



Bureau de la sécurité  
des transports  
du Canada

Transportation  
Safety Board  
of Canada



# RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A21C0088

## BASCULEMENT DYNAMIQUE

Hélicoptères Canadiens Limitée  
(faisant affaire sous le nom d'Acasta HeliFlight Inc.)

Bell 206L-1 (hélicoptère), C-GIKX  
Aérodrome de Hope Bay (Nunavut), 8 NM SSW

14 septembre 2021

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. **Le présent rapport n'est pas créé pour être utilisé dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.** Reportez-vous aux Conditions d'utilisation à la fin du rapport.

### Déroulement du vol

Le 14 septembre 2021, vers 6 h 43<sup>1</sup>, l'hélicoptère Bell 206L-1 (immatriculation C-GIKX, numéro de série 45672) d'Hélicoptères Canadiens Limitée (faisant affaire sous le nom d'Acasta HeliFlight Inc.) a décollé de l'aérodrome de Hope Bay (CHB3) (Nunavut) pour effectuer une série de vols selon les règles de vol à vue (VFR). Les vols consistaient à déplacer des personnes et du matériel dans la zone minière de Hope Bay. Entre 6 h 43 et 13 h, le pilote a effectué 13 décollages et atterrissages, dont un atterrissage et un décollage au site de forage 10, situé à 8 milles marins (NM) au sud-sud-ouest de CHB3. Le but du vol vers le site de forage 10 était de livrer des caisses à carottes et d'effectuer un changement de quart. L'hélicoptère s'est posé à 7 h 09. Les foreurs ont déchargé les caisses à carottes et les ont déposées au sol à droite de l'hélicoptère, qui a décollé à 7 h 15 pour retourner à CHB3.

<sup>1</sup> Les heures sont exprimées en heure avancée des Rocheuses (temps universel coordonné moins 6 heures).

À 14 h 54, l'hélicoptère a de nouveau décollé de l'hélicoptère de CHB3 pour déposer une radio portative et récupérer 2 téléphones au site de forage 10. Le pilote, qui était seul à bord de l'hélicoptère pendant ce vol, occupait le siège de droite et portait une ceinture sous-abdominale, une ceinture-baudrier et un casque. Les conditions de vent n'étaient pas enregistrées au site de forage; toutefois, il a été déterminé qu'au moment de l'approche de l'hélicoptère pour atterrir, il y avait un vent trois-quarts de face d'environ 10 à 15 nœuds soufflant de la gauche. Lors de l'approche, le pilote a remarqué les caisses à carottes à droite de l'aire d'atterrissage et un foreur qui attendait que l'hélicoptère se pose. Le foreur s'était positionné face à l'hélicoptère. Lorsque l'hélicoptère s'est approché du sol, le pilote a remarqué que le foreur était accroupi et regardait la queue de l'hélicoptère. Cela a attiré l'attention du pilote, qui craignait que la queue entre en conflit avec le relief ascendant.

À 15 h 01, l'hélicoptère s'est posé sur les patins et a maintenu un réglage de puissance de couple de 52 %. Pendant que l'hélicoptère reposait légèrement sur les patins, le pilote a retiré sa main gauche du collectif<sup>2</sup>, puis a ouvert la porte de pilote du siège de droite, mais on n'a pas pu déterminer avec quelle main. Le pilote s'est penché par la porte et a tourné la tête pour regarder la queue de l'hélicoptère. Alors que la tête du pilote était tournée, l'hélicoptère a commencé à basculer sur le côté droit, et le pilote a tenté de reprendre le collectif. Au cours de ce basculement dynamique, les pales du rotor principal sont entrées en contact avec le sol et se sont brisées. Le foreur a été mortellement blessé lorsqu'il a été heurté par des débris de pales de rotor. Le pilote, qui n'a pas été blessé, a coupé le moteur et est sorti de l'hélicoptère par le pare-brise avant brisé. Il y avait de la fumée, mais pas de feu. La radiobalise de repérage d'urgence de 406 MHz s'est activée et un signal a été reçu par le Centre conjoint de coordination des opérations de sauvetage à Trenton (Ontario).

