



Bureau de la sécurité  
des transports  
du Canada

Transportation  
Safety Board  
of Canada

# RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A15O0188



## **Collision avec le relief**

Cessna 182H, C-GKNZ

Aéroport municipal de la région de Parry Sound  
(Ontario)

9 novembre 2015

Canada 

Bureau de la sécurité des transports du Canada  
Place du Centre  
200, promenade du Portage, 4<sup>e</sup> étage  
Gatineau QC K1A 1K8  
819-994-3741  
1-800-387-3557  
[www.bst.gc.ca](http://www.bst.gc.ca)  
[communications@bst-tsb.gc.ca](mailto:communications@bst-tsb.gc.ca)

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par  
le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2017

Rapport d'enquête aéronautique A1500188

No de cat. TU3-5/15-0188F-PDF  
ISBN 978-0-660-08967-6

Le présent rapport se trouve sur le site Web  
du Bureau de la sécurité des transports du Canada  
à l'adresse [www.bst.gc.ca](http://www.bst.gc.ca)

*This report is also available in English.*

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le 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 A15O0188

### **Collision avec le relief**

Cessna 182H, C-GKNZ

Aéroport municipal de la région de Parry Sound  
(Ontario)

9 novembre 2015

### *Résumé*

Le 9 novembre 2015, un aéronef Cessna 182H privé (immatriculé C-GKNZ et portant le numéro de série 182-56161) a décollé de l'aéroport municipal de la région de Parry Sound (Ontario) à 19 h 17, heure normale de l'Est, avec un pilote et un passager à son bord, pour effectuer un vol de nuit selon les règles de vol à vue en direction de l'aéroport de Tillsonburg (Ontario). Immédiatement après le décollage, l'aéronef a amorcé un virage vers la droite en montée qui a produit un changement de cap d'environ 90°, puis a poursuivi le virage sur 180° de plus en descente avant d'entrer en collision avec le relief. L'aéronef a fauché des arbres en piqué avec un angle élevé d'inclinaison vers la droite avant de percuter le sol sur une pente descendante rocheuse. Les 2 occupants ont été mortellement blessés et un feu qui s'est déclaré après la collision a détruit la plus grande partie de l'aéronef. L'aéronef était doté d'une radiobalise de repérage d'urgence qui n'a pas été activée par les forces d'impact. L'accident est survenu pendant les heures d'obscurité.

*This report is also available in English.*



## *Renseignements de base*

### *Déroulement du vol*

Le 9 novembre 2015, le pilote et sa conjointe rentraient chez eux dans un Cessna 182H (immatriculé C-GKNZ) après une fin de semaine dans leur chalet, situé à proximité de Parry Sound (Ontario).

Au cours de l'été précédent, le couple s'était souvent rendu à son chalet au moyen de cet aéronef, qui était alors équipé de flotteurs réguliers<sup>1</sup>. Deux semaines avant l'accident, les flotteurs avaient été retirés et l'aéronef avait été reconfiguré en avion terrestre. Lorsque l'aéronef se trouvait dans cette configuration, l'aéroport municipal de la région de Parry Sound (CNK4) (Ontario) était utilisé pour les trajets.

Ce jour-là, l'aéronef a quitté l'aéroport CNK4 à 19 h 17, heure normale de l'Est, pour un vol à destination de l'aéroport de Tillsonburg (Ontario) selon les règles de vol à vue la nuit. Le pilote n'avait pas déposé un plan de vol avant le vol, et il n'existe aucun dossier indiquant qu'il avait demandé un exposé météorologique à NAV CANADA.

Les données extraites d'un système mondial de positionnement pour navigation satellite (GPS) portatif embarqué ont montré que l'aéronef s'était positionné sur la piste 35 avant de décoller de la piste 17. L'aéronef a décollé peu avant d'atteindre la moitié de la piste, à 19 h 25 min 15 s<sup>2</sup>.

Aussitôt après son décollage, l'aéronef a amorcé un virage vers la droite en montée qui a conduit à un changement de cap d'environ 90°. À 19 h 26 min 2 s, l'aéronef a amorcé une descente tout en poursuivant le virage vers la droite sur 180° de plus. À 19 h 26 min 5 s, le GPS a cessé d'enregistrer et, peu de temps après, l'aéronef est entré en collision avec le relief (figure 1). L'aéronef a fauché des arbres en piqué avec un angle élevé d'inclinaison vers la droite avant de percuter le sol sur une pente descendante rocheuse.

---

<sup>1</sup> Les flotteurs réguliers, qui ne sont pas dotés de roues, ne sont conçus que pour l'amerrissage sur des plans d'eau ou le décollage sur ce type de surface.

<sup>2</sup> Les heures sont exprimées en heure normale de l'Est (temps universel coordonné moins 5 heures).

Figure 1. Trajectoire de vol déduite des données extraites du GPS (Source : Google Earth, avec annotations du BST)



D'intenses forces d'impact et un feu qui s'est déclaré après la collision ont détruit l'aéronef. Les parties de l'épave que le feu n'a pas consumées ont été examinées. L'examen n'a révélé aucune défaillance ni aucun mauvais fonctionnement de système ayant précédé la collision qui aurait contribué à l'accident.

