



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A16A0084



Collision avec des câbles

Bell 206B (hélicoptère), C-GVJT
Flatlands (Nouveau-Brunswick)
4 septembre 2016

Bureau de la sécurité des transports du Canada
Place du Centre
200, promenade du Portage, 4^e étage
Gatineau QC K1A 1K8
819-994-3741
1-800-387-3557
www.bst.gc.ca
communications@bst.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 A16A0084

No de cat TU3-5/16-0084F-PDF
ISBN 978-0-660-20504-5

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

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 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 A16A0084

Collision avec des câbles

Bell 206B (hélicoptère), C-GVJT

Flatlands (Nouveau-Brunswick)

4 septembre 2016

Résumé

Le 4 septembre 2016, l'hélicoptère privé Bell 206B (immatriculé C-GVJT et portant le numéro de série 3492) a décollé de l'aéroport de Charlo, au Nouveau-Brunswick, pour un vol de jour selon les règles de vol à vue vers l'aéroport de Rivière-du-Loup (Québec), avec un pilote et 2 passagers à bord. À 15 h 47, heure avancée de l'Atlantique, pendant qu'il volait le long de la rivière Restigouche, l'hélicoptère a percuté et sectionné des lignes de transport d'électricité à environ 40 km à l'ouest de l'aéroport de Charlo, ce qui a causé des dommages catastrophiques à l'hélicoptère. Il s'est par la suite écrasé dans la rivière à environ 150 pieds en amont des lignes de transport d'électricité. Le pilote et le passager qui occupait le siège avant ont subi des blessures mortelles. Le passager qui occupait le siège arrière a survécu à l'accident, et des témoins l'ont aidé à atteindre la rive. Une faible quantité de carburant s'est échappée. Aucun incendie ne s'est déclaré après l'impact. Le système de recherche et de sauvetage par satellite n'a détecté aucun signal de la radiobalise de repérage d'urgence.

This report is also available in English.

Renseignements de base

Déroulement du vol

Le propriétaire d'un hélicoptère privé Bell 206B (immatriculé C-GVJT et portant le numéro de série 3492) l'a prêté à un collègue d'affaires pour qu'il participe, accompagné d'un collègue commun, à une réception privée qui devait se tenir le 3 septembre 2016 à Caraquet (Nouveau-Brunswick). Le propriétaire a également fourni les services d'un pilote pour le voyage.

Le pilote et les 2 passagers avaient prévu de partir à 12 h¹ le 3 septembre (le jour précédant l'événement à l'étude) et de se rencontrer au port d'attache de l'hélicoptère, à Saint-Nicolas (Québec) avant le départ. Le pilote a fait l'exposé de sécurité prévol et l'hélicoptère a quitté Saint-Nicolas selon les règles de vol à vue (VFR) au début de l'après-midi. Le collègue auquel le propriétaire avait prêté l'hélicoptère occupait le siège de passager avant, et l'autre collègue, le siège de passager arrière. Au cours du voyage vers Caraquet, des escales de ravitaillement étaient prévues à l'aéroport de Rivière-du-Loup (CYRI) (Québec) ainsi qu'à l'aéroport de Charlo (CYCL) (Nouveau-Brunswick). Le pilote ne connaissait pas bien la route. Le vol s'est déroulé à basse altitude et à la vitesse de croisière. À proximité de chalets jouxtant la plage Youghall, non loin de Bathurst (Nouveau-Brunswick), l'hélicoptère se trouvait à une altitude d'environ 100 pieds au-dessus du niveau du sol (AGL).

L'hélicoptère est arrivé à Caraquet vers 16 h 30. Comme il avait été préalablement autorisé à le faire, le pilote s'est posé près de l'hôtel où ses passagers et lui-même allaient séjourner. Le passager qui occupait le siège avant est parti immédiatement pour aller à la réception. Il a été rejoint plus tard dans la soirée par le pilote et le passager qui occupait le siège arrière.

Le pilote et les 2 passagers ont quitté la réception à environ 2 h le 4 septembre 2016 et ils sont restés ensemble jusqu'au moment où ils sont retournés à l'hôtel après 3 h. Les 2 passagers ont regagné leurs chambres d'hôtel. Le pilote, indiquant qu'il n'était pas fatigué, est resté dans le hall à consommer des boissons caféinées jusqu'à environ 5 h, puis il s'est rendu dans sa chambre. Vers 6 h 30, il a quitté sa chambre d'hôtel, puis y est revenu peu de temps après.

Quelque temps après 8 h 15, le pilote et les 2 passagers sont allés à la pêche. Le groupe est revenu à l'hôtel aux environs de midi.

Le pilote a ensuite préparé l'hélicoptère et, après un court vol de familiarisation offert à des amis, le groupe a quitté Caraquet vers 14 h 15 pour revenir à Saint-Nicolas. Les conditions météorologiques étaient propices à un vol VFR : bonne visibilité, quelques nuages et vents légers.

¹ Toutes les heures sont exprimées en heure avancée de l'Atlantique (temps universel coordonné moins 3 heures).

Comme lors du vol d'aller, des escales de ravitaillement étaient prévues à l'aéroport de Charlo et à celui de Rivière-du-Loup. Dans la première partie du voyage, en direction de l'aéroport de Charlo, l'hélicoptère a de nouveau survolé la communauté de la plage Youghall à la vitesse de croisière et à environ 100 pieds AGL.

Au cours de l'escale de ravitaillement à l'aéroport de Charlo, l'hélicoptère a fait le plein de carburant². Le groupe a appris que la zone de la rivière Restigouche était pittoresque, qu'elle attirait les touristes amateurs de pêche et qu'elle était proche de leur route de retour.

À 15 h 34, l'hélicoptère a quitté l'aéroport de Charlo, puis il a volé à basse altitude le long de la vallée de la rivière Restigouche, au-delà de Campbellton (Nouveau-Brunswick), vers l'ouest en direction de Flatlands (Nouveau-Brunswick). Plusieurs îles, dont l'île Long, ainsi qu'un terrain de camping et la localité de Tide Head, se trouvent le long de la rivière entre Campbellton et Flatlands. L'hélicoptère a volé au niveau de la cime des arbres et à la vitesse de croisière autour des îles.

