en raison d'une fissure de fatigue préexistante causée par la conception inadéquate du support moteur pour répondre aux exigences en matière de charges. Toutefois, on n'a pu déterminer si cette fissure était présente au moment de la dernière inspection annuelle.

Lorsque le pilote a commandé la sortie du train, il a observé une indication à 3 voyants verts dans le poste de pilotage, ce qui lui a fait croire que le train avant était sorti et verrouillé. Ignorant que cela n'était pas le cas, le pilote a poursuivi l'atterrissage, qui s'est soldé par une sortie de piste.

L'enquête a mené à la conclusion qu'une fissure peut se manifester avant le critère original d'inspection à 740 heures. Piper Aircraft, Inc. a publié le bulletin de service n° 1103E le 5 juin 2014 pour changer la période d'inspection à 200 heures. Ce bulletin de service comprenait également de nouveaux critères qui pourraient permettre de découvrir les fissures de fatigue. Au cas où l'on constaterait des fissures pendant l'inspection, la partie 2 du bulletin de service exige le remplacement du support moteur par un nouveau modèle renforcé, ce que recommande également la FAA dans son bulletin spécial d'information de la navigabilité aérienne n° CE-09-13R1 du 14 juillet 2014. Toutefois, si les exploitants privés au Canada ne sont pas tenus de se conformer aux exigences prescrites dans le bulletin de service n° 1103E, le risque que des fissures de fatigue ne soient pas détectées à temps pour prévenir un événement semblable persistera.

## *Faits établis*

### *Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs*

1. Le pilote a observé une indication de train sorti et verrouillé malgré le fait que le train avant se trouvait dans une position non sécuritaire. Ignorant que le train avant n'était pas complètement sorti et verrouillé, le pilote a poursuivi l'atterrissage, qui s'est soldé par une sortie de piste.
2. La ferrure d'attache droite du vérin de commande s'est fracturée principalement en raison d'une fissure de fatigue préexistante causée par la conception inadéquate du support moteur pour répondre aux exigences en matière de charges.
3. La défaillance de la ferrure d'attache du vérin de commande du train avant au support moteur a empêché le train d'atterrissage avant de sortir complètement vers l'avant, et la roue avant de s'aligner complètement avec l'axe longitudinal de l'aéronef. Par conséquent, l'aéronef a bifurqué vers la gauche au toucher du train avant sur la surface de la piste, ce qui a entraîné la sortie de piste.

### *Faits établis quant aux risques*

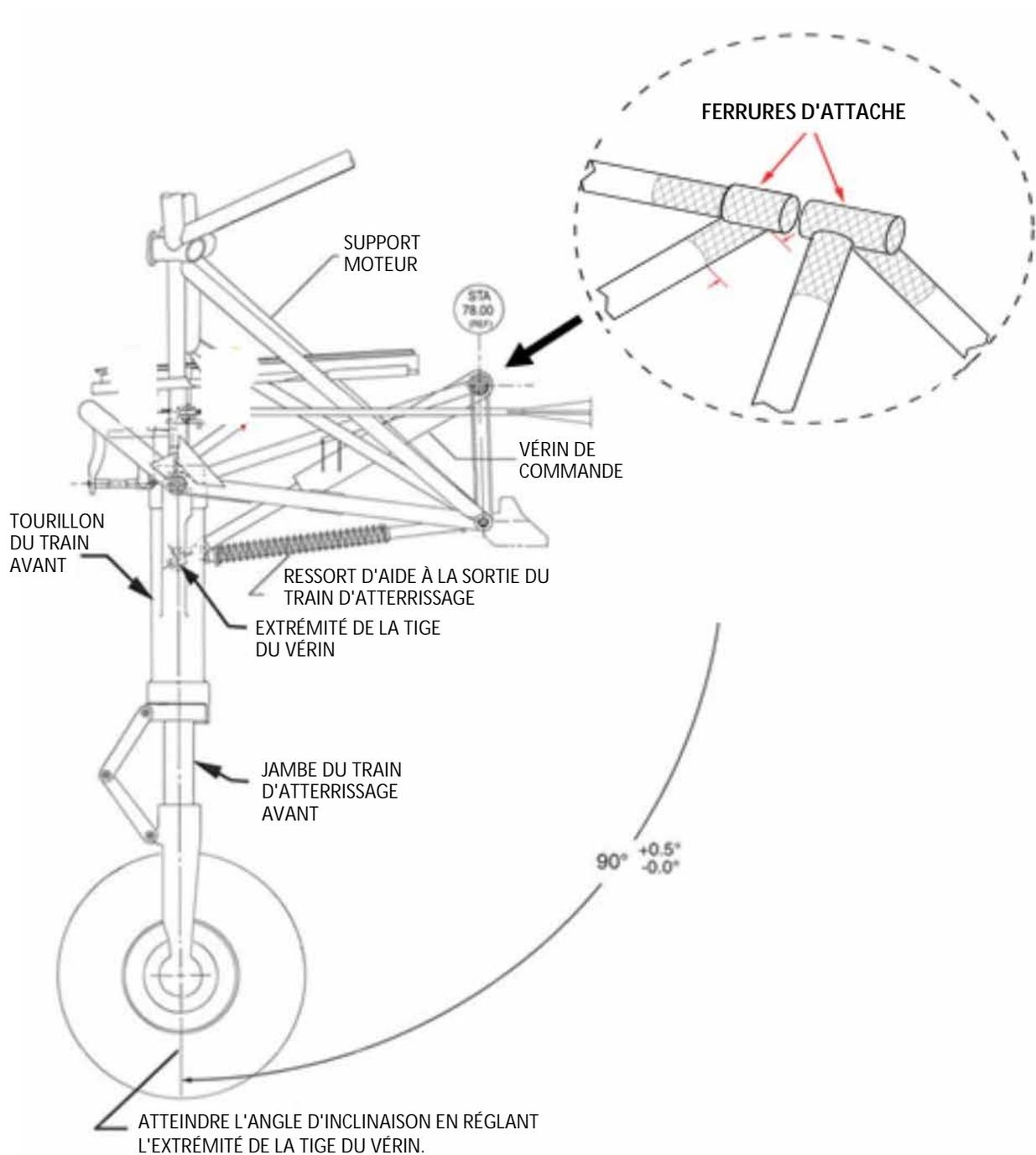
1. Si les exploitants privés au Canada ne sont pas tenus de se conformer aux exigences prescrites dans le bulletin de service n° 1103E, le risque que des fissures de fatigue ne soient pas détectées à temps pour prévenir un événement semblable persistera.

*Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 11 mars 2015. Il est paru officiellement le 26 mars 2015.*

*Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports ([www.bst-tsb.gc.ca](http://www.bst-tsb.gc.ca)) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les problèmes de sécurité dans les transports qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.*

## Annexes

### Annexe A - Support moteur/train d'atterrissage avant



Source : Piper Aircraft, Inc., Bulletin de service n° 1103E (5 juin 2014), avec traduction du BST.