

Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A12C0084



IMPACT SANS PERTE DE CONTRÔLE

**DU BELL 206B, C-GUIK
EXPLOITÉ PAR SUNRISE HELICOPTERS INC.
À 6 NM AU SUD-OUEST D'ANGUSVILLE (MANITOBA)
LE 5 JUILLET 2012**

Canada

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

Rapport d'enquête aéronautique

Impact sans perte de contrôle

du Bell 206B, C-GUIK
exploité par Sunrise Helicopters Inc.
à 6 nm au sud-ouest d'Angusville (Manitoba)
le 5 juillet 2012

Rapport numéro A12C0084

Résumé

Le Bell 206B Jet Ranger (immatriculé C-GUIK, numéro de série 1908) exploité par Sunrise Helicopters Inc. effectue un vol d'épandage de fongicide près d'Angusville (Manitoba). Pendant un passage d'épandage, l'hélicoptère descend et touche la culture, puis heurte le sol. L'hélicoptère s'immobilise sur le côté avec des dommages importants. Le pilote est transporté à l'hôpital avec des blessures graves. L'accident s'est produit à la lumière du jour à 10 h 45, heure avancée du Centre, dans des conditions météorologiques de vol à vue. Aucun incendie ne s'est déclaré après l'impact. La radiobalise de repérage d'urgence de 406 MHz s'est activée dès l'impact.

This report is also available in English.

Renseignements de base

Déroulement du vol

Le pilote avait convoyé l'aéronef de North Bay (Ontario) jusqu'à Russell (Manitoba), arrivant le 30 juin 2012 pour effectuer de l'épandage aérien dans les environs. Un camion-citerne spécialement modifié avait également été envoyé à Russell. Le camion avait été modifié pour transporter à la fois des produits chimiques et du carburant aviation, et une plate-forme d'atterrissage avait été érigée sur celui-ci pour recevoir un hélicoptère doté de rampes de pulvérisation.

Pendant les opérations d'épandage, le camion était stationné face au vent dans la zone à pulvériser. Le pilote a atterri à maintes reprises sur la plate-forme, où un préposé de service d'escale de l'entreprise ravitaillait l'hélicoptère à la fois en carburant et en produits chimiques. La proximité du camion aux opérations d'épandage réduisait le temps de voyage, et la plate-forme surélevée réduisait le risque d'accrocher les rampes de pulvérisation pendant l'atterrissage et le décollage.

Les opérations d'épandage ont commencé le 1 juillet 2012, et elles ont eu lieu chaque jour jusqu'au jour de l'accident, le 4 juillet 2012. Les vols étaient effectués à une altitude de 15 pieds au-dessus du sol (agl), à une vitesse de 80 mi/h. À au moins 2 reprises au cours des jours précédents, le pilote avait piloté l'hélicoptère dans la culture et était retourné au camion avec des plantes dans le train d'atterrissage à patins de l'hélicoptère.

Le 4 juillet 2012, les opérations d'épandage ont commencé vers 8 h 30¹. Vers 10 h 30, l'hélicoptère volait en direction nord, vers un relief légèrement ascendant. L'hélicoptère a touché la culture, puis a heurté le sol. Le pilote a été capable de se dégager de l'épave et de retourner au camion-citerne à pieds. L'accident s'est produit derrière une crête entre le camion et l'hélicoptère, et n'a donc pas été vu par le préposé. Il n'y avait pas de surveillant ou d'autre membre du personnel de l'entreprise sur les lieux.

Conditions météorologiques

Aucun bulletin météorologique officiel n'est émis pour Angusville. Les conditions météorologiques signalées à 11 h pour Brandon (Manitoba), situé à 70 milles au sud-est des lieux de l'accident, étaient les suivantes : vent du nord-ouest à 12 nœuds avec rafales à 17 nœuds, visibilité de 15 milles terrestres (sm) et aucun nuage en dessous de 5100 pieds agl. La température s'élevait à 21 °C, et le calage altimétrique était de 29,74 pouces de mercure.