À 15 h 47, l'hélicoptère a percuté et sectionné 4 conducteurs de lignes de transport d'électricité de 230 kV à 58 pieds au-dessus de la rivière Restigouche, du côté sud de l'île Long (figure 1).

² On a rempli les réservoirs de l'hélicoptère avec 197,3 L de carburéacteur Jet A-1.

Figure 1. Photographie aérienne du lieu de l'événement (Source : Énergie NB, avec annotations du BST)



L'hélicoptère s'est disloqué en entrant en collision avec les conducteurs, puis a suivi une trajectoire balistique³ sur environ 150 pieds avant de tomber dans l'eau près du milieu de la rivière Restigouche.

Le passager qui occupait le siège arrière a survécu à la collision avec les lignes de transport d'électricité ainsi qu'à l'impact qui s'est ensuivi avec l'eau et est demeuré près de l'épave de l'hélicoptère. Des témoins ont pataugé dans l'eau jusqu'à la taille pour se rendre à la partie principale de l'épave et ont aidé le passager qui occupait le siège arrière à atteindre la rive sud de la rivière. Les premiers répondants ont prodigué les premiers soins et ont transporté le passager qui occupait le siège arrière à un établissement médical local.

Le pilote et le passager qui occupait le siège avant ont subi des blessures mortelles.

³ [Traduction] Trajectoire décrite par un corps lorsque la force propulsive a cessé d'agir et qu'il n'est soumis qu'à la gravité et à la traînée aérodynamique (*Dictionary of Military and Associated Terms*, Publication JP 1-02, Département de la défense des États-Unis [2005]).

Victimes

Tableau 1. Victimes

	Équipage	Passagers	Autres	Total
Tués	1	1	-	2
Blessés graves	0	1	-	1
Blessés légers/indemnes	0	0	-	0
Total	1	2	-	3

Renseignements sur le pilote

Le pilote était titulaire d'une licence de pilote professionnel d'hélicoptère limitée au VFR, et il était certifié et qualifié pour le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Le pilote volait depuis 2001 et avait accumulé environ 922 heures de vol, dont environ 730 heures sur des hélicoptères de type Bell 206.

En juin 2013, le propriétaire de l'hélicoptère avait embauché le pilote pour le conduire à des réunions d'affaires et pour faire des voyages partout au Québec. Le dernier vol du pilote avant l'événement remontait au 24 août 2016.

Facteurs physiologiques

Fatigue

Les personnes qui ne dorment pas assez peuvent souffrir de privation de sommeil et de fatigue. Les tâches cognitives ou faisant appel à la vigilance sont particulièrement touchées. Une personne fatiguée est en outre plus encline à prendre des risques. Le manque de sommeil répété et le bouleversement du cycle circadien peuvent entraîner une diminution de la vigilance, une baisse du rendement et la perturbation de l'humeur⁴.

Au sujet de l'état des membres de l'équipage de conduite, l'article 602.02 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) stipule ce qui suit :

Il est interdit à l'utilisateur d'un aéronef d'enjoindre à une personne d'agir en qualité de membre d'équipage de conduite et à toute personne d'agir en cette qualité, si l'utilisateur ou la personne a des raisons de croire, compte tenu des circonstances du vol à entreprendre, que la personne est :

- a) fatiguée ou sera probablement fatiguée;
- b) de quelque autre manière inapte à exercer correctement ses fonctions de membre d'équipage de conduite⁵.

⁴ Mark R. Rosekind, Philippa H. Gander et collaborateurs, « Crew Factors in Flight Operations X: Alertness Management in Flight Operations », *NASA Technical Memorandum TM-1999-208780*, DOT/FAA/RD-93/18 (NASA Ames Research Center, 1994).

⁵ *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), article 602.02.

L'enquête a déterminé que le pilote était probablement bien reposé le matin du 3 septembre 2016. L'enquête a également déterminé que, dans les 29 heures qui ont précédé l'accident, le pilote aurait pu profiter de 3 périodes non consécutives pour dormir qui lui auraient donné seulement environ 4 heures de sommeil⁶. Cependant, il n'a pas été établi que le pilote a profité de ces périodes pour dormir. L'enquête n'a pas permis d'obtenir des données suffisantes pour évaluer complètement l'historique de 72 heures de sommeil-éveil du pilote.

Cannabinoïdes

Le tétrahydrocannabinol (THC) est le principal cannabinoïde psychoactif qui se trouve dans la marijuana, le haschich et leurs dérivés. Le THC affecte des fonctions cognitives cruciales au cours d'une intoxication aiguë ainsi que pendant des jours après son utilisation. Par exemple, les expositions immédiates et à long terme au THC affaiblissent l'aptitude à conduire et augmentent le risque d'implication dans un accident de véhicule motorisé. Le risque d'implication dans un accident de véhicule motorisé double approximativement lorsqu'il y a consommation de marijuana⁷.

Il faut tenir compte d'un certain nombre de facteurs qui peuvent avoir des effets importants sur les résultats toxicologiques pour interpréter les concentrations de THC dans le sang et les tissus. Un de ces facteurs est la redistribution post-mortem, qui conduit à des changements des concentrations de THC dans le sang et les tissus après la mort. Il est impossible d'établir une corrélation entre les concentrations post-mortem dans le sang et les tissus et les effets sur le rendement ou le moment auquel les cannabinoïdes ont été utilisés.

En ce qui concerne l'utilisation de drogue par les équipages de conduite, l'alinéa 602.03c) du RAC stipule ce qui suit :

Il est interdit à toute personne d'agir en qualité de membre d'équipage d'un aéronef dans les circonstances suivantes : [...] lorsqu'elle fait usage d'une drogue qui affaiblit ses facultés au point où la sécurité de l'aéronef ou celle des personnes à bord de l'aéronef est compromise de quelque façon⁸.

Les examens toxicologiques post-mortem ont révélé la présence de cannabinoïdes dans le corps du pilote. Il n'a pas été possible de tirer des conclusions à propos de l'affaiblissement des facultés ou du moment auquel les cannabinoïdes avaient été consommés.

Alcool

Les examens toxicologiques post-mortem n'ont pas révélé la présence d'alcool dans le corps du pilote.