### *Conditions météorologiques*

Le service d'observation météorologique le plus proche de l'aéroport CNK4 est le système automatisé d'observations météorologiques situé à l'aéroport de Muskoka (Ontario), à environ 39 milles terrestres (sm) vers le sud-est. Le message d'observation météorologique régulière d'aérodrome (METAR) émis à 19 h signalait des vents du 120° vrai à 2 nœuds, une température et un point de condensation de  $-5^{\circ}\text{C}$  et une visibilité de 9 sm. Ce METAR correspondait aux conditions météorologiques observées à l'aéroport CNK4 à ce moment.

## *Indices visuels à proximité de l'aéroport de départ*

L'accident est survenu dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC) sous un ciel dégagé. Comme le crépuscule civil<sup>3</sup> finissait à 17 h 27<sup>4</sup>, le vol avait commencé à la noirceur.

À proximité de l'aéroport CNK4, les pilotes peuvent utiliser le balisage lumineux, l'éclairage artificiel et la lumière ambiante comme indices visuels au cours des vols de nuit.

À l'aéroport CNK4, le balisage lumineux est constitué de feux de seuil et de fin de piste ainsi que de feux de bord de piste d'intensité moyenne. Le phare et tous les feux de l'aéroport sont commandés par un dispositif de balisage lumineux d'aérodrome télécommandé (ARCAL) de type J<sup>5</sup>.

CNK4 est un aéroport non contrôlé, sans services de circulation aérienne. Les transmissions sur la fréquence de l'aéroport ne sont pas enregistrées; cependant, l'enquête a déterminé que les feux de l'aéroport étaient probablement allumés lorsque le pilote a amorcé le décollage.

Le pilote pouvait s'attendre à voir le sud de l'aéroport éclairé par un peu de lumière artificielle (par exemple, provenant des chalets et de la circulation sur l'autoroute 400), mais la zone à l'ouest de l'autoroute 400, qui est la direction vers laquelle l'aéronef avait viré après le décollage, présentait un éclairage artificiel limité (figure 2).

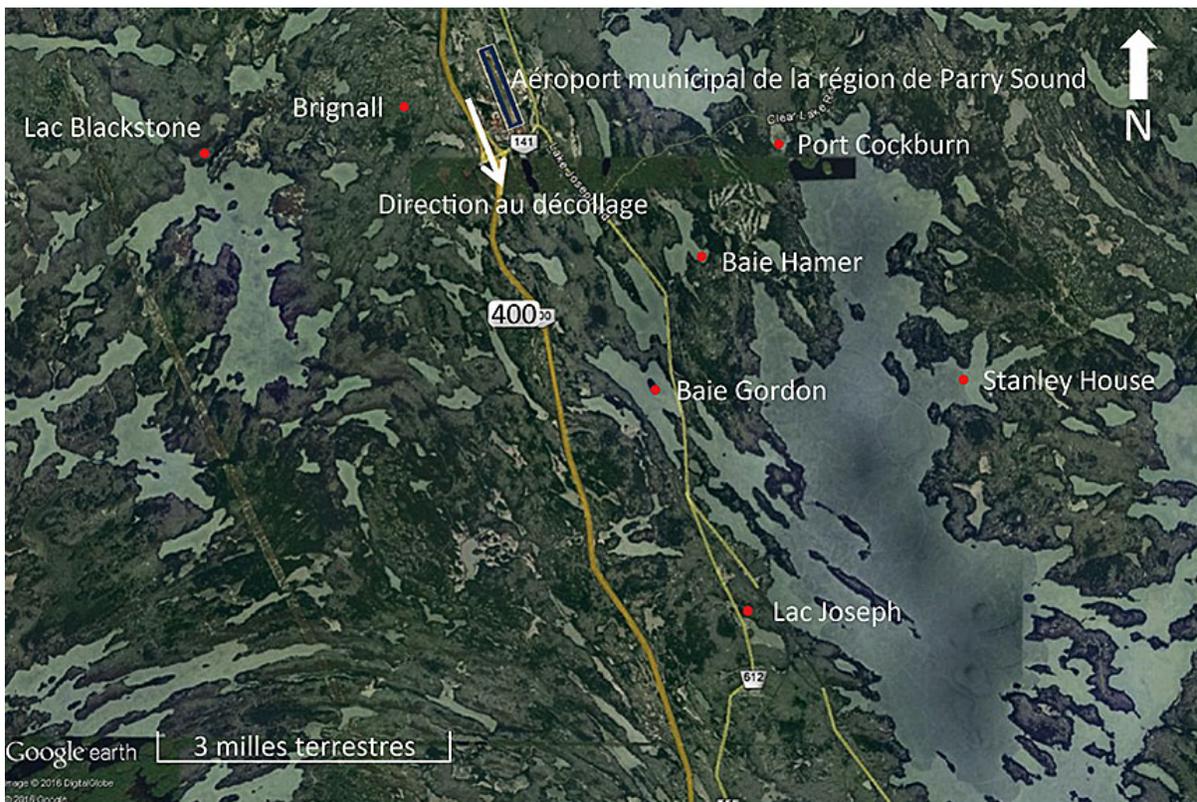
---

<sup>3</sup> En tenant compte des méridiens de référence des fuseaux horaires, période de la journée qui commence au coucher du soleil et se termine au moment défini par l'Institut des étalons nationaux de mesure du Conseil national de recherches du Canada. **Remarque** : Le crépuscule civil finit lorsque le centre du disque solaire est à 6 degrés au-dessous de l'horizon. Source : Transports Canada, Circulaire d'information (CI) n° 100-001 : Glossaire à l'intention des pilotes et du personnel des services de la circulation aérienne (5 juin 2016).