Les conditions météorologiques sur les lieux de l'accident étaient semblables. Des photos prises immédiatement après l'accident indiquent que le temps était clair. Les vents ont été mesurés sur les lieux pendant que se déroulaient les opérations d'épandage, et ils étaient de 18 km/h avec

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

rafales à 22 km/h, ce qui est cependant à l'intérieur des limites de l'entreprise de 25 km/h pour les opérations d'épandage.

Hélicoptère

Les dossiers indiquent que l'hélicoptère était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées. La masse et le centrage étaient dans les limites prescrites, et l'hélicoptère transportait une charge de carburant suffisante pour effectuer le vol. Aucune difficulté technique n'a été consignée pour l'aéronef avant l'événement. L'hélicoptère avait fait l'objet d'une inspection aux 100 heures le 28 juin 2012, environ 33 heures avant l'événement.

Un affichage du système de navigation pour l'agriculture (AGNAV) a été monté sur le côté droit du tableau de bord, directement dans de l'axe de vision du pilote. Le système AGNAV est un système de positionnement global (GPS) utilisé pour aider à répartir la pulvérisation de façon précise; il comprend une barre lumineuse facultative conçue pour être montée à l'extérieur. L'entreprise possédait cet équipement, mais avait cessé d'utiliser la barre lumineuse parce que les renseignements fournis par l'affichage AGNAV étaient plus utiles et devaient être vus. La barre lumineuse ne fournissait des renseignements que pour le côté gauche ou le côté droit de la trajectoire, et on trouvait qu'elle constituait une source supplémentaire de distraction par rapport aux tâches visant à assurer une marge de franchissement du relief.

Examen des lieux et de l'épave

Le champ était situé dans une zone légèrement vallonnée, d'une dimension approximative de 1 mille carré, ou de 640 acres. Le produit chimique était pulvérisé sur une culture de blé vert de 2 à 3 pieds de hauteur, qui remplissait le champ. La culture avait l'apparence d'un tapis uniforme, à l'exception d'une petite parcelle brune dans une zone de drainage basse. Des traces laissées par l'entrée des patins de l'hélicoptère dans le blé dans un relief ascendant menaient jusqu'à l'épave (photo 1). Elles indiquaient que l'hélicoptère était descendu dans la zone de drainage, puis avait commencé à remonter la pente hors de la zone de drainage. Il n'y avait aucun objet vertical ou autre élément discernable dans la direction du vol pour aider l'alignement de la trajectoire.

L'hélicoptère a heurté le sol légèrement incliné sur la droite. La rampe de pulvérisation droite a touché le blé, suivie de près par la rampe de pulvérisation gauche. Le nez de l'hélicoptère et le réservoir ventral Simplex ont heurté le sol de même que les pales du rotor principal, laissant 8 marques de pale de rotor distinctes dans le sol et la culture du côté droit du sillon laissé par l'épave. L'hélicoptère a capoté et a repris l'air, arrachant complètement la boîte de transmission principale, l'ensemble du rotor et la section de la queue de l'hélicoptère. L'hélicoptère s'est immobilisé sur le côté gauche, environ 225 pieds au-delà du point de contact initial avec la culture.

L'épave a été examinée sur les lieux. Il n'y avait aucun signe de défaillance avant ou pendant le vol. Tous les bris des systèmes de commande étaient dus à une surcharge, et ont été attribués à la collision et à la force de l'impact. Les dommages aux pales du rotor principal et à l'arbre

d'entraînement du moteur étaient caractéristiques d'une transmission normale de la puissance du moteur aux pales du rotor principal au moment de l'impact.

Au moment de l'accident, le pilote portait un casque et était retenu par un harnais à 4 points.