⁶ Une période en soirée, avant la réception, et 2 périodes en matinée, avant le voyage de pêche.

⁷ Nora D. Volkow, M.D., Ruben D. Baler, Ph.D., et collaborateurs, « Adverse Health Effects of Marijuana Use », *The New England Journal of Medicine*, vol. 370, n° 23 (5 juin 2014), p. 2219 à 2227.

⁸ *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), alinéa 602.03c).

Renseignements météorologiques

Les conditions météorologiques observées à 16 h à Bathurst (Nouveau-Brunswick), qui se trouve à environ 100 km au sud-est du lieu de l'accident, étaient les suivantes : vents du 140° vrai, variables de 050° à 220° et soufflant à 7 nœuds; visibilité de 15 milles terrestres; quelques nuages à 4200 pieds AGL; quelques nuages à 23 000 pieds; température de 23 °C; point de rosée de 12 °C; et calage altimétrique de 30,24 pouces de mercure. Les conditions étaient semblables sur les lieux et au moment de l'accident.

Les conditions météorologiques étaient propices au vol à vue et ne sont pas considérées comme un facteur contributif à l'événement.

Hélicoptère

Le Bell 206B⁹ est un hélicoptère utilitaire léger à 5 places muni d'un turbomoteur.

Les dossiers indiquent que le C-GVJT était certifié, équipé et entretenu conformément aux règlements en vigueur et aux procédures approuvées, et ne présentait aucune déficience connue avant le vol à l'étude. Rien n'indique qu'il y ait eu une défaillance de la cellule ou un mauvais fonctionnement d'un système avant la collision. Tous les dommages subis par l'hélicoptère étaient représentatifs de forces excessives subies lors des impacts avec les câbles et l'eau.

L'hélicoptère a été détruit. Environ 250 L de carburacteur ont été récupérés de l'épave.

Masse et centrage de l'hélicoptère

Au sujet des limites d'utilisation des aéronefs, le RAC stipule que les aéronefs doivent être utilisés en respectant les limites précisées dans leur manuel de vol, y compris la masse maximale autorisée au décollage et le centre de gravité (masse et centrage)¹⁰.

Les capacités de la structure d'un hélicoptère et ses performances en vol sont établies en fonction de valeurs de masse et centrage respectant les limitations certifiées par le constructeur. L'exploitation en surcharge ou hors des limites du centre de gravité réduit les performances, tant en vol propulsé qu'en autorotation¹¹.

Le pilote doit déterminer la masse et le centrage de l'aéronef pour s'assurer que la masse et le centre de gravité respectent leurs limites pendant toute la durée de chaque vol. Il n'a pas été possible de déterminer si le pilote a effectué un calcul de masse et centrage pour le vol. La masse maximale au décollage certifiée de l'hélicoptère était de 3200 livres. L'enquête a déterminé que la somme des masses connues des occupants, de la masse du plein de

⁹ Construit par Bell Helicopter Textron Inc.

¹⁰ *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), article 602.07.

¹¹ Transports Canada, TP 9982F, *Manuel de pilotage des hélicoptères*, 2^e édition (juin 2006), p. 7 et p. 109.

carburant¹² et de la masse à vide de l'hélicoptère était de 3196 livres. Les bagages étaient constitués de 3 bagages de cabine, d'une housse à vêtements et d'un sac de voyage. Comme les bagages étaient gorgés d'eau, leur masse n'a pas pu être déterminée avec précision; cependant, leur masse totale aurait dépassé les 50 livres. Bien que le calcul du centre de gravité de l'hélicoptère ait indiqué qu'il se situait dans les limites prescrites, l'hélicoptère était en surcharge au décollage.

Lorsque la masse d'un aéronef dépasse la masse maximale au décollage certifiée, ses performances risquent d'être dégradées, ce qui pourrait compromettre la sécurité du vol.

Radiobalise de repérage d'urgence

L'hélicoptère était muni d'une radiobalise de repérage d'urgence (ELT) émettant sur 406 MHz.

Le système de recherche et sauvetage par satellite n'a reçu aucun signal de l'ELT de l'hélicoptère. L'enquête a déterminé que l'ELT avait été activée, mais que son antenne s'était brisée et que l'ELT avait coulé. La perte de l'antenne de l'ELT et sa submersion subséquente auraient rendu sa détection impossible.

Lors de son enquête concernant l'impact sans perte de contrôle d'un hélicoptère à proximité de Moosonee (Ontario)¹³, survenu en mai 2013, le BST a exprimé des préoccupations concernant la résistance à l'impact des ELT. Le BST a aussi relevé des accidents précédents au cours desquels une antenne d'ELT s'était brisée ou son fil avait été endommagé pendant la séquence de collision, et aucun signal n'avait été reçu par le système de recherche et sauvetage par satellite. L'enquête relative à l'événement de 2013 a déterminé que bien que les spécifications de conception relatives à la résistance à l'impact étaient rigoureuses pour l'ELT elle-même, elles l'étaient beaucoup moins pour d'autres éléments clés du système (c'est-à-dire, le câblage et l'antenne).

À la suite de cet événement, le Bureau a recommandé que,

l'Organisation de l'aviation civile internationale établisse de rigoureuses normes relatives à la capacité de résister à l'écrasement pour les systèmes ELT qui réduisent la probabilité qu'un système ELT cesse de fonctionner comme suite aux forces d'impact subies durant un événement aéronautique.

Recommandation A16-02 du BST

¹² L'hélicoptère était doté d'un tube de surremplissage qui portait le volume de carburant utilisable à 96,7 gallons américains (366 L).

¹³ Rapport d'enquête aéronautique A13H0001 du BST, paragraphe 1.15.3.

la Radio Technical Commission for Aeronautics établit de rigoureuses spécifications relatives à la capacité de résister à l'écrasement pour les systèmes ELT qui réduisent la probabilité qu'un système ELT cesse de fonctionner comme suite aux forces d'impact subies durant un événement aéronautique.

Recommandation A16-03 du BST

L'Organisation européenne pour l'équipement électronique de l'aviation civile établit de rigoureuses spécifications relatives à la capacité de résister à l'écrasement pour les systèmes ELT qui réduisent la probabilité qu'un système ELT cesse de fonctionner comme suite aux forces d'impact subies durant un événement aéronautique.

