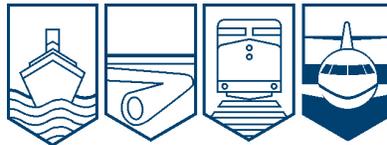


Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

## RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A10C0123



**PERTE DE PUISSANCE DE MOTEUR - ATTERISSAGE FORCÉ**

**DE L'AERO COMMANDER 500S N5800H  
À RANKIN INLET (NUNAVUT)  
LE 18 JUILLET 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 de moteur – Atterissage forcé

de l'Aero Commander 500S N5800H  
à Rankin Inlet (Nunavut)  
le 18 juillet 2010

Numéro du rapport A10C0123

### *Sommaire*

À environ 13 h 30, heure avancée du Centre, l'Aero Commander 500S privé (immatriculation N5800H, numéro de série 3082) décolle de la piste 31 de l'aéroport de Rankin Inlet au Nunavut. Il y a 2 pilotes et 1 passager à bord. Peu de temps après la rotation, les températures de la tête de cylindre augmentent et les 2 moteurs Lycoming TIO-540-E1B5 commencent à perdre de la puissance. Les pilotes tentent de retourner à l'aéroport, mais ne réussissent pas à maintenir l'altitude. Le train d'atterrissage est déployé, et un atterrissage forcé est effectué sur une partie plate de terrain à environ 1500 pieds au sud-ouest du seuil de la piste 13. Personne n'est blessé, mais l'aéronef est lourdement endommagé.

*This report is also available in English.*

## *Autres renseignements de base*

### *Déroulement du vol*

L'Aero Commander 500S a été acheté récemment. Le nouveau propriétaire de l'aéronef a retenu les services de 2 pilotes chevronnés pour transporter l'aéronef de Portland, en Oregon, aux États-Unis, à Berne, en Suisse. Après plusieurs vols de mises en place, l'aéronef est arrivé à Rankin Inlet pour un ravitaillement en carburant.

L'aéronef a été ravitaillé en carburant à partir de 2 barils de 45 gallons et devait poursuivre son vol vers Iqaluit, Nunavut. Le pilote commandant de bord occupait le siège de droite et le pilote aux commandes occupait le siège de gauche. L'aéronef était à sa masse maximale au décollage de 7000 livres. Avant le décollage, l'équipage a effectué un point fixe et tout semblait normal. Durant la course au décollage, les moteurs n'ont pas produit leur pleine puissance et l'équipage a décidé d'interrompre le décollage. Après être retourné sur l'aire de trafic, un deuxième point fixe a été effectué et, de nouveau, tout semblait normal. L'équipage a donc décidé de procéder au décollage.

### *Conditions météorologiques*

À 14 h,<sup>1</sup> les conditions météorologiques à Rankin Inlet étaient les suivantes : des vents du 180° vrais à 5 noeuds, une visibilité de 15 miles terrestres, des nuages épars à 27 000 pieds au-dessus du sol, une température de 17°C et un point de rosée à 8°C. Les conditions météorologiques ne sont pas en cause dans l'accident.

### *Renseignements sur l'équipage*

Le pilote commandant de bord détenait une licence de pilote de ligne des États-Unis et un certificat médical valide. Il avait accumulé un total de 23 100 heures de vol, y compris 40 heures sur l'Aero Commander 500S et 6100 heures sur un aéronef Commander semblable.

Le pilote aux commandes possédait une licence de pilote de ligne de type A émise par la Suisse en vertu des Codes communs de l'aviation (JAR), une licence de pilote professionnel de la FAA et un certificat médical valide. Il avait accumulé un total de 5400 heures de vol, y compris 13 heures sur l'Aero Commander 500S.

### *Renseignements sur l'aéronef*

L'Aero Commander 500S est un avion bimoteur approuvé pour les vols de jour et de nuit selon les règles de vol à vue et aux instruments. Il est équipé de 2 moteurs à piston Lycoming TIO-540-E1B5. On recommande d'utiliser le carburant d'aviation 100/130 ou 100LL.

---

<sup>1</sup> Les heures sont exprimées en heure avancée du Centre (temps universel coordonné moins 5 heures).