Renseignements sur le pilote

Le pilote possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Sunrise Helicopters Inc. a embauché le pilote en juin 2010, après que celui-ci a obtenu son diplôme d'un programme de formation au pilotage de 8 mois d'une école de pilotage située à North Bay (Ontario). Au moment de l'obtention de son diplôme, le pilote avait cumulé environ 102 heures de vol sur hélicoptère, principalement sur des hélicoptères Robinson R22 et R44. Pendant ses 2 premières années à l'emploi de Sunrise Helicopters Inc., le pilote a travaillé comme avitailleur de produits chimiques pour les opérations d'épandage.

Formation

En mai 2012, le pilote a reçu 10,4 heures de formation en vol spécifique aux hélicoptères Bell 206B. En juin 2012, le pilote a été formé par le pilote en chef de l'entreprise aux opérations d'épandage forestier avec un hélicoptère Bell 206B. La formation en épandage était toujours menée à une altitude de 10 pieds au-dessus des arbres, qui fournissaient des points de référence pour le maintien de l'alignement et de l'altitude. Aucun vol de formation n'a été effectué au-dessus d'un relief semblable à celui du vol ayant mené à l'accident, qui était constitué d'une surface uniforme avec peu de contraste et aucune référence verticale pour évaluer l'altitude ou l'alignement. La formation en vol d'épandage a duré 12,1 heures, et elle s'est terminée le 26 juin 2012. Environ 11 heures de la formation du pilote étaient consacrées à l'utilisation d'un GPS appelé AGNAV. Le pilote était formé à l'utilisation du système AGNAV pour l'aider à établir un tracé d'épandage précis, mais il devait sélectionner et utiliser des références visuelles externes pour l'alignement. Avant d'utiliser l'AGNAV dans l'hélicoptère, la formation sur l'AGNAV était donnée en classe, et une formation pratique supplémentaire était donnée sur un appareil de formation au sol doté de roues.

Le manuel de procédures d'épandage aérien de l'entreprise² contient les renseignements suivants :

[Traduction]

PROCÉDURES DU SYSTÈME GPS AGNAV

QUAND UTILISER L'AGNAV

- L'AGNAV devrait être testé et configuré pour la tâche suivante avant de l'entreprendre.

² *Aerial Application Procedures, AGNAV GPS System Procedures, 10 juillet 2012.*

- Il faut effectuer tous les réglages de l'AGNAV dans le poste de pilotage ou au sol avant de décoller ou lorsqu'une altitude sécuritaire est atteinte, et ce, afin de s'assurer que l'aéronef ne risque pas de heurter un danger ou obstacle dans les environs.

QUAND REGARDER L'AGNAV

- L'AGNAV a pour but **d'aider** à créer des lignes plus droites et à assurer une bonne couverture de la zone d'épandage. Ainsi, une attention suffisante doit être accordée à l'utilisation des caractéristiques de la zone et à une bonne planification afin d'effectuer la majorité de l'épandage.
- Il ne faut pas diriger la majorité de son attention à l'AGNAV.
- Il faut mettre au point une méthode de balayage permettant de parcourir visuellement l'AGNAV, les indicateurs, une photo aérienne (s'il y a lieu) et l'extérieur.
- Il faut consacrer la majeure partie de son temps à ce qui se passe de l'autre côté de la fenêtre, à regarder où on va et à **PILOTER L'AÉRONEF**.
- Un bref coup d'œil à l'écran de l'AGNAV ne devrait prendre que quelques secondes.

AVERTISSEMENT!

Trop regarder l'écran de l'AGNAV ou le faire trop longtemps aura pour effet de détourner l'attention du pilotage de l'aéronef, ce qui pourrait entraîner des blessures ou la perte de vie.

Deux jours après cette formation, le pilote a effectué un vol sur l'appareil C-GUIK à destination de Russell pour commencer les opérations d'épandage dans les environs. Lorsque l'accident s'est produit, le pilote avait cumulé un total d'environ 200 heures de vol avec quelque 120 heures d'expérience sur le type d'aéronef en cause.