Recommandation A16-04 du BST

le ministère des Transports établit de rigoureuses exigences relatives à la capacité de résister à l'écrasement pour les systèmes ELT qui réduisent la probabilité qu'un système ELT cesse de fonctionner comme suite aux forces d'impact subies durant un événement aéronautique.

Recommandation A16-05 du BST

Le Bureau, encouragé par les réponses reçues de ces organismes à propos des mises à jour des normes industrielles relatives aux antennes, au câblage et à la résistance à l'impact, a évalué les réponses à ces recommandations comme dénotant une intention satisfaisante.

Cependant, les normes actuelles de conception des systèmes ELT n'imposent aucune contrainte en matière de résistance à l'impact du système d'antenne. Par conséquent, il y a un risque que l'intervention de services de recherche et de sauvetage pouvant sauver des vies soit retardée si l'antenne d'une ELT est endommagée au cours d'un événement.

Dispositif coupe-câble

Un dispositif coupe-câble (WSPS) offre une certaine protection aux hélicoptères en cas de contact accidentel avec des fils ou des câbles horizontaux pendant un vol en palier et vers l'avant. Le WSPS est conçu [traduction] « pour faire glisser des câbles sur le fuselage jusqu'à des lames de coupe en acier à haute résistance mécanique¹⁴ ».

Il existe une trousse d'installation pour le Bell 206B. Elle est constituée d'un déflecteur de pare-brise, d'un coupe-câble/déflecteur supérieur et d'un coupe-câble/déflecteur inférieur. Bien que l'efficacité d'un WSPS dépende de nombreux facteurs, le type et la taille des conducteurs des lignes de transport d'électricité que l'hélicoptère a percutés à Flatlands-île Long dépassaient les capacités nominales de la trousse WSPS destinée au Bell 206B.

L'hélicoptère n'était pas muni d'un WSPS et la réglementation ne l'exigeait pas.

¹⁴ Magellan Aerospace, « WSPS », disponible à l'adresse <http://magellan.aero/product/wsp/> (dernière consultation le 3 octobre 2017).

Déversement dans l'environnement

Environ 90 L de carburéacteur, ainsi que de petits volumes d'huiles de moteur, de transmission et hydraulique, se sont échappés de l'épave et se sont dissipés dans la rivière.

Traversée de la ligne de transport d'électricité à Flatlands-île Long

Deux lignes parallèles de transport d'électricité de 230 kV exploitées par Énergie NB¹⁵ traversent la rivière Restigouche à l'île Long, près de Flatlands, à environ 13 km à l'ouest de Campbellton. Les conducteurs centraux des 2 lignes parallèles de transport d'électricité sont séparés de 125 pieds horizontalement et traversent la rivière selon une orientation pratiquement nord-sud. Chaque ligne de transport d'électricité est constituée de 3 conducteurs espacés de 25 pieds horizontalement. Les câbles d'aluminium renforcé d'acier avaient un diamètre de 1,108 pouce et une force de rupture minimum de 31 250 livres. Deux câbles aériens en acier de mise à la terre étaient tendus au-dessus des câbles conducteurs.

Au moment de l'événement à l'étude, les conducteurs traversaient la rivière à 58 pieds au-dessus de l'eau¹⁶. Les câbles aériens de mise à la terre se trouvaient à 96 pieds au-dessus de l'eau.

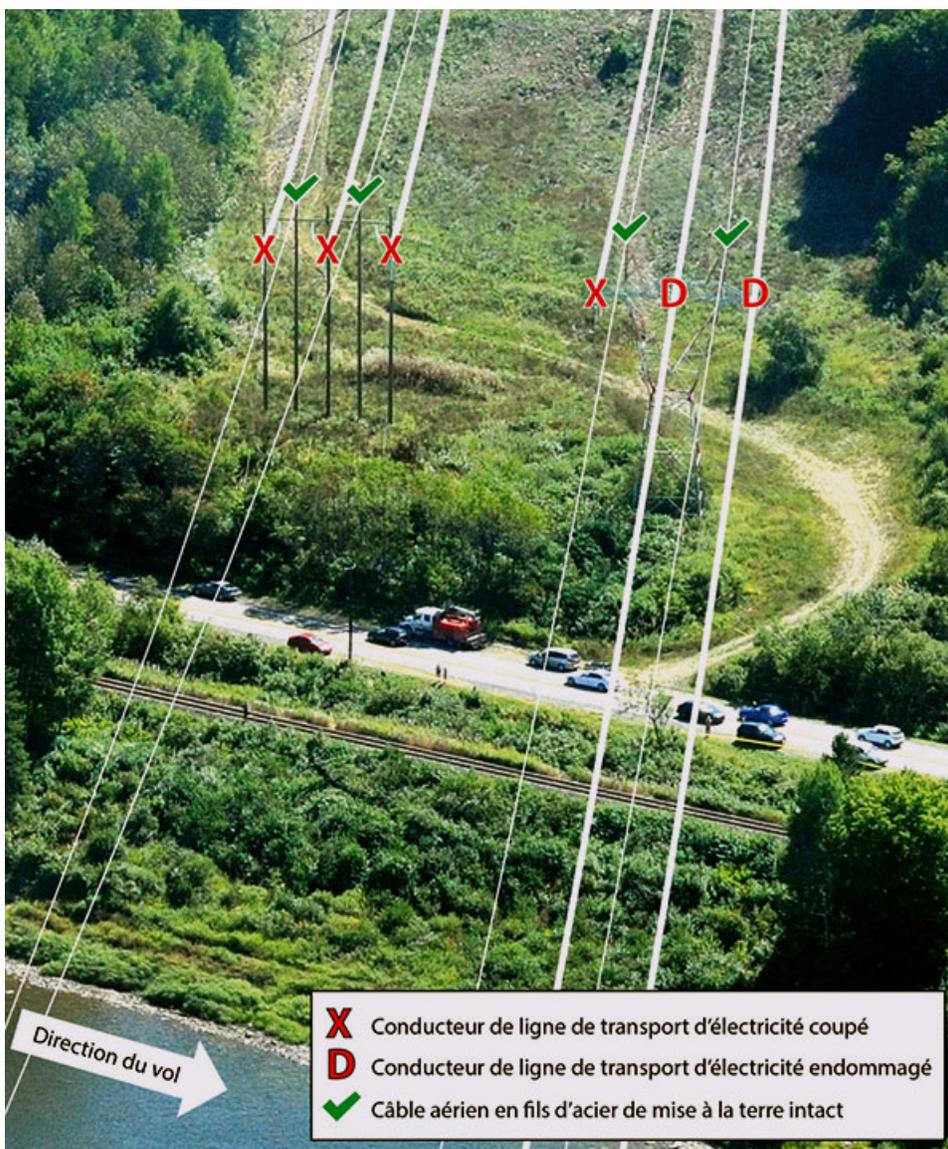
L'hélicoptère a coupé 4 conducteurs et a endommagé les 2 autres. Tous les câbles aériens de mise à la terre sont restés intacts (figure 2).