### **Renseignements sur le pilote**

Le pilote était titulaire d'une licence canadienne de pilote professionnel - hélicoptère délivrée le 22 février 2017 et d'un certificat médical de catégorie 1 valide. Il a été embauché en mars 2017 par Acasta HeliFlight Inc. pour un poste au sol et a suivi une formation de pilote d'Hélicoptères Canadiens Limitée en 2018. Au moment de l'événement, sa licence était annotée des qualifications Bell 47, Bell 206 et Eurocopter EC30, et il totalisait 879,1 heures de vol, dont 722,7 sur le Bell 206. Les dossiers indiquent que le pilote était certifié et qualifié pour le vol.

### **Renseignements sur l'aéronef**

L'hélicoptère de l'événement à l'étude était un Bell 206L-1. L'hélicoptère est certifié pour les opérations terrestres dans des conditions VFR non givrantes de jour et de nuit. L'équipage de conduite minimum est composé de 1 pilote, qui est assis à droite. L'hélicoptère de l'événement à l'étude a été construit en 1981, était équipé d'un ensemble rotor à 2 pales ayant un rayon de rotor de

<sup>2</sup> « Le levier de pas collectif [...] entraîne un changement égal et simultané de l'angle de pas ou d'angle d'attaque de toutes les pales du rotor principal. Lorsque l'on élève le levier de pas collectif, l'angle d'attaque de toutes les pales du rotor principal augmente, ce qui entraîne une augmentation de la portance totale. [...] Lorsqu'on baisse le levier de pas collectif, naturellement l'inverse se produit. L'effet principal du déplacement du levier de pas collectif est un changement de hauteur et l'effet secondaire est un mouvement de lacet. (Source : Transports Canada, TP 9982, *Manuel de pilotage des hélicoptères*, deuxième édition [juin 2006], p. 10 et 11).

18,5 pieds (5,63 m) et était muni d'un seul moteur Allison 250-C30P. Au moment de l'événement, l'hélicoptère totalisait 15 746,2 heures de vol.

Le 27 juillet 2021, une inspection de la cellule de 150 heures/12 mois a été effectuée. À ce moment-là, l'hélicoptère avait volé 62,4 heures depuis la dernière inspection et aucune anomalie n'avait été signalée.

L'hélicoptère avait été modifié conformément à plusieurs certificats de type supplémentaires qui comprenaient la pose d'un train surélevé AAI<sup>3</sup>, de sabots de patin Dart<sup>4</sup>, d'un panier Aero Design<sup>5</sup> (installé sur le côté droit), d'un dispositif coupe-câble Bristol<sup>6</sup> et d'un système de surveillance du moteur<sup>7</sup> Aero-Dyne.

### Examen des lieux

Le BST ne s'est pas rendu sur les lieux de l'accident. La GRC (Gendarmerie royale du Canada) et le coroner de Cambridge Bay se sont rendus sur les lieux, qui était situé à 68°01'05.46" N et 106°40'06.43" W. Le terrain était mou jusqu'à une profondeur d'environ 5 pouces, inégal, et marqué par de petites dépressions et monticules.

L'hélicoptère avait subi des dommages importants et reposait sur le côté droit selon un cap vers l'est. La plupart des débris se trouvaient dans une petite zone près de l'hélicoptère; toutefois, des morceaux des pales du rotor principal ont été trouvés plus loin. L'ensemble de pales du rotor principal et le mât s'étaient séparés de la transmission et ont été retrouvés à côté de l'hélicoptère. Le conduit d'échappement et le capotage du moteur ont été écrasés, et la déformation du dispositif coupe-câble supérieur indiquait que l'hélicoptère avait peut-être roulé de presque 180° avant de retomber et de s'immobiliser sur son côté droit (figure 1).

---

<sup>3</sup> Federal Aviation Administration, certificat de type supplémentaire SH2804SO-D, *High Skid Landing Gear in accordance with Aeronautical Accessories, Inc. Drawing List Report AA-90009, révision P, en date du 22 juin 2006, et pose conformément au rapport AA-9055, révision H, en date du 28 juillet 2004, ou rapport AA-93083, révision S, en date du 8 décembre 2003, ou les révisions ultérieures approuvées par DAS*, délivré le 2 août 2013.

<sup>4</sup> Transports Canada, certificat de type supplémentaire SH92-17, *Utility Equipment Kit*, délivré le 26 octobre 2001.