Les dossiers indiquent qu'au cours des 4 jours avant l'accident, le pilote avait volé environ 22 heures et avait travaillé quelque 30 heures en tout. Le soir avant l'accident, le pilote avait fini de voler vers 19 h 16.

Risque en cours de vol d'hélicoptère à basse altitude

Les opérations d'épandage aérien à très basse altitude sont caractérisées par une charge de travail élevée et un risque plus élevé de conséquences graves à la suite d'une distraction ou d'une perte d'attention que les opérations qui ne sont pas effectuées à basse altitude³. Il existe

³ L'entreprise a connu 2 autres accidents en 2012 liés aux opérations d'épandage. Le dossier de l'événement numéro A12C0083 du BST porte sur le vol d'un Bell 206B au cours duquel une

un risque de saturation des tâches avant que le pilote puisse reconnaître une situation dangereuse. Les forces armées des États-Unis ont élaboré et officialisé des concepts de sensibilisation au vol à basse altitude, utilisés conjointement avec la formation au vol à basse altitude pour l'application de ces concepts, afin d'atténuer le risque de saturation des tâches et de contact avec le relief pendant les vols à basse altitude. Les renseignements suivants sont tirés d'un manuel de pilotage produit par la US Naval Air Training Command⁴.

Ces concepts de sensibilisation au vol à basse altitude divisent les tâches en 2 catégories : les tâches liées à la marge de franchissement du relief et les tâches liées à la mission. Les tâches liées à la marge de franchissement du relief font référence à tout effort mental ou physique déployé pour éviter de heurter le sol et elles comprennent 4 sous-tâches :

- la maîtrise aérodynamique de l'aéronef : le processus de maintien de l'aéronef dans son domaine de vol;
- trajectoire de vol : le processus d'évaluation et de modification de l'altitude et de l'azimut de la trajectoire de vol de l'aéronef;
- maintien de l'altitude : le processus d'évaluation et de modification de l'altitude de l'aéronef par rapport au relief;
- contrôle temporel : fait référence à la connaissance de quand et pendant combien de temps on peut « ignorer » la trajectoire de vol et le maintien de l'altitude. Le contrôle temporel est considéré comme l'élément clé d'une bonne gestion des tâches. Il est aussi considéré comme l'élément le plus difficile à apprendre et le plus difficile à maîtriser.

Les tâches liées à la mission sont toutes les activités qui restent, et elles sont réparties en 2 sous-tâches :

- tâches critiques : fonctions nécessitant une attention immédiate pour remplir la mission;
- tâches non critiques : fonctions dont le délai d'exécution peut être plus souple.

La formation au pilotage à très basse altitude doit mettre l'accent sur les tâches liées à la marge de franchissement du relief et non pas sur celles liées à la mission. Lorsque les tâches liées à la mission l'emportent sur celles liées à la marge de franchissement du relief, il peut se produire un impact avec le sol. La formation doit mettre l'accent sur l'acquisition d'un sens du temps de contre-vérification des tâches liées à la mission, c'est-à-dire le temps disponible pour les tâches

rampe de pulvérisation a heurté le sol au décollage de la plate-forme du camion de mélange, causant des dommages importants résultant de l'autorotation subséquente, mais aucune blessure. Le dossier d'événement numéro A12O0162 du BST porte sur un Bell 206B qui est entré en collision avec le relief lors d'un virage à la fin d'une passe d'épandage sur une largeur de champ, causant des dommages importants à l'hélicoptère, mais aucune blessure au pilote. Les 2 événements mettaient en cause d'autres pilotes et aéronefs que ceux de l'événement faisant l'objet du présent rapport.

⁴ United States Navy, CNATRA P-12 (New 07-07), *Flight Training Instruction: Low Altitude Awareness Training (LAAT)*, Naval Air Training Command, Naval Air Station Corpus Christi (Texas), 2007.

critiques et les tâches non critiques une fois qu'on a effectué les tâches liées à la marge de franchissement du relief.