Énergie NB a indiqué que l'événement à l'étude était la première fois qu'un aéronef avait percuté les lignes de transport d'électricité à cet endroit.

¹⁵ Énergie NB est une société d'État du gouvernement du Nouveau-Brunswick.

¹⁶ La hauteur des lignes de transport d'électricité peut varier à cause de la variation du niveau de l'eau ainsi que de la dilatation et du rétrécissement induits par les changements de température.

Figure 2. Lignes de transport d'électricité à Flatlands-île Long avec indication des câbles endommagés; les conducteurs sont représentés par des lignes blanches grasses, et les câbles de mise à la terre, par de fines lignes blanches. (Source : Énergie NB, avec annotations du BST)



Repérage de lignes de transport d'électricité

Avant d'amorcer un vol à basse altitude, un pilote devrait consulter une carte de navigation VFR (VNC) afin de déterminer l'emplacement des obstacles qui se trouvent le long de la route prévue.

Si des opérations doivent être conduites à proximité d'obstacles comme des lignes de transport d'électricité, un vol de reconnaissance à haute altitude est la première mesure à prendre pour déterminer avec certitude leur emplacement¹⁷.

¹⁷ Transports Canada, TP 9982F, *Manuel de pilotage des hélicoptères*, 2^e édition (juin 2006), p. 103.

Balisage des obstacles à la navigation aérienne

L'article 601.23 du RAC indique que :

constitue un obstacle à la navigation aérienne le bâtiment, l'ouvrage ou l'objet, y compris tout accessoire de ceux-ci : [...] dans le cas de fils caténaux qui passent au-dessus d'une rivière ou d'un fleuve, qui comporte des fils ou des structures portantes qui excèdent en hauteur 90 m [environ 300 pieds] AGL^{18, 19}.

De plus, le paragraphe 601.25(1) du RAC stipule que :

S'il conclut qu'un bâtiment, un ouvrage ou un objet, autre que l'un de ceux visés à l'article 601.23, constitue, du fait de sa hauteur et de son emplacement, un danger pour la navigation aérienne, le ministre enjoint à la personne qui en a la responsabilité ou la garde de le baliser et de l'éclairer en conformité avec les exigences de la norme 621^{20, 21}.

D'après le *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada* (AIM de TC) :

En raison de la nature de l'obstacle, il n'est pas toujours possible de prévoir toutes les situations qui peuvent se présenter. Ainsi, dans certains cas, une évaluation aéronautique devra être effectuée par Transports Canada afin de déterminer si un obstacle présente un danger pour la sécurité aérienne ou de préciser des méthodes de rechange dans le but d'assurer la conformité aux normes de balisage et d'éclairage des obstacles, tout en veillant à respecter les exigences relatives à la visibilité²².

Le 6 octobre 2016, Transports Canada a terminé une évaluation aéronautique selon le paragraphe 601.25(1) du RAC et a déterminé que les lignes de transport d'électricité qui traversaient la rivière Restigouche à Flatlands-île Long n'exigeaient pas de balisage ou d'éclairage.

Les croisements de fils à basse altitude sont très nombreux au Canada, et TC a déterminé qu'il ne serait pas raisonnable d'exiger leur éclairage ou balisage de façon générale.

¹⁸ *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), alinéa 601.23(1)e).

¹⁹ La norme 621 du *Règlement de l'aviation canadien* (CAR) définit une caténaire comme « tout fil courbe suspendu librement entre deux ou plusieurs structures portantes, normalement sur des distances exceptionnellement longues et élevées au-dessus de canyons, de rivières et de vallées profondes ».

²⁰ *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), paragraphe 601.25(1).

²¹ TC a indiqué que dans certains cas, il peut désigner des objets d'une hauteur inférieure à celle stipulée à l'article 601.23 du RAC comme des obstacles qui exigent de l'éclairage ou du balisage. Il le fait en tenant compte de facteurs de sécurité comme l'exposition à une route connue de circulation aérienne ou des activités aéronautiques.

²² Transports Canada, TP 14371F (2016-1), *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada*, AGA – Aéroports (31 mars 2016), article 6.3, p. 61. Remarque : Il s'agit de la version du document qui était en vigueur au moment de l'événement à l'étude.

Cartes aéronautiques de navigation

Les cartes de navigation constituent un des outils que les pilotes peuvent utiliser pour repérer les lignes de transport d'électricité. Selon NAV CANADA, « [l]es cartes aéronautiques de navigation VFR (VNC) sont utilisées par les pilotes VFR pour des vols de courtes et de longues distances, dans tout le Canada, à des altitudes basses à intermédiaires et à des vitesses relatives faibles à moyennes²³ ». La carte qui convenait à la zone était la VNC de Chicoutimi (AIR 5010). NAV CANADA publie les VNC relatives à l'espace aérien canadien conformément aux normes de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI)²⁴.