<sup>4</sup> Calculée au moyen de la Calculatrice des lever et coucher du Soleil du Conseil national de recherches du Canada (<http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/services/levers/avancees.html>) (dernière utilisation le 6 juillet 2017).

<sup>5</sup> Les dispositifs ARCAL de type J exigent que les pilotes appuient 5 fois sur le bouton de transmission du microphone en 5 secondes ou moins pour maintenir allumé tout l'éclairage de l'aéroport pendant environ 15 minutes.

Figure 2. Aéroport de départ et environs (Source : Google Earth avec annotations du BST)



La lumière ambiante produite par le dernier croissant de lune au cours de sa phase décroissante (représentant moins de 4 % de son disque visible) devait être faible<sup>6</sup>. La nouvelle lune a eu lieu le 11 novembre 2015, 2 jours après l'événement. D'autres pilotes qui étaient en vol à proximité de l'aéroport CNK4 ce soir-là ont indiqué que l'horizon n'était pas visible vers l'ouest.

### *Formation et expérience du pilote*

Le pilote avait obtenu une licence de pilote privé à la fin de 2013, et une qualification de vol de nuit environ 18 mois avant l'accident. Son certificat médical d'aviation de catégorie 3 était valide au moment de l'événement. Selon l'enquête, rien n'indique que des facteurs physiologiques aient pu nuire au rendement du pilote.

Le pilote a acheté l'aéronef associé à l'événement au cours de l'été 2015 et l'a utilisé sur des flotteurs jusqu'à leur remplacement par des roues 2 semaines avant l'accident.

<sup>6</sup> U.S. Naval Observatory, Astronomical Applications Department, *Complete Sun and Moon Data for One Day* ([http://aa.usno.navy.mil/data/docs/RS\\_OneDay.php](http://aa.usno.navy.mil/data/docs/RS_OneDay.php)) (dernière consultation le 6 juillet 2017).

Le carnet de bord du pilote a été détruit au cours de l'événement; cependant, la fin récente de sa formation en vue de l'obtention d'une licence de pilote privé et les heures de vol consignées dans le livret d'aéronef suggèrent une expérience de vol globale inférieure à 220 heures. L'enquête n'a pas permis de déterminer les nombres totaux d'heures de vol de nuit et aux instruments du pilote, mais comme les règlements interdisent de se poser sur un plan d'eau ou d'en décoller la nuit, il est improbable que le pilote ait fait des vols de nuit avec l'aéronef mise en cause dans l'événement lorsque ce dernier était doté de flotteurs. De plus, le pilote n'avait pas de qualification de vol aux instruments, et il n'a pas été possible de déterminer s'il avait suivi une formation récente à cet effet.

### *Renseignements sur l'aéronef*

Le Cessna 182H (immatriculé C-GKNZ et portant le numéro de série 182-56161) a été construit en 1965. Les dossiers indiquent qu'il était homologué, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur.

L'aéronef associé à l'accident avait fait l'objet de plusieurs modifications en vertu de certificats de type supplémentaire (CTS) depuis sa date de construction, dont l'ajout des dispositifs suivants :

- Trousse de flotteurs SA03-36 de Seaplanes West Inc.
- Prolongements d'ailes SA93-136 d'Air Research Technology Inc.
- Bec de voilure basculant SA4303WE Sportsman de Stene Aviation
- Trousse de générateur de tourbillons SA00834SE de Micro AeroDynamics Inc.

Après l'installation de la trousse de flotteurs SA03-36 de Seaplanes West Inc., l'aéronef associé à l'accident avait été homologué pour fonctionner comme un avion terrestre ou un hydravion. Deux amendements indépendants de devis de masse et centrage, respectivement identifiés par les numéros 4 (avion terrestre) et 4A (hydravion), étaient disponibles. Il y a une inscription dans le livret technique de l'aéronef, datée du 15 octobre 2015, selon laquelle l'aéronef avait été reconfiguré en avion terrestre, mais aucune inscription n'indique que le nouvel amendement de masse et de centrage à utiliser par la suite portait le numéro 4.

L'enquête n'a pas permis de déterminer si le pilote a calculé la masse au décollage et le centre de gravité de l'aéronef avant le vol qui a entraîné l'accident. Le BST a calculé la masse et le centrage après l'événement au moyen des poids standard des passagers, de la quantité maximale de carburant et de l'estimation des poids des bagages. Il a été conclu que le centre de gravité et la masse au décollage de l'aéronef se trouvaient dans les limites permises.

### *Radiobalise de repérage d'urgence*

L'aéronef était doté d'une radiobalise de repérage d'urgence (ELT) à 406 mégahertz (MHz) d'Artex Aircraft Supplies (modèle ME406 portant le numéro de série 15982). L'axe longitudinal de l'ELT et celui de l'aéronef étaient alignés. Lorsque les enquêteurs du BST ont extrait l'ELT de l'épave, son boîtier extérieur avait subi des brûlures importantes et avait partiellement fondu sous l'effet de l'incendie qui a suivi la collision. L'ELT ne s'est pas activée pendant la séquence d'écrasement.