L'aéronef est muni de 5 réservoirs de carburant : 2 dans chaque aile et 1 au centre. Le carburant passe par les réservoirs des ailes vers le réservoir du centre, qui alimente les 2 moteurs. Dans certains autres avions bimoteurs, le carburant de chaque réservoir d'aile reste séparé et est utilisé respectivement par le moteur droit ou gauche, à moins que le circuit d'intercommunication soit choisi.

Selon les dossiers de maintenance, l'aéronef avait fait l'objet de modifications importantes, y compris l'installation de turbocompresseurs et de réservoirs de carburant à long rayon d'action. Les dossiers indiquaient que l'aéronef avait été maintenu conformément à la réglementation applicable. Selon le devis de masse et centrage, l'aéronef était dans les normes au moment de l'incident

### *Renseignements sur l'épave*

Quand l'aéronef s'est immobilisé à la suite de l'atterrissage forcé, le piston oléopneumatique du train d'atterrissage droit n'a pas résisté à la surcharge et l'aile droite s'est affaissée. L'aéronef s'est immobilisé à l'endroit et l'aile droite était abaissée (voir la photo 1). Les débris étaient repartis sur une distance d'environ 270 pieds. Les premiers intervenants arrivés sur la scène ont placé des toiles sous l'aile droite pour absorber le carburant qui s'échappait des conduites de mise à l'air libre de carburant.



**Photo 1.** Lieu de l'accident.

L'odeur de carburant sur le site n'était pas caractéristique du carburant d'aviation. Des échantillons de carburant ont été pris dans les réservoirs du centre et de droite. Le réservoir de gauche ne contenait que du carburant résiduel, et il a été impossible d'en prendre un échantillon. Le carburant des réservoirs du centre et de droite a été examiné sur place. Ce carburant et les filtres à carburant du moteur démontraient une texture grasseuse qui ne s'évaporait pas facilement. L'inspection des filtres à carburant de la cellule gauche et droite a révélé une accumulation de débris, dont la quantité n'a pas été jugée suffisante pour bloquer le flux de carburant. Une inspection de la crépine des régulateurs de carburant droite et gauche n'a révélé aucune accumulation de débris.

Les filtres à carburant ont été envoyés au laboratoire du BST à Ottawa à des fins d'analyse. Selon l'analyse, les débris ne provenaient pas du système d'alimentation en carburant. Une inspection visuelle, à travers les trous de bougies, de toutes les têtes de piston a révélé des signes d'érosion. Une inspection plus approfondie de la cellule et des moteurs n'a permis de repérer aucune anomalie antérieure à l'impact.

## *Émetteur de localisation d'urgence*

L'aéronef était équipé d'un émetteur de localisation d'urgence (ELT) AMERI-KING AK-451 406MHz, qui ne s'est pas activé au moment de l'impact. L'ELT a fait l'objet de tests en atelier dans des installations d'avionique et aucune anomalie n'a été détectée. L'ELT est muni d'un contacteur à inertie monoaxial, qui ne s'active que si la force de l'impact a presque la même orientation que celle de l'axe du contacteur à inertie.

## *Ravitaillement en carburant de l'aéronef*

Cinq jours avant leur arrivée à Rankin Inlet, l'équipage avait commandé 2 barils de 45 gallons d'AVGAS 100LL<sup>2</sup>. Après l'atterrissage à l'aéroport, le préposé à la manutention du carburant a reçu un avis lui demandant de livrer les barils d'AVGAS 100LL. Chaque baril de 45 gallons a été livré séparément par la même personne. Les 2 barils se ressemblaient (voir la photo 2). Le premier baril était identifié par une étiquette portant l'inscription 100LL AVGAS et les 2 bouchons de bonde étaient scellés par des sceaux de plastique (voir la photo 3). Le deuxième baril, ramassé par le préposé à la manutention du carburant, était à côté des barils scellés de 45 gallons d'AVGAS 100LL, qui se trouvaient sur une palette. Selon les photos prises durant le ravitaillement, le gros bouchon de bonde du deuxième baril de 45 gallons était usé et n'était pas couvert par un sceau de plastique (voir la photo 4)



**Photo 2.** Premier et deuxième barils de 45 gallons



**Photo 3.** Premier baril montrant les sceaux de plastique sur les bouchons de bonde

---

<sup>2</sup> AVGAS est l'acronyme d'**A**Viation **G**ASoline.