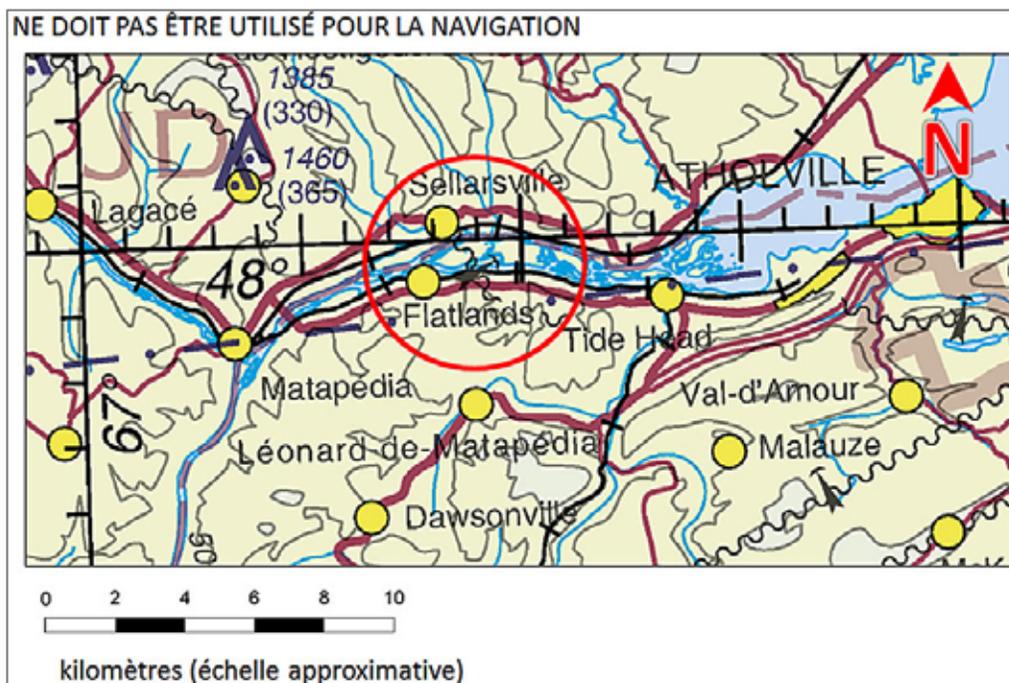
D'après l'OACI, toutes les structures de plus de 300 pieds (environ 90 m) de hauteur constituent des obstacles et doivent figurer sur les VNC. NAV CANADA considère que les références à des éléments culturels de hauteur inférieure doivent être montrées exclusivement à des fins de navigation plutôt que d'évitement d'obstacles. Tous les obstacles ne sont pas indiqués sur les cartes, car il est à peu près impossible de garantir qu'ils y figurent tous; de plus, tous les éléments géographiques ou aéronautiques ne peuvent pas être représentés.

La VNC de Chicoutimi indiquait des tronçons de la ligne de transport d'électricité, mais seule la petite portion qui traversait la rivière Restigouche à Flatlands-île Long était signalée à cause du manque d'espace sur la carte et de la présence d'autres éléments importants (figure 3).

²³ NAV CANADA, « Cartes de navigation VFR (VNC) », disponible à l'adresse <http://www.navcanada.ca/FR/products-and-services/Pages/aeronautical-information-products-charts-VFR-navigational-charts.aspx> (dernière consultation le 3 octobre 2017).

²⁴ Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), annexe 4 à la Convention relative à l'aviation civile internationale – Cartes aéronautiques, onzième édition, juillet 2009.

Figure 3. Vue agrandie de la VNC de Chicoutimi (AIR 5010) indiquant la zone de l'événement à l'étude (Source : NAV CANADA, avec annotations du BST)



NAV CANADA a expliqué que les lignes de transport d'électricité figurent sur les VNC parce qu'elles constituent des repères culturels utiles qui peuvent faciliter la navigation à vue. Elles sont représentées selon la disponibilité de données sources et l'application de la spécification du produit. Des tronçons des lignes de transport d'électricité peuvent être supprimés ou masqués pour assurer la lisibilité à l'échelle des cartes (1:500 000). Selon les règles figurant dans les spécifications, d'autres repères culturels linéaires, comme les routes et les lignes ferroviaires, ont priorité sur les lignes de transport d'électricité lorsque leur proximité pose des problèmes de lisibilité (par exemple, lorsque du texte et des éléments se chevauchent).

S'agissant des environs de Flatlands, NAV CANADA a aussi indiqué que certains tronçons des lignes de transport d'électricité ne figuraient pas sur la VNC de Chicoutimi parce qu'ils chevauchaient des routes et des lignes ferroviaires avoisinantes aux tracés ou aux directions identiques ou semblables. La position des obstacles et les étiquettes des villes dans la zone ont aussi empêché la représentation de certains tronçons des lignes de transport d'électricité. La raison pour laquelle le petit tronçon des lignes de transport d'électricité qui traverse la rivière Restigouche à Flatlands-île Long est représenté sur la VNC est que ce tronçon est perpendiculaire aux routes et aux lignes ferroviaires dans la zone (autrement dit, il n'y a pas de chevauchement de texte et d'éléments). De plus, comme la ligne traverse la rivière entre 2 localités, elle peut potentiellement servir de repère visuel unique. Le pilote avait en sa possession une VNC de Chicoutimi au cours du vol en cause; cependant, il ne l'a pas consultée au cours du vol. L'enquête n'a pas permis de déterminer si la carte a été consultée avant le départ.

Visibilité des câbles

Des câbles peuvent être difficiles à voir pendant un vol. Selon un article publié dans *Aviation Week*, [traduction] « Les câbles ne sont pas toujours visibles. Les changements dans l'éclairage solaire peuvent les voiler. [...] Un câble parfaitement visible dans un sens peut être complètement invisible dans l'autre²⁵ ».

En outre, plusieurs facteurs peuvent réduire la visibilité des câbles à basse altitude :

[traduction] L'aptitude d'un pilote à voir des câbles et à éviter d'entrer en collision avec eux est rendue plus ardue par l'afflux d'indices visuels perçus d'un point de vue différent lors de travaux à basse altitude; la végétation, les ombres et le relief du sol qui cachent les câbles et leurs structures de soutien au pilote; l'ergonomie du poste de pilotage; et des facteurs en apparence mineurs, comme des empreintes de main ou des insectes qui tachent le pare-brise²⁶.