L'ELT était dotée d'un sélecteur de commande à 2 positions, ON et ARM; le sélecteur a été trouvé dans la position ARM. Dans cette position, l'ELT est automatiquement activée lorsque les forces d'impact sont suffisamment intenses pour déclencher un interrupteur à inertie situé dans son boîtier. Le déclenchement manuel a lieu lorsque le sélecteur de commande est placé sur la position ON.

Au cours de cet événement, les forces d'impact ont été intenses, et l'aéronef a été détruit. En général, lors d'une collision de cette nature, l'interrupteur à inertie interne active l'ELT. Cependant, le modèle d'ELT en question est doté d'un interrupteur à inertie monoaxial aligné sur l'axe de l'ELT. Si les forces d'impact sont suffisantes pour activer l'ELT, mais sont insuffisantes le long de cet axe, il est possible que l'activation n'ait pas lieu.

L'ELT a été extraite de l'épave et a été envoyée au laboratoire du BST pour un examen plus poussé, qui a permis de déterminer que l'ELT fonctionnait conformément à sa spécification. Ce qui suit a été observé :

- Les composants internes de l'ELT n'étaient pas endommagés.
- Les piles étaient complètement chargées (leur tension était suffisante pour alimenter le dispositif d'activation).
- Les spécifications de transmission aux fréquences de 121,5 MHz et de 406 MHz étaient respectées.
- Les paramètres d'activation de l'interrupteur à inertie interne étaient respectés.

De nombreuses enquêtes du BST<sup>7</sup> ont permis de déterminer que les interrupteurs à inertie monoaxiaux pouvaient, dans certaines conditions, ne pas activer l'ELT et, par conséquent, retarder les recherches et l'application des mesures de sauvetage.

### *Multiplés certificats de type supplémentaire (CTS)*

Les organismes de réglementation approuvent les CTS individuels après que des essais ont été réalisés sur un aéronef sans autre modification. Par conséquent, la plupart des CTS émis par Transports Canada (TC) comportent un énoncé de compatibilité qui stipule en partie : « Conditions : [...] avant de procéder à cette modification, l'installateur doit s'assurer que les relations entre le travail devant être effectué et les modifications déjà incorporées ne remettront nullement en cause l'état de navigabilité du produit ainsi modifié. »

La Federal Aviation Administration a récemment publié la circulaire d'information 20-188, « *Compatibility of Changes to Type Design Installed on Aircraft.* » Ce document contient des conseils techniques destinés aux installateurs, qui les aideront à déterminer la compatibilité

---

<sup>7</sup> Ces enquêtes ont donné lieu, entre autres, aux rapports d'enquête aéronautique A10C0123, A10C0060, A09W0021, A08C0233 et A07O0190 du BST.

de modifications approuvées de définition de type avec des modifications préalablement approuvées de cette nature déjà apportées à un aéronef<sup>8</sup>.

Les effets aérodynamiques combinés de l'installation de dispositifs correspondant à de multiples CTS sur un seul aéronef sont inconnus et ne sont généralement pas vérifiés par le titulaire de ces CTS. Dans le rapport A13P0278 du BST, qui concernait un hydravion dont le pilote avait perdu la maîtrise et qui était entré en collision avec le relief, le BST a fait part de ses préoccupations concernant les effets de l'évaluation de multiples CTS sur la sécurité, et a notamment indiqué ce qui suit :

Au Canada, on confie l'entretien de la plupart des aéronefs légers, y compris ceux qui sont exploités à des fins commerciales, à des organismes de maintenance agréés plus modestes qui n'ont qu'une capacité limitée de réalisation d'essais aérodynamiques ou d'évaluations techniques. Il s'ensuit que l'homologation de la compatibilité et de l'interaction entre plusieurs CTS est souvent accordée au terme d'une évaluation limitée seulement.

Par conséquent, le Bureau est préoccupé par le fait que si plusieurs CTS sont installés sans ligne directrice appropriée sur la façon d'évaluer et de documenter leurs effets sur la manœuvrabilité des aéronefs, les pilotes pourraient perdre la maîtrise de ces aéronefs parce qu'ils ignorent leurs caractéristiques de performance<sup>9</sup>.

Cependant, l'enquête n'a rien révélé permettant de croire que la compatibilité des modifications avait eu des effets sur le vol à l'étude.

### *Désorientation spatiale*

Le *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* (AIM de TC) décrit les risques de désorientation : Il indique que la vue est le sens d'orientation le plus puissant et souligne qu'il est impossible de s'y fier au milieu de nuages ou dans des conditions de voile blanc, ce qui augmente la probabilité de désorientation. Il stipule :

Par exemple, une fois qu'un virage est stabilisé, la sensation d'être en virage disparaît. Par conséquent, lorsqu'un pilote sort d'un virage, il peut avoir l'impression d'amorcer un virage en sens contraire et amorcer un autre virage involontairement, voire entraîner l'avion dans une vrille<sup>10</sup>.

<sup>8</sup> Federal Aviation Administration (FAA), circulaire d'information 20-188 : *Compatibility of Changes to Type Design Installed on Aircraft*, à l'adresse [https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory\\_Circular/AC\\_20-188.pdf](https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_20-188.pdf) (dernière consultation le 23 juin 2017).

<sup>9</sup> Rapport d'enquête aéronautique A13P0278 du BST

<sup>10</sup> Transports Canada, *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* (TP 14371F), section AIR 3.7 (30 mars 2017).

Bien que les conditions mentionnées soient nuageuses ou de voile blanc, un manque semblable d'indices visuels externes et la désorientation résultante peuvent survenir dans des zones de noirceur.