Les 2 pilotes n'avaient pas beaucoup d'expérience dans le ravitaillement des aéronefs à partir de barils de 45 gallons et ont tenu pour acquis que le carburant fourni était le bon pour ce genre d'appareil. Un exploitant aérien local leur a prêté une pompe à plateau oscillant Velcon et a montré aux pilotes comment l'installer et s'en servir sur le premier baril. Les pilotes ont vérifié le carburant dans le premier baril et croyaient qu'il s'agissait bien d'AVGAS 100LL. Ils ont alors utilisé le premier baril pour remplir les réservoirs du centre et de droite. Le deuxième baril de 45 gallons était également identifié par une étiquette d'AVGAS 100LL. Environ 30 gallons du deuxième baril de 45 gallons ont été utilisés pour remplir le réservoir de gauche et le reste du réservoir de droite. Les pilotes n'ont pas utilisé les sens de la vue, du toucher ou de l'odorat pour déterminer le type de carburant qui se trouvaient dans le deuxième baril.



**Photo 4.** Deuxième baril montrant les grands bouchons de bonde usés sans les sceaux de plastique. Au moment de la livraison, le sceau se trouvait sur le petit bouchon de bonde.

### *Manutention et approvisionnement du carburant*

La disponibilité de carburant et les procédures de ravitaillement à suivre peuvent varier de façon importante entre les grands aéroports et les petits aéroports éloignés du Nord. Dans les grands aéroports, le carburant est normalement tiré de camions-citernes et le ravitaillement est effectué par le préposé à la manutention du carburant. Le pilote se fie à ce dernier pour utiliser la bonne qualité de carburant. Dans les plus petits aéroports éloignés, certains carburants ne sont disponibles que dans les barils de 45 gallons et le pilote doit effectuer le ravitaillement lui-même, comme dans le cas présent. Le pilote est responsable de déterminer le type de carburant qui lui est fourni. Une entreprise qui fournit le carburant d'aviation pour les aéronefs civils est responsable de la qualité et des spécifications de ses produits jusqu'au point de livraison.

Le fournisseur local commande le carburant et exploite et maintient les installations d'entreposage. Il n'y a pas de camions-citernes d'AVGAS à l'aéroport de Rankin Inlet. L'AVGAS est livré, par le préposé à la manutention, en barils de 45 gallons qui proviennent des installations d'entreposage locales. Le préposé organise la livraison des barils à l'aéroport, mais ne participe pas au ravitaillement des aéronefs.

Les installations d'entreposage du carburant comprennent plusieurs réservoirs d'entreposage qui contiennent du carburéacteur, du diesel et de l'essence pour automobile. On y entrepose également de l'AVGAS 100LL en barils de 45 gallons. Les barils sont livrés en groupe de 4 qui sont déposés sur une palette en bois et sont retenus ensemble par des courroies en métal. Chaque baril est identifié comme AVGAS 100LL et comporte un gros et un petit bouchon de bonde. Les bouchons sont scellés à l'aide d'un bouchon de plastique blanc et d'une petite courroie d'aluminium.

Au moment de l'accident, l'entrepôt de carburant était en rénovation. On nettoyait les vieux réservoirs de carburant et on construisait de nouveaux réservoirs. On utilisait les barils de 45 gallons d'AVGAS 100LL vides pour entreposer le carburant résiduel des conduits des vieux réservoirs ainsi que des solvants souillés, aussi appelés des produits hors spécification. Après que les barils aient été remplis de ces solvants souillés, ils ont été identifiés avec la marque AVGAZ<sup>3</sup> à l'aide d'un crayon de soudeur et ont été entreposés à environ 200 pieds des barils de 45 gallons d'AVGAS 100LL scellés et montés sur les palettes. Le deuxième baril de 45 gallons utilisé pour ravitailler l'aéronef accidenté affichait une marque AVGAZ presque effacée ainsi que la marque originale 100LL AVGAS. Le baril se trouvait près des barils scellés d'AVGAS 100LL.