Au moment de l'accident à Flatlands-île Long, le soleil se trouvait à une élévation de 39,13° et à un azimut de 227,54°. Par conséquent, le soleil se trouvait à environ 43° à gauche de la direction du vol (l'ouest) de l'hélicoptère.

Au cours de l'événement à l'étude, lorsque l'hélicoptère volait à basse altitude le long de la rivière Restigouche, les pylônes des lignes de transport d'électricité qui se trouvaient de chaque côté du cours d'eau étaient, du point de vue du pilote, en grande partie cachés par de grands arbres. Une emprise déboisée se trouvait en dessous des lignes de transport d'électricité, mais elle ne se voyait pas à basse altitude.

Vol à basse altitude

Au cours des vols d'aller et de retour, à la plage Youghall, l'hélicoptère a survolé les chalets à environ 100 pieds AGL. Au cours du vol de retour, entre Campbellton et Flatlands, l'hélicoptère a volé au ras de la cime des arbres en survolant un terrain de camping et la localité de Tide Head.

Le RAC stipule qu'« [i]l est interdit d'utiliser un aéronef d'une manière imprudente ou négligente qui constitue ou risque de constituer un danger pour la vie ou les biens de toute personne²⁷ ».

²⁵ P. Veillette, « How to Avoid Helicopter Wire Strikes », *Aviation Week Network* (7 octobre 2015), disponible à l'adresse <http://aviationweek.com/business-aviation/how-avoid-helicopter-wire-strikes> (dernière consultation le 3 octobre 2017).

²⁶ Robert L. Cassidy, « One Strike and You're Out », *Flight Safety Australia*, novembre-décembre 2005.

²⁷ *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), article 602.01.

Au sujet des altitudes et distances minimales pour le vol au-dessus de zones sans constructions, le RAC stipule que :

Sauf s'il s'agit d'effectuer le décollage, l'approche ou l'atterrissage d'un aéronef ou lorsque la personne y est autorisée en application de l'article 602.15, il est interdit d'utiliser un aéronef : [...] à une distance inférieure à 500 pieds de toute personne, tout navire, tout véhicule ou toute structure²⁸.

Des travaux à basse altitude sont requis dans le cadre de certaines activités aériennes, comme des opérations de transport de charges externes, des études fauniques et des inspections de pipelines ou de lignes de transport d'électricité.

L'AIM de TC contient l'avertissement suivant, en caractères gras, concernant le vol à basse altitude :

Attention! – Voler intentionnellement à basse altitude est dangereux. Transports Canada avise tous les pilotes que voler à basse altitude pour éviter du mauvais temps ou pour des raisons opérationnelles est une activité dangereuse²⁹.

Si une situation d'urgence en vol exige un atterrissage immédiat, l'atterrissage doit avoir lieu quel que soit l'état de la surface en dessous de la trajectoire de vol. Le vol à basse altitude limite les options d'atterrissage immédiat, et il pourrait être difficile de réussir un tel atterrissage.

La navigation, qui peut exiger de fréquents changements de route pour contourner des collines et d'autres obstacles, devient également plus complexe à basse altitude : une zone visible réduite et le délai raccourci d'identification des repères rendent plus difficile la lecture d'une carte. Des câbles peuvent être extrêmement difficiles à voir, notamment à travers des vallées et dans des conditions lumineuses variables. Pour cette raison, Transports Canada conseille aux pilotes de toujours passer les lignes de transport d'électricité à proximité des pylônes, de suivre les lignes de crête et d'éviter de voler au centre des vallées³⁰.

Rapports de laboratoire du BST

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

- LP216/2016 – Smartphone examination [examen de téléphone intelligent]
- LP217/2016 – ELT examination [examen de la radiobalise de repérage d'urgence (ELT)]
- LP218/2016 – GPS examination [examen du GPS]

²⁸ Règlement de l'aviation canadien (RAC), alinéa 602.14(2)b).

²⁹ Transports Canada, TP 14371F (2016-1), *Manuel d'information aéronautique de Transports Canada*, AIR – Discipline aéronautique (31 mars 2016), article 2.4.1, p. 425.

³⁰ Transports Canada, TP 9982F, *Manuel de pilotage des hélicoptères* (juin 2006), p. 67, 91 et 92.

Analyse

Rien n'indique qu'il y ait eu une défaillance mécanique ou d'un système pendant le vol en cause, et les performances de l'aéronef n'ont pas été un facteur dans l'événement. Les conditions météorologiques étaient favorables au vol selon les règles de vol à vue (VFR). Les conditions météorologiques n'ont pas été un facteur contributif dans l'événement en cause.

Par conséquent, l'analyse sera centrée sur les facteurs opérationnels qui ont conduit à la collision de l'hélicoptère avec les lignes de transport d'électricité, ainsi que sur les facteurs physiologiques qui pourraient avoir nui au rendement du pilote.

Vol à basse altitude

Comme l'aéronef survolait des zones pittoresques tant à l'aller qu'au retour, il est probable que les épisodes de vol à basse altitude aient été volontaires, à des fins touristiques. Cependant, le vol à basse altitude est risqué, et ce vol ne respectait pas l'alinéa 602.14(2)b) du *Règlement de l'aviation canadienne*. De plus, le pilote n'a consulté aucune carte lorsqu'il volait au-dessus de la rivière. Cela était prévisible à cause de l'attention accrue qu'exige un vol au-dessus de la vallée d'une rivière à l'altitude et à la vitesse anémométrique de l'hélicoptère dans l'événement à l'étude.

Il n'a pas été possible de déterminer si le pilote avait étudié la route avant le départ de l'aéroport de Charlo. Il n'est pas facile de repérer le tronçon de la ligne de transport d'électricité situé à Flatlands-île Long sur la carte de navigation VFR; cependant, la carte est conçue aux fins de navigation plutôt qu'aux fins d'évitement des obstacles.

Il n'est pas normalement obligatoire que les obstacles de moins de 90 m (environ 300 pieds) au-dessus du niveau du sol (AGL) soient éclairés ou balisés, et ils ne figurent pas nécessairement sur les cartes de navigation, car il n'est pas pratique de tous les représenter. Les câbles des lignes de transport d'électricité non balisés étaient probablement difficiles à voir à faible altitude. En plus, à cause des grands arbres de chaque côté de la rivière, le pilote aurait probablement eu de la difficulté à discerner les pylônes situés sur chaque rive, ce qui aurait pu l'alerter de la présence des câbles des lignes de transport d'électricité.