Les vols de nuit comportent de nombreux risques à cause du manque d'indices visuels, particulièrement au décollage et à l'atterrissage. La nuit, un nombre limité ou l'absence de repères visuels peut mener à diverses illusions qui causent une désorientation spatiale à cause de l'absence d'un horizon visible. Le vol de nuit vers une surface uniforme (par exemple, un plan d'eau ou un terrain boisé), au-dessus d'elle ou à partir d'elle – appelé vol dans des conditions de trou noir – est particulièrement difficile.

## *Vol de nuit*

### *Qualification et exigences réglementaires*

La norme 421.42 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) présente les exigences relatives à l'obtention d'une qualification de vol de nuit par un titulaire de licence de pilote privé. L'expérience requise est de 10 heures de vol de nuit (5 heures en double commande et 5 heures en solo) et de 10 heures de vol aux instruments en double commande. De plus, le demandeur doit effectuer avec succès un vol de qualification avec un inspecteur de TC ou un instructeur de vol qualifié et faire preuve du niveau de compétences précisé dans le *Guide de l'instructeur de vol – Avion* (TP 975).

Le paragraphe 401.05 du RAC établit la mise à jour des connaissances nécessaires pour exercer les avantages des licences et des qualifications d'équipage de conduite. En ce qui concerne les règles de vol à vue (VFR) pendant la nuit, la seule limitation spécifiée est l'exécution de 5 décollages et atterrissages de nuit par le pilote au cours des 6 derniers mois, si des passagers sont transportés. Il n'a pas été possible de déterminer si le pilote avait satisfait à cette exigence. Il n'existe aucune exigence pour les pilotes de s'exercer à voler aux instruments ou selon les règles de vol à vue pendant la nuit pour conserver les compétences correspondantes.

### *Formation*

Le *Guide de l'instructeur de vol – Avion* comporte un chapitre sur le vol de nuit. En ce qui concerne le décollage, le guide souligne que « Les repères visuels différents pendant le décollage et l'absence de repères pendant la montée initiale imposent des exigences spéciales sur le pilote pendant les décollages de nuit<sup>11</sup>. »

Le guide présente les connaissances essentielles que les instructeurs devraient transmettre au cours de la formation en vue de l'obtention d'une qualification de vol de nuit :

- Expliquer qu'il est parfois nécessaire de se guider aux instruments après le décollage.

---

<sup>11</sup> Transports Canada, TP 975, *Guide de l'instructeur de vol – Avion* (2004), p. 188.

- Expliquer l'importance de maintenir un taux de montée positif après le décollage.
- Expliquer l'illusion de l'accélération linéaire (illusion de cabrage) et l'illusion de trou noir.
- Expliquer qu'il ne faut jamais faire de virages au-dessous d'une altitude de sécurité<sup>12</sup>.

### *Repères visuels à la surface*

Le principe qui régit le vol à vue est l'utilisation d'indices visuels (par exemple, l'horizon visible, des repères au sol) situés hors de l'aéronef pour déterminer son attitude. Par conséquent, il faut satisfaire à quelques exigences de base en cours de vol selon les règles de vol à vue – de jour ou de nuit.

Selon les paragraphes 602.114 et 602.115 du RAC, l'aéronef doit être « utilisé avec des repères visuels à la surface<sup>13</sup> » dans un espace aérien contrôlé ou non contrôlé. Le RAC définit la surface comme « toute surface au sol ou sur l'eau, y compris une surface gelée<sup>14</sup>. » Cependant, il ne contient pas de définition de la notion de « repère visuel à la surface », que l'on interprète librement dans le secteur comme des conditions météorologiques de vol à vue.

Par conséquent, un vol se déroulant au-dessus d'une région éloignée de toute source d'éclairage artificiel et sans lumière ambiante suffisante pour qu'il soit possible de discerner clairement l'horizon (c.-à-d. uniquement au moyen de repères à la surface) ne satisferait pas aux exigences d'exploitation selon les règles de vol à vue. Ces vols exigeraient plutôt que les pilotes utilisent leurs instruments de vol pour assurer l'utilisation sécuritaire de l'aéronef.

Dans un rapport récent concernant un hélicoptère qui s'était écrasé alors qu'il décollait selon les règles de vol à vue de nuit d'un aéroport éloigné au balisage lumineux insuffisant<sup>15</sup>, le BST a fait part du problème que pose le manque de clarté de la signification pratique de la définition d'un « vol avec repères visuels à la surface ». Il a recommandé ce qui suit :

le ministère des Transports modifie la réglementation de manière à définir clairement les repères visuels (y compris les considérations d'éclairage ou autres moyens) requis pour réduire les risques liés aux vols de nuit selon les règles de vol à vue.

#### **Recommandation A16-08 du BST**

En septembre 2016, Transports Canada a répondu comme suit à la recommandation A16-08 du BST :

<sup>12</sup> *Ibid.*, p. 189.

<sup>13</sup> *Règlement de l'aviation canadien*, paragraphes 602.114 et 602.115.

<sup>14</sup> *Ibid.*, alinéa 101.01(1).

<sup>15</sup> Rapport d'enquête aéronautique A13H0001 du BST.

Transports Canada souscrit à cette recommandation.