### *AVGAS contaminé par du carburéacteur*

L'AVGAS est un carburant plus volatil que le carburéacteur. L'AVGAS n'est pas aussi dense, a un point d'inflammabilité bas et brûle à des températures plus basses, comparativement au carburéacteur, qui a un point d'inflammabilité plus élevé et brûle à des températures plus élevées. Le moteur à essence à piston utilise la combustion pour produire la puissance du moteur. La combustion est maintenue à un taux constant et, lorsque la synchronisation est ajustée correctement, elle permet au moteur d'utiliser le plein potentiel énergétique du carburant. Lorsque l'AVGAS est contaminé avec du carburéacteur, la chaleur produite par la combustion de l'AVGAS durant la mise à feu allume le carburéacteur qui se trouve dans le mélange. La température d'allumage plus élevée et la compression connexe font en sorte que la température et la pression critiques dans la chambre à combustion atteignent une limite où la détonation se produit. La détonation est une série d'explosions qui dispersent leur énergie très rapidement. La détonation peut se produire avant que le piston atteigne le point mort haut (PMH), ce qui crée une force en sens contraire sur le piston. Une fois le PMH atteint, la détonation qui se poursuit ne permet pas au piston d'utiliser le plein potentiel énergétique du carburant.

La détonation peut également produire un préallumage, soit l'allumage du mélange air/carburant avant l'étincelle de la bougie d'allumage. Le préallumage peut être causé par des points chauds, une bougie surchauffée et des dépôts de carbone surchauffés, qui peuvent être le résultat de cycles de combustion précédents du moteur. Des détonations excessives peuvent occasionner une érosion des têtes de pistons.

### *Analyse du carburant*

Après l'accident, les services d'incendies locaux et la Gendarmerie royale du Canada ont mis en lieu sûr les barils de 45 gallons qui avaient servi à ravitailler l'aéronef accidenté. Une inspection du premier baril n'a révélé aucune anomalie du carburant. Le carburant était bleu, et son odeur était celle de l'AVGAS 100LL. Une inspection du deuxième baril de 45 gallons a révélé que la texture, l'odeur et la couleur du carburant n'étaient pas caractéristiques de l'AVGAS 100LL. Le fond du baril contenait une quantité importante de débris.

---

<sup>3</sup> L'équivalent français d'AVGAS.

Des échantillons ont été prélevés dans le deuxième baril de 45 gallons, le réservoir du centre et le réservoir droit de l'appareil avant d'être envoyés à un laboratoire à des fins d'analyse. Voici les résultats de l'analyse des échantillons :

- L'échantillon du deuxième baril de 45 gallons n'était pas conforme aux spécifications de l'AVGAS. Il semblait avoir été contaminé avec un carburant plus lourd, probablement du diesel ou du carburéacteur;
- L'échantillon du réservoir du centre n'était pas conforme aux spécifications de l'AVGAS. Il semblait avoir été contaminé à hauteur de 30 à 40 % avec un carburant plus lourd, comme du diesel ou du carburéacteur;
- L'échantillon du réservoir de droite n'était pas conforme aux spécifications de l'AVGAS. Il semblait avoir été contaminé à hauteur de 20 à 30 % avec un carburant plus lourd, comme du diesel ou du carburéacteur.

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

*LP117/2010 – Examination of Fuel Filters & Fuel Analysis Review.*

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

## *Analyse*

Les 2 barils de 45 gallons se ressemblaient et étaient identifiés de la marque 100LL AVGAS. Le deuxième baril de 45 gallons avait été placé près des nouveaux barils de 45 gallons d'AVGAS 100LL; le préposé à la manutention de carburant a probablement cru qu'il s'agissait d'un nouveau baril d'AVGAS 100LL scellé et l'a livré à l'avion. Il n'a pas été possible de déterminer comment ce baril avait pu être placé aussi près des barils de 45 gallons d'AVGAS 100LL scellés.

Les pilotes n'avaient pas de l'expérience dans le ravitaillement des aéronefs à partir de barils de 45 gallons. Ils ont vérifié le carburant contenu dans le premier baril et ont déterminé qu'il s'agissait du 100LL (le bon carburant). Ils ont alors pris pour acquis que le deuxième baril contenait également de l'AVGAS 100LL et l'ont utilisé pour ravitailler l'appareil.

Le système d'alimentation est conçu de façon à ce que le carburant contenu dans les 2 réservoirs des ailes se mélange au centre; par conséquent, du carburant contaminé a alimenté les 2 moteurs. Le point fixe a été fait à un réglage de puissance inférieur et à un réglage de haute puissance limité. Par conséquent, les températures et les pressions critiques du moteur n'ont pas été atteintes et aucune anomalie n'a pu être détectée. Durant le roulement au décollage, une plus grande puissance du moteur a été utilisée pour une période de temps plus longue, ce qui a permis aux températures d'augmenter. Cette hausse de température a entraîné la détonation de l'AVGAS contaminé et la perte de puissance des moteurs. Après avoir interrompu le décollage, les pilotes sont retournés sur l'aire de trafic, permettant ainsi aux moteurs de se refroidir. Le deuxième point fixe a donc été satisfaisant et les pilotes ont décidé de procéder au deuxième décollage. L'utilisation de la puissance de décollage durant le roulement au décollage et après la rotation a entraîné une augmentation de la température des têtes de cylindre et, en conséquence, une perte de puissance des 2 moteurs. L'appareil n'a donc pas pu conserver son altitude après le décollage.