<sup>5</sup> Transports Canada, certificat de type supplémentaire SH00-48, *Installation of Cargo Basket/External Attachment Provisions/Auxiliary Step/Quick Release Step*, délivré le 5 octobre 2017.

<sup>6</sup> Transports Canada, certificat de type supplémentaire SH93-46, *Installation of Wire Strike Protection System in accordance with FAA STC SH1173SO*, délivré le 14 juillet 1993.

<sup>7</sup> Transports Canada, certificat de type supplémentaire SH02-41, *Installation of Helicopter Performance Monitoring System*, délivré le 1<sup>er</sup> octobre 2003.

Figure 1. Photo de l'épave montrant l'hélicoptère sur son côté droit, le rotor principal et les caisses à carottes (Source : Gendarmerie royale du Canada)



La poutre de queue de l'hélicoptère a été endommagée, le plan fixe vertical et la poutre de queue ayant pivoté de 180°. Le rotor de queue est resté attaché et une pale a été endommagée, ce qui indique un impact à faible énergie avec le sol (figure 2).

Figure 2. Photo du rotor de queue (Source : Gendarmerie royale du Canada)



Le foreur a été retrouvé devant le nez de l'hélicoptère et à la gauche de celui-ci, à 29 pieds et 6 pouces (9,02 m) du mât de l'hélicoptère. Un morceau de la pale du rotor principal a été trouvé à environ 41 pieds (12,4 m) au-delà du foreur.

Les données du système de surveillance du moteur Aero-Dyne ont été envoyées au Laboratoire d'ingénierie du BST à Ottawa (Ontario) aux fins d'analyse. L'analyse n'a révélé aucune anomalie avec le moteur ou l'ensemble rotor, qui fonctionnaient probablement normalement au moment de l'accident.

### **Masse et centrage**

Un examen des renseignements de masse et de centrage à vide et d'exploitation fournis par la compagnie a révélé que l'hélicoptère respectait les limites spécifiées pour le vol à l'étude. Au moment de l'événement, il y avait environ 380 livres de carburant à bord de l'hélicoptère.

### **Basculement dynamique**

L'un des dangers associés aux opérations d'hélicoptère est le basculement dynamique, qui peut survenir pendant le décollage, l'atterrissage ou le vol stationnaire<sup>89</sup>. Les principes du basculement dynamique<sup>10</sup> sont abordés lors de la formation initiale et périodique et ont été traités pendant la formation périodique au sol du pilote en mars 2021.

Le basculement dynamique se produit lorsque le moment angulaire fait rouler ou pivoter un hélicoptère autour d'un patin ou d'un train d'atterrissage, plutôt que de son centre de gravité, jusqu'à ce que son angle de basculement critique soit atteint. L'angle moyen auquel il est impossible d'arrêter un hélicoptère déjà en mouvement de roulis est d'environ 15 à 17° selon l'hélicoptère, le vent et la charge<sup>11</sup>. Une fois que l'hélicoptère atteint l'angle de basculement critique, la poussée produite par le rotor principal, combinée au moment de roulis, fait que le roulis se poursuit, et le rétablissement en sollicitant le cyclique dans la direction opposée peut ne pas être possible. Si le levier de pas collectif est tiré lors d'un basculement dynamique, l'augmentation de la poussée angulaire entraînera une augmentation du taux de roulis. Par conséquent, la mesure corrective à prendre en cas de basculement dynamique consiste à abaisser doucement le levier de pas collectif. Cette mesure réduit la poussée produite par le rotor principal, ce qui réduit la composante de poussée latérale responsable de l'amorce du moment de roulis.

Le basculement dynamique peut être exacerbé<sup>12</sup> s'il y a un centre de gravité latéral du même côté que la direction du roulis (p. ex., un basculement dynamique vers la droite avec un centre de gravité latéral droit). Un vent de travers soufflant dans la même direction que le basculement peut également augmenter le taux de roulis. Dans l'événement à l'étude, le pilote occupait le siège de droite et l'hélicoptère a basculé vers la droite.

<sup>8</sup> J. Watkinson, *The Art of the Helicopter* (Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004), section 4.19 : Dynamic rollover, p. 153.

<sup>9</sup> Federal Aviation Administration, FAA-H-8083-21B, *Helicopter Flying Handbook* (2019), chapitre 11 : Helicopter Emergencies and Hazards, p. 11-11 à 11-14.