TC entend donner suite à cette recommandation en deux temps; premièrement, au moyen d'activités de sensibilisation et de promotion en matière de sécurité dès l'automne 2016; et deuxièmement, en amorçant un projet de modification de la réglementation en 2017, prévoyant des consultations auprès de nos principaux intervenants. La promotion et la sensibilisation en matière de sécurité feront appel à la Circulaire d'information no 603-001 – *Utilisation de systèmes d'imagerie de vision nocturne* récemment publiée par TC.

L'évaluation de la réponse de Transports Canada par le Bureau en décembre 2016 a été la suivante :

TC a répondu qu'il donnera suite à cette recommandation en deux temps afin de réduire les risques liés aux vols de nuit effectués selon les règles de vol à vue. À court terme, TC mènera des activités de sensibilisation et d'éducation qui seront suivies, en 2017, d'un projet de modification de la réglementation. Le Bureau se réjouit du fait que TC prend des mesures pour régler cette lacune de sécurité.

Toutefois, jusqu'à ce que les détails des modifications proposées à la réglementation soient entièrement connus, le BST n'est pas en mesure d'évaluer si ces mesures régleront complètement la lacune de sécurité liée aux vols selon les règles de vol à vue.

Par conséquent, le BST estime que la réponse à la recommandation A16-08 dénote une **intention satisfaisante**.

#### *Directives à l'intention des pilotes et des instructeurs*

Le Manuel d'information aéronautique de Transports Canada contient les directives ci-dessous concernant les vols de nuit :

Il y a de nombreux risques associés à l'utilisation d'un aéronef la nuit lorsque les problèmes d'orientation, de navigation et de conditions météorologiques peuvent être grandement accentués. Le décollage et l'atterrissage peuvent devenir extrêmement dangereux pour un pilote effectuant un vol VFR ou un vol IFR.

En raison de l'absence de repères visuels externes, diverses illusions peuvent survenir la nuit. La meilleure solution pour un pilote, s'il n'est pas titulaire d'une qualification aux instruments, consiste à recevoir une formation aux instruments, à se méfier des illusions et à connaître les mesures pour les contrer<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> Transports Canada, *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada*, section 2.17, page 442 (30 mars 2017)

## *Campagnes de sensibilisation*

### *Transports Canada*

Après un certain nombre d'accidents survenus au cours de vols selon les règles de vol à vue (VFR) à la fin des années 1990, TC a conduit une campagne de sensibilisation aux risques associés aux vols VFR. La campagne a été conduite au moyen d'affiches (TP13717), d'articles dans *Sécurité aérienne – Nouvelles* et d'un fichier PowerPoint couvrant les outils de prévention des accidents en cours de vol VFR de nuit, qui a été présenté aux séminaires sur la sécurité de l'Aviation civile.

### *National Transportation Safety Board*

Le National Transportation Safety Board des États-Unis a émis en mars 2003 une alerte de sécurité qui stipulait notamment ce qui suit :

[Traduction] Il ne faut pas oublier que lors d'un vol de nuit, même des conditions météorologiques offrant une bonne visibilité peuvent constituer un défi. Les zones éloignées au sol peu éclairé offrent peu d'indices visuels aux pilotes, ce qui peut les désorienter ou rendre imperceptible un relief ascendant. Lors de la planification d'un vol selon les règles de vol à vue de nuit, utilisez des références topographiques pour vous familiariser avec le relief environnant. Pensez à utiliser les procédures de vols aux instruments si vous êtes titulaire d'une qualification de vol aux instruments ou à éviter les zones au relief peu éclairé (comme les zones éloignées ou montagneuses) si vous ne l'êtes pas<sup>17</sup>.

### *Australian Transport Safety Bureau*

L'Australian Transport Safety Bureau a analysé les accidents en cours de vol de nuit survenus pendant 20 ans et a publié en décembre 2013 un rapport intitulé *Avoidable Accidents No. 7: Visual flight at night accidents: What you can't see can still hurt you*, qui décrit certains risques de sécurité associés aux vols selon les règles de vol à vue dans l'obscurité, dont :

[Traduction] Ce qui est visible hors d'un aéronef pendant la nuit varie considérablement entre des conditions de vol presque diurnes au-dessus d'une ville une nuit de pleine lune et la noirceur totale de zones éloignées sans éclairage au sol au cours d'une nuit sans lune. Un vol est sécuritaire lorsque le pilote applique les compétences de pilotage appropriées en utilisant une combinaison d'informations qu'il tire des instruments de vol et de l'extérieur de l'aéronef. [...]

Un pilote qualifié pour voler à vue la nuit doit avoir les compétences et l'équipement supplémentaires requis pour maîtriser l'aéronef au moyen

<sup>17</sup> National Transportation Safety Board (NTSB), NTSB Safety Alert SA-020: Reduced Visual References Require Vigilance: Preparation and proficiency may help prevent accidents, [https://www.ntsb.gov/safety/safety-alerts/Documents/SA\\_020.pdf](https://www.ntsb.gov/safety/safety-alerts/Documents/SA_020.pdf) (dernière consultation le 7 juillet 2017).

d'instruments de vol et procédures de vol plus détaillées. Le vol selon les règles de vol à vue la nuit exige l'application, l'utilisation et l'intégration correctes de toutes les sources d'information. Lorsque les règles de vol à vue de nuit sont comparées à celles de jour, elles apparaissent plus complexes qu'elles le semblaient à première vue. [...]