Le vol à basse altitude est risqué, en particulier sans la planification et le vol de reconnaissance voulus. Il peut mener à une collision avec des câbles ou d'autres obstacles, ce qui augmente le risque de blessures ou de mort.

Visibilité des câbles

Le soleil se trouvait au-dessus et à gauche de la direction de vol de l'hélicoptère et ne se trouvait pas dans la ligne de vision du pilote lorsque celui-ci regardait vers l'avant. Cependant, des câbles ou d'autres obstacles peuvent être difficiles à voir. La basse altitude et la vitesse de l'hélicoptère rendaient les obstacles, comme les câbles des lignes de transport d'électricité non balisées, difficiles à voir et à éviter.

L'hélicoptère volait en palier à 58 pieds au-dessus de l'eau lorsqu'il a percuté les conducteurs inférieurs des lignes de transport d'électricité; il a poursuivi sa course avant de s'écraser pratiquement au milieu de la rivière. Cela indique que le pilote n'a pris aucune mesure d'évitement. Il est probable que le pilote ne savait pas que des lignes de transport d'électricité traversaient la rivière et qu'il n'a pas vu les câbles avant de les percuter.

Facteurs physiologiques

Le jour de l'événement à l'étude, les préparations et les opérations de vol que le pilote a effectuées n'ont indiqué aucune baisse ou dégradation de ses aptitudes cognitives. Lors du vol en cause, la conduite du pilote était semblable à celle qu'il avait eue le jour précédent l'événement; il avait volé à basse altitude au cours des 2 jours.

L'enquête a cerné 2 facteurs, soit la fatigue et l'exposition à des cannabinoïdes, qui, même si aucun lien direct n'a été établi entre eux et la prise de décisions du pilote et son rendement au cours du vol à l'étude, pouvaient nuire au rendement du pilote.

L'enquête n'a pas pu établir l'historique complet d'éveil et de sommeil du pilote ni, par conséquent, une évaluation complète de son état de fatigue. Cependant, l'enquête a déterminé que, dans les 29 heures qui ont précédé l'accident, le pilote aurait pu profiter de 3 périodes non consécutives pour dormir qui lui auraient donné seulement environ 4 heures de sommeil. Il n'a pas été possible de déterminer si le pilote a profité de ces périodes pour dormir. De plus, le pilote a consommé des boissons caféinées pendant la nuit qui a précédé l'événement à l'étude, ce qui pourrait l'avoir empêché de tirer parti de 2 des possibilités de dormir. Bien que l'enquête n'ait pas pu déterminer les effets du manque de sommeil du pilote sur son aptitude à prendre des décisions au cours du vol en cause, il avait vraisemblablement une fatigue aiguë au moment de l'accident. Si les pilotes ne profitent pas des possibilités de dormir entre les périodes de service, le risque de baisse du rendement dû à la fatigue augmente.

L'enquête a déterminé que des cannabinoïdes étaient présents dans le corps du pilote, indiquant qu'il en avait consommé à un certain moment avant l'accident. Même si les effets particuliers des cannabinoïdes sur le rendement et le moment auquel ils ont été consommés n'ont pas pu être déterminés, il a été démontré que les cannabinoïdes ont des effets sur la fonction cognitive et le rendement pendant de longues périodes après leur utilisation. Par exemple, ils sont associés à un risque accru d'accidents de la circulation. Les membres d'un équipage de conduite qui consomment des cannabinoïdes risquent de réduire leur rendement et leur aptitude à prendre des décisions, mettant en péril la sécurité du vol.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. L'hélicoptère volait à 58 pieds au-dessus de la rivière Restigouche.
2. La basse altitude et la vitesse de l'hélicoptère rendaient les obstacles, comme les câbles des lignes de transport d'électricité non balisées, difficiles à voir et à éviter.
3. Il est probable que le pilote ne savait pas que des lignes de transport d'électricité traversaient la rivière.
4. À cause des grands arbres situés de chaque côté de la rivière, le pilote aurait probablement eu de la difficulté à discerner les pylônes situés sur chaque rive, ce qui aurait pu l'alerter de la présence des câbles des lignes de transport d'électricité.
5. Le pilote n'a pas vu les câbles des lignes de transport d'électricité avant de les percuter.

Faits établis quant aux risques

1. Le vol à basse altitude est risqué, en particulier sans la planification et le vol de reconnaissance voulus. Il peut mener à une collision avec des câbles ou d'autres obstacles, ce qui augmente le risque de blessures ou de mort.
2. Si les pilotes ne profitent pas des possibilités de dormir entre les périodes de service, le risque de baisse du rendement dû à la fatigue augmente.
3. Les membres d'un équipage de conduite qui consomment des cannabinoïdes risquent de réduire leur rendement et leur aptitude à prendre des décisions, mettant en péril la sécurité du vol.
4. Lorsque la masse d'un aéronef dépasse la masse maximale au décollage certifiée, ses performances risquent d'être dégradées, ce qui pourrait compromettre la sécurité du vol.
5. Les normes actuelles de conception des radiobalises de repérage d'urgence n'imposent aucune contrainte en matière de résistance à l'impact du système d'antenne. Par conséquent, il y a un risque que l'intervention de services de recherche et de sauvetage pouvant sauver des vies soit retardée si l'antenne d'une radiobalise de repérage d'urgence est endommagée au cours d'un événement.

Autres faits établis

1. Il n'est pas facile de repérer le tronçon de la ligne de transport d'électricité situé à Flatlands-île Long sur la carte de navigation selon les règles de vol à vue.

2. Transports Canada a effectué une évaluation aéronautique selon le paragraphe 601.25(1) du *Règlement de l'aviation canadien* et a déterminé que les lignes de transport d'électricité qui traversaient la rivière Restigouche à Flatlands-île Long n'exigeaient pas de balisage ou d'éclairage.

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 du Canada sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 5 octobre 2017. Le rapport a été officiellement publié le 25 octobre 2017.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada (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.