Calcul du temps avant impact

Les tableaux 1 et 2 indiquent le temps avant impact qui résulterait de différentes variations de l'angle de trajectoire de vol⁵. Le cas 1 représente les conditions du vol en cause, et le cas 2 représente les conditions de vol dans lesquelles le pilote a été formé et a volé dans le cadre d'opérations d'épandage forestier.

Tableau 1. Cas 1 (80 mi/h, 15 pieds au-dessus du relief)

Angle de trajectoire de vol (degrés)	Temps avant impact (secondes)
-5,00	1,5
-2,00	3,6
-1,00	7,3
-0,75	9,7
-0,50	14,0
-0,25	29,0

Tableau 2. Cas 2 (80 mi/h, 10 pieds au-dessus du relief)

Angle de trajectoire de vol (degrés)	Temps avant impact (secondes)
-5,00	1,0
-2,00	2,4
-1,00	4,8
-0,75	6,5
-0,50	9,7
-0,25	19,4

⁵ Calculs fournis par le Laboratoire du BST.

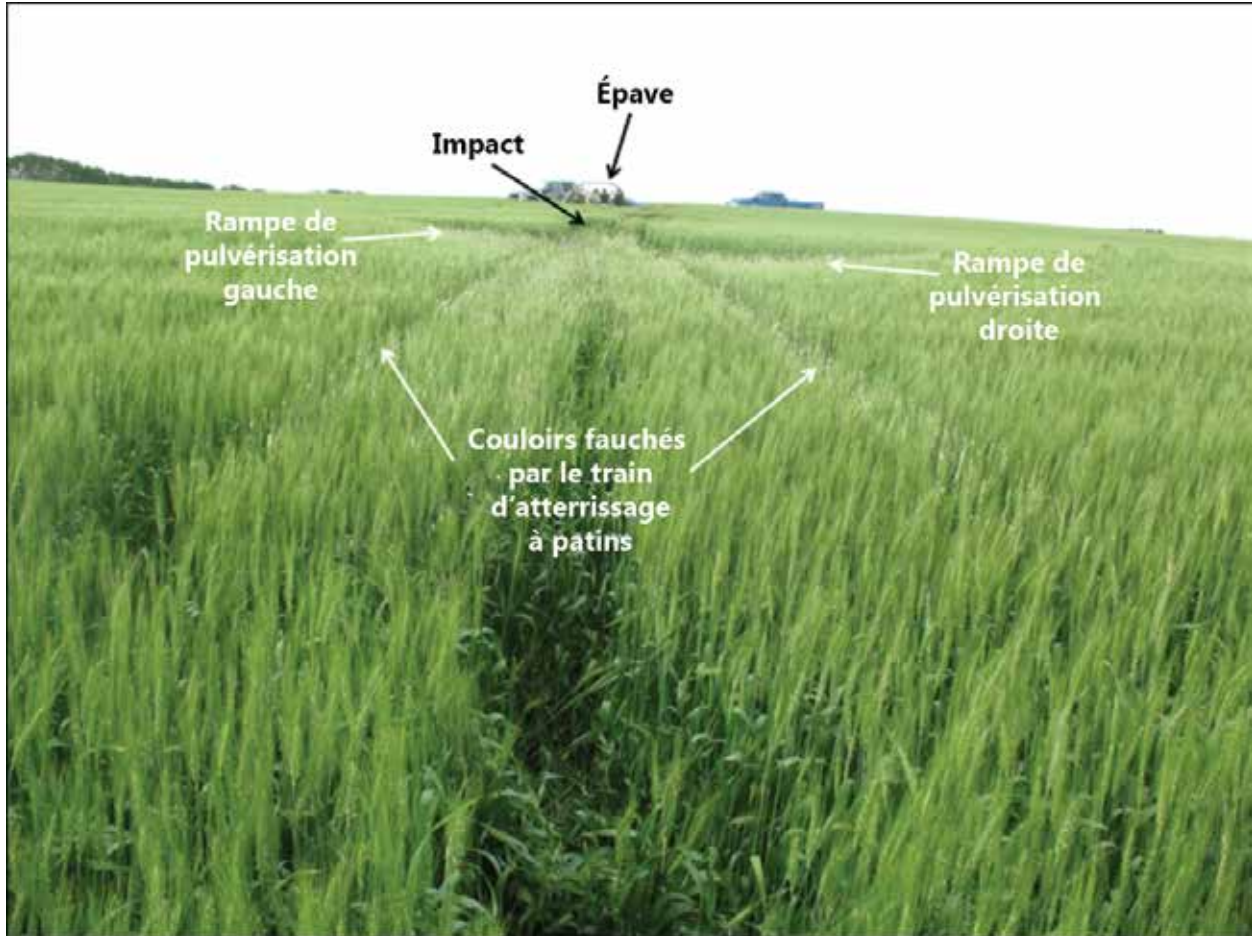


Photo 1. Emplacement de l'épave

Perception de la hauteur et de la profondeur

Lorsqu'ils survolent le désert, la neige, l'eau ou toute autre zone dépourvue de contraste, les pilotes peuvent avoir de la difficulté à évaluer leur altitude au-dessus du relief. Cette difficulté est liée au manque de références visuelles. Le *US Army Field Manual*⁶ indique ce qui suit :

[Traduction]

ILLUSION DE PERCEPTION DE LA HAUTEUR-PROFONDEUR

9-27. L'illusion de perception de la hauteur-profondeur est causée par une insuffisance d'indices visuels et peut entraîner la perte du sens de la profondeur chez un membre d'équipage. Survoler une zone dépourvue de références visuelles – comme