Il est plus difficile de voler la nuit que le jour. Assurez-vous que vous êtes à jour, compétent et discipliné en matière de vol aux instruments. Connaissez vos limitations personnelles en matière de vol avec peu ou pas de repères visuels. Ne volez que dans des environnements qui ne vous conduisent pas à dépasser vos capacités.

Avant de vous engager à entreprendre un vol selon les règles de vol à vue pendant la nuit ou au crépuscule, assurez-vous que votre aéronef est correctement équipé et pensez à obtenir toute l'information opérationnelle disponible, dont celle concernant l'éclairage terrestre et céleste.

Certaines nuits et certains reliefs sont plus sombres que d'autres. Malgré une excellente visibilité, l'horizon peut être indiscernable et le contraste entre le ciel et le relief peut être faible. De plus, le vol dans des conditions météorologiques de vol aux instruments est plus difficile à éviter à nuit.

Soyez conscient des illusions qui peuvent conduire à la désorientation spatiale – elles peuvent toucher n'importe qui. Apprenez à éviter les illusions ou à les maîtriser en vous fiant au vol aux instruments.<sup>18</sup>

### *Rapports de laboratoire du BST*

Le BST a complété les rapports de laboratoire suivants dans le cadre de la présente enquête :

- LP258/2015 – Instruments Examination [Examen des instruments]
- LP259/2015 – ELT & Spot Tracking Download [Radiobalise de repérage d'urgence et téléchargement de la trajectoire SPOT]
- LP260/2015 – GPS Analysis [Analyse des données du GPS]

---

<sup>18</sup> Australian Transport Safety Bureau (ATSB), AR-2012-122, Avoidable Accidents No. 7: Visual flight at night accidents: What you can't see can still hurt you (17 décembre 2013), pp. 1-2.

## *Analyse*

Aucun élément n'indique qu'une défaillance d'un système de l'aéronef ait contribué à l'accident. Cette analyse est fondée sur les facteurs opérationnels qui ont contribué à l'accident et sur l'environnement réglementaire actuel.

### *Évaluation du départ*

Les départs de nuit d'aérodromes peu éclairés par des sources d'éclairage artificiel ou de la lumière ambiante présentent plusieurs risques pour les pilotes, en particulier s'ils ne sont pas qualifiés pour voler aux instruments ou n'ont pas d'expérience récente en matière de vol de nuit.

Bien que les départs au cours d'une nuit noire et les illusions connexes soient couverts sous forme de points d'exposé dans le cadre de la formation à la qualification de vol de nuit, il n'existe aucune exigence pratique qui impose l'expérience de ces conditions à un pilote lors de sa formation. Sans expérience pratique, un pilote relativement débutant éprouverait de la difficulté à évaluer correctement les risques associés aux départs d'aérodromes situés dans des zones peu ou pas éclairées, la nuit. Si la formation à une qualification de vol de nuit ne fournit pas l'occasion d'acquérir de l'expérience pratique dans des zones peu éclairées par des sources d'éclairage artificiel ou de la lumière ambiante, il y a un risque que les pilotes concernés pourraient ne pas savoir évaluer ou estimer correctement les risques associés aux vols dans ces zones.

Comme le temps de vol de nuit dans un aéronef doté de flotteurs ne peut pas être consigné et comme le pilote n'avait cessé de faire voler son aéronef sur des flotteurs que deux semaines avant l'accident, il est probable qu'il ait acquis peu d'expérience du vol de nuit depuis l'obtention d'une qualification de vol de nuit 18 mois avant l'accident.

À la lumière de cette expérience limitée du vol de nuit, et comme les conditions météorologiques au moment du départ étaient celles du vol à vue (VMC), il est très probable que le pilote dont il est question dans l'événement ait pensé que les règles de vol à vue la nuit étaient respectées, bien que l'utilisation continue de repères visuels à la surface ait été improbable. Compte tenu du nombre total d'heures de vol du pilote, de sa formation et de son expérience limitée du vol de nuit, il est probable qu'il n'ait pas évalué adéquatement les risques associés à un départ selon les règles de vol à vue d'un aérodrome mal éclairé par des sources d'éclairage artificiel ou de la lumière ambiante.

### *Perte de maîtrise*

Après le décollage, le balisage lumineux de l'aéroport serait sorti du champ de vision du pilote, passant d'abord sous l'aéronef, puis derrière lui. À ce moment, le pilote aurait dû utiliser la lumière ambiante ou de l'éclairage artificiel de façon à obtenir un nombre de repères visuels externes suffisant pour maîtriser l'aéronef, ou passer à l'utilisation des instruments de vol situés dans le poste de pilotage.

Après que le balisage lumineux est sorti du champ de vision du pilote, ce dernier n'aurait disposé que de peu d'indices visuels hors de l'aéronef. Le relief offrait peu d'indices visuels lumineux le long de la trajectoire de vol, en particulier à l'ouest de l'aéroport, dans le sens du virage, et le dernier croissant de la lune au cours de sa phase décroissante offrait peu de lumière ambiante. Après le décollage, le nombre de repères visuels a probablement été considérablement réduit et le pilote a vraisemblablement subi un effet de trou noir.

Bien qu'on ignore si le virage suivant le décollage était délibéré ou involontaire, il est clair que l'angle d'inclinaison croissant et la descente qui s'est ensuivie n'ont pas été détectés ou n'ont pas été corrigés à temps pour empêcher la collision avec le relief. Le pilote, qui n'était probablement pas compétent pour le vol aux instruments, pourrait avoir été spatialement désorienté après avoir perdu les repères visuels à la surface de la piste à l'extrémité de départ de la piste, et avoir perdu la maîtrise de l'aéronef.