Après que l'avion s'est immobilisé suivant l'atterrissage forcé, l'aile droite était dans une position plus basse que l'aile gauche. Le carburant du réservoir de l'aile gauche a commencé à couler vers le centre, puis vers l'aile droite et à s'écouler par les conduites de mises à l'air libre, ce qui a causé la baisse de carburant dans le réservoir gauche.

Les débris accumulés trouvés dans les filtres à carburant de la partie droite et gauche de la cellule sont probablement venus du deuxième baril de 45 gallons. Il est peu probable que l'accumulation de débris sur les filtres à carburant ait contribué à la perte de puissance des moteurs.

Il a été déterminé que les angles de la force d'impact étaient très différents de ceux de l'orientation du contacteur à inertie monoaxial. Par conséquent, l'ELT ne s'est pas déclenché au moment de l'impact

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

1. À l'entrepôt de carburant, le baril de 45 gallons contenant les solvants souillés se trouvait près des barils de 45 gallons d'AVGAS 100LL, ce qui a contribué au fait que le préposé à la manutention de carburant a sélectionné, par erreur, le baril contenant les solvants souillés.
2. Le baril de 45 gallons contenant les solvants souillés était marqué de façon semblable aux barils de 45 gallons d'AVGAS 100LL, ce qui a empêché l'identification facile du baril contenant le carburant contaminé.
3. Le préposé à la manutention de carburant n'a pas remarqué que le gros bouchon de bonde du deuxième baril de 45 gallons n'était pas scellé et, par conséquent, a livré le baril contenant les solvants souillés à l'avion.
4. Les pilotes n'ont pas remarqué que le gros bouchon de bonde du deuxième baril de 45 gallons n'était pas scellé et, par conséquent, ont ravitaillé l'avion avec du carburant contaminé.
5. Les pilotes n'avaient pas d'expérience dans le ravitaillement des aéronefs à partir de barils de 45 gallons et n'ont pas pris les mesures nécessaires pour s'assurer que le deuxième baril contenait le bon carburant. Par conséquent, des solvants souillés plutôt que l'AVGAS 100LL ont été introduits dans le système d'alimentation de carburant de l'avion.
6. Le système d'alimentation de carburant est conçu de telle façon que le carburant des 2 réservoirs d'ailes s'est mélangé dans le réservoir du centre et a alimenté les 2 moteurs.
7. Le carburant contaminé a causé la perte de puissance des 2 moteurs, et l'aéronef a été incapable de maintenir son altitude après le décollage.

### *Fait établi quant aux risques*

1. Les angles de la force d'impact étaient très différents de ceux de l'orientation du contacteur à inertie monoaxial de l'ELT. Par conséquent, l'ELT ne s'est pas déclenché au moment de l'impact, ce qui aurait pu retarder l'avis envoyé aux services de recherche et de sauvetage.

## *Mesures de sécurité prises*

Le fournisseur a isolé les barils de 45 gallons d'AVGAS 100LL scellés des barils de solvants souillés, et a placé ces derniers à l'extrémité opposée de l'entrepôt de carburant.

Les rénovations aux installations d'entreposage sont terminées, et les installations comportent maintenant des secteurs d'entreposage désignés : les barils de solvant souillés sont séparés des barils d'AVGAS. On s'est depuis débarrassé de la majorité des barils de 45 gallons de solvants souillés. Pour ce qui reste et à l'avenir, les solvants souillés seront déversés dans un grand réservoir de 100 000 litres.

En vue de prendre connaissance des procédures de ravitaillement des aéronefs à partir de barils, les pilotes ont passé en revue la publication sur la sécurité TP 2228E-13 (Savoir se servir des barils de carburant) de Transports Canada.

*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 6 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](http://www.bst-tsb.gc.ca)). Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.*