le désert, la neige ou l'eau – fera perdre à un membre d'équipage son sens de la hauteur. L'aviateur, évaluant mal la véritable altitude de l'aéronef, peut voler dangereusement bas par rapport au sol ou à tout autre obstacle au-dessus du sol.

⁶ *US Army Field Manual* No. 3-04.301(1-301): Aeromedical Training for Flight Personnel, chapitre 9 – Spatial Disorientation.

Voler dans une zone où la visibilité est diminuée par le brouillard, la fumée ou la brume peut produire la même illusion.

Analyse

Rien n'indique que l'événement ait pu être causé par une défaillance d'un système de l'aéronef. Par conséquent, l'analyse met l'accent sur les facteurs opérationnels et environnementaux qui ont contribué à l'événement et aux blessures subies par le pilote.

La formation en vol du pilote relative aux opérations d'épandage et à l'utilisation du système de navigation agricole (AGNAV) a été donnée dans des conditions d'épandage forestier, à une altitude de 10 pieds au-dessus des arbres. Même si on peut considérer que le risque est plus élevé à une altitude de 10 pieds qu'à une altitude de 15 pieds, les références de cap extérieures réduisaient le temps nécessaire pour vérifier l'AGNAV, et les textures du couvert des arbres fournissaient des références extérieures suffisantes pour le maintien de l'altitude et l'évitement d'obstacles. Par conséquent, le pilote a acquis un sens du temps de contre-vérification des tâches liées à la mission en fonction de cet environnement de formation.