<sup>10</sup> Transports Canada, TP 9982, *Manuel de pilotage des hélicoptères*, deuxième édition (juin 2006), exercice 9, L'atterrissage, p. 37.

<sup>11</sup> Federal Aviation Administration, FAA-H-8083-21B, *Helicopter Flying Handbook* (2019), chapitre 11 : Helicopter Emergencies and Hazards, p. 11-11 à 11-14.

<sup>12</sup> J. H. Schmid, « Preventing dynamic rollover », Fondation pour la sécurité aérienne, *Helicopter Safety*, vol. 14, n° 1 (janvier/février 1989), p. 1–3, à l'adresse [http://flightsafety.org/hs/hs\\_jan-feb89.pdf](http://flightsafety.org/hs/hs_jan-feb89.pdf) (dernière consultation le 14 mars 2022).

## Mesures de sécurité prises

À la suite de l'accident, Hélicoptères Canadiens Limitée / Acasta HeliFlight Inc. a publié 2 articles dans le bulletin de la compagnie, l'un sur les basculements dynamiques et l'autre sur l'accident, attirant l'attention sur les faits et les circonstances.

## Message de sécurité

Cet événement mortel souligne à quel point il est important pour les pilotes d'hélicoptère de faire attention aux commandes de vol lorsque l'hélicoptère est au sol ou qu'il repose légèrement sur les patins afin d'éviter le plus possible les conditions pouvant entraîner un basculement dynamique.

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 16 mars 2022. Le rapport a été officiellement publié le 23 mars 2022.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada ([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 principaux enjeux de sécurité auxquels il faut remédier pour rendre le système de transport canadien encore plus sécuritaire. 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.

## À PROPOS DE CE RAPPORT D'ENQUÊTE

Ce rapport est le résultat d'une enquête sur un événement de catégorie 4. Pour de plus amples renseignements, se référer à la Politique de classification des événements au [www.bst.gc.ca](http://www.bst.gc.ca).

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.

## CONDITIONS D'UTILISATION

### Utilisation dans le cadre d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre

La *Loi sur le Bureau canadien d'enquête sur les accidents de transport et de la sécurité des transports* stipule que :

- 7(3) Les conclusions du Bureau ne peuvent s'interpréter comme attribuant ou déterminant les responsabilités civiles ou pénales.
- 7(4) Les conclusions du Bureau ne lient pas les parties à une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.

Par conséquent, les enquêtes du BST et les rapports qui en découlent ne sont pas créés pour être utilisés dans le contexte d'une procédure judiciaire, disciplinaire ou autre.

Avisez le BST par écrit si le présent rapport d'enquête est utilisé ou pourrait être utilisé dans le cadre d'une telle procédure.

### Reproduction non commerciale

À moins d'avis contraire, vous pouvez reproduire le présent rapport d'enquête en totalité ou en partie à des fins non commerciales, dans un format quelconque, sans frais ni autre permission, à condition :

- de faire preuve de diligence raisonnable quant à la précision du contenu reproduit;
- de préciser le titre complet du contenu reproduit, ainsi que de stipuler que le Bureau de la sécurité des transports du Canada est l'auteur;
- de préciser qu'il s'agit d'une reproduction de la version disponible au [URL où le document original se trouve].

### Reproduction commerciale

À moins d'avis contraire, il est interdit de reproduire le contenu du présent rapport d'enquête, en totalité ou en partie, à des fins de diffusion commerciale sans avoir obtenu au préalable la permission écrite du BST.

### Contenu faisant l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie

Une partie du contenu du présent rapport d'enquête (notamment les images pour lesquelles une source autre que le BST est citée) fait l'objet du droit d'auteur d'une tierce partie et est protégé par la *Loi sur le droit d'auteur* et des ententes internationales. Pour des renseignements sur la propriété et les restrictions en matière des droits d'auteurs, veuillez communiquer avec le BST.

### Citation

Bureau de la sécurité des transports du Canada, *Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A21C0088* (publié le 23 mars 2022).

Bureau de la sécurité des transports du Canada  
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.gc.ca](mailto:communications@bst.gc.ca)

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2022

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A21C0088

N° de cat. TU3-10/21-0088F-PDF

ISBN 978-0-660-42543-6

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.*