### *Réglementation sur les règles de vol à vue la nuit*

Le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) exige que le pilote utilise constamment des repères visuels à la surface au cours d'un vol de nuit selon les règles de vol à vue, mais il ne définit pas le terme « repères visuels à la surface. » Le secteur a extensivement interprété ce terme comme des conditions météorologiques de vol à vue (VMC), qui sont fondées sur la visibilité et la distance par rapport aux nuages.

Comme la recommandation A16-08 du BST l'indique, si le RAC ne définit pas clairement ce que sont les repères visuels à la surface, des vols de nuit pourraient être effectués avec des repères visuels inappropriés, ce qui augmente les risques d'impact sans perte de contrôle et d'accident avec perte de maîtrise.

### *Compétences en matière de vol aux instruments pendant les vols de nuit selon les règles de vol à vue*

Les risques associés aux vols de nuit selon les règles de vol à vue sont bien documentés, et certaines campagnes de sensibilisation soulignent l'importance des compétences en matière de vol aux instruments au cours de vols de nuit selon les règles de vol à vue. Au Canada, un des sujets de formation à la qualification de vol de nuit que présente le *Guide de l'instructeur de vol – Avion* est l'utilisation des instruments de vol après le décollage. Cependant, aucune obligation réglementaire n'impose actuellement aux pilotes qui suivent les règles de vol à vue de maintenir leurs compétences en matière de vol aux instruments après avoir obtenu leur licence de pilote privé et leur qualification de vol de nuit.

L'exposition limitée d'un pilote privé au vol aux instruments au cours de la formation à la qualification de vol de nuit ne vise pas à le préparer adéquatement – et ne le prépare pas adéquatement – aux opérations de nuit entièrement fondées sur l'utilisation des instruments, même dans des conditions météorologiques de vol à vue.

S'il n'est pas requis que les pilotes qui effectuent des opérations selon les règles de vol à vue de nuit maintiennent des compétences en matière de vol aux instruments, il y a un risque

accru que les risques d'impact sans perte de contrôle et d'accident avec perte de maîtrise lorsque ces pilotes se trouvent dans des conditions où l'éclairage artificiel et la lumière ambiante sont faibles.

### *Radiobalise de repérage d'urgence*

L'examen de la radiobalise de repérage d'urgence (ELT) a révélé qu'elle était en état de fonctionnement et que les forces d'impact avaient été suffisantes pour l'activer. Cependant, il est probable que la composante de ces forces sur l'axe de sensibilité ait été insuffisante pour déclencher l'interrupteur à inertie monoaxial et activer l'ELT.

Comme il a été déterminé dans des rapports d'enquête aéronautique précédents du BST, lorsqu'une ELT est uniquement dotée d'un interrupteur à inertie monoaxial et que les forces d'impact ne sont pas alignées sur l'axe longitudinal du dispositif, il y a un risque que l'ELT ne s'activera pas.

## *Faits établis*

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

1. Compte tenu du nombre total d'heures de vol du pilote, de sa formation et de son expérience limitée du vol de nuit, il est probable qu'il n'ait pas évalué adéquatement les risques associés à un départ selon les règles de vol à vue d'un aérodrome mal éclairé par des sources d'éclairage artificiel ou de la lumière ambiante.
2. Le pilote, qui n'était probablement pas compétent pour le vol aux instruments, pourrait avoir été spatialement désorienté après avoir perdu les repères visuels à la surface de la piste à l'extrémité de départ de la piste, et avoir perdu la maîtrise de l'aéronef.

### *Faits établis quant aux risques*

1. Si le *Règlement de l'aviation canadien* ne définit pas clairement ce que sont les repères visuels à la surface, des vols de nuit pourraient être effectués avec des repères visuels inappropriés, ce qui augmente les risques d'impact sans perte de contrôle avec le relief et d'accident avec perte de maîtrise.
2. Si la formation en vue d'une qualification de vol de nuit ne fournit pas l'occasion d'acquérir de l'expérience pratique dans des zones peu éclairées par des sources d'éclairage artificiel ou de la lumière ambiante, il y a un risque que les pilotes concernés pourraient ne pas savoir évaluer ou estimer adéquatement les risques associés aux vols dans ces zones.
3. S'il n'est pas requis que les pilotes qui effectuent des opérations selon les règles de vol à vue de nuit maintiennent des compétences en matière de vol aux instruments, il y a un risque accru que les risques d'impact sans perte de contrôle et d'accident avec perte de maîtrise lorsque ces pilotes se trouvent dans des conditions où l'éclairage artificiel et la lumière ambiante sont faibles.
4. Lorsqu'une radiobalise de repérage d'urgence est uniquement dotée d'un interrupteur à inertie monoaxial et que les forces d'impact ne sont pas alignées sur l'axe longitudinal du dispositif, il y a un risque que la radiobalise ne s'activera pas.

## *Mesures de sécurité*

Le Bureau n'est pas au courant de mesures de sécurité prises à la suite de l'événement à l'étude.

*Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 27 juin 2017. Le rapport a été officiellement publié le 12 juillet 2017.*

*Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports ([www.bst.gc.ca](http://www.bst.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.*