Les 2 tableaux précisant le temps avant impact pour différents angles de trajectoire de vol indiquent une augmentation du temps avant impact d'environ 50 % en volant à 15 pieds au-dessus du relief par rapport à 10 pieds. Cependant, cette déclaration présume que l'estimation par le pilote de l'altitude au-dessus du relief est exacte. Le champ dans lequel les opérations d'épandage ont eu lieu était constitué d'une surface uniforme avec peu de contraste et aucune référence verticale pour juger de l'altitude avec précision. En plus, les vents en rafale ont vraisemblablement contribué à la charge de travail nécessaire pour maintenir une altitude stable. Le manque de références de cap extérieures a vraisemblablement augmenté l'attention que le pilote portait à l'affichage AGNAV, en plus de réduire le temps disponible pour les activités liées à la marge de franchissement du relief. Le pilote avait volé dans la culture à 2 occasions avant le vol en cause, ce qui indique qu'il avait de la difficulté avec ces 2 formes de jugement. Par conséquent, il se peut fort bien que le pilote avait une appréciation irréaliste du temps de contre-vérification des tâches liées à la mission, et que ceci, en plus de son évaluation de l'altitude, aient entraîné l'impact avec le sol.

En plus d'un manque de formation au-dessus d'un relief semblable, le pilote avait une expérience de vol globale de moins de 200 heures en tout. Ce jumelage d'un pilote sans expérience à une charge de travail élevée et intense, dans des opérations d'épandage à haut risque à une altitude de 15 pieds au-dessus du sol (agl), a placé des attentes irréalistes sur le pilote pour qu'il termine l'opération.

En outre, on a attribué au pilote la responsabilité d'une opération d'épandage à haut risque sans que celui-ci ait de supervision ou de mentorat de la part d'un membre du personnel de l'entreprise avec de l'expérience. Par conséquent, la sécurité a été laissée à la discrétion du pilote, qui a essayé de terminer l'opération malgré le fait qu'il avait eu 2 quasi-collisions avec le relief.

Même si le pilote a subi des blessures graves, le fait qu'il portait un casque et qu'il a utilisé le harnais à 4 points a vraisemblablement accru ses chances de survivre à l'impact.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le niveau d'expérience du pilote était faible pour la complexité de la tâche attribuée, et a placé des attentes irréalistes sur le pilote pour la réussite de l'opération.
2. La nature uniforme de la culture, en plus de l'absence de références verticales, ont rendu difficile l'évaluation de l'altitude au-dessus du relief.
3. Le pilote ne faisait l'objet d'aucune supervision à Angusville.
4. Le pilote a continué d'effectuer les opérations d'épandage même après avoir volé dans la culture à 2 reprises.
5. L'évaluation par le pilote de l'altitude au-dessus du sol et le concept de temps disponible pour effectuer les tâches liées à la mission ont vraisemblablement entraîné la collision avec le relief.

Autres faits établis

1. Le port d'un casque et l'utilisation du harnais à 4 points ont probablement accru les chances du pilote de survivre à l'impact.

Mesures de sécurité

Mesures de sécurité prises

Sunrise Helicopters Inc.

Sunrise Helicopters Inc. a embauché un gestionnaire du risque pour réduire le risque, et une évaluation des risques officielle par rapport aux dangers est dorénavant requise pour tous les contrats.

Tous les pilotes employés par l'entreprise pour effectuer de l'épandage doivent avoir cumulé au moins 2000 heures de vol en tout.

L'expérience du pilote sera appariée aux exigences du contrat.

Un programme de mentorat a été lancé, et un chef pilote sera sur les lieux pour superviser un pilote débutant pour les 50 premières heures des opérations d'épandage. Si le rendement du pilote est considéré comme satisfaisant, le pilote pourra être déployé sans supervision directe.

La formation comprend maintenant des opérations à 15 pieds au-dessus du sol (agl) au-dessus du terrain de l'aéroport. La formation à l'épandage sera donnée aux nouveaux pilotes aux altitudes au-dessus du sol pour des opérations tant forestières qu'agricoles.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 29 mai 2013. Il est paru officiellement le 21 juin 2013.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits, visitez son site Web (www.bst-tsb.gc.ca). Vous y trouverez également la Liste de surveillance qui décrit les problèmes de sécurité dans les transports présentant les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a établi que les mesures prises jusqu'à présent sont inadéquates, et que tant l'industrie que les organismes de réglementation doivent prendre de nouvelles mesures concrètes pour éliminer ces risques.