



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A14O0218



Risque de sortie de piste à l'atterrissage

Sky Regional Airlines

DHC-8-400 (C-FSRN)

Aéroport Billy Bishop de Toronto (Ontario)

3 octobre 2014

Canada 

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-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 A14O0218

No de cat. TU3-5/14-0218F-PDF
ISBN 978-0-660-07165-7

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 A14O0218

Risque de sortie de piste à l'atterrissage

Sky Regional Airlines

DHC-8-400 (C-FSRN)

Aéroport Billy Bishop de Toronto (Ontario)

3 octobre 2014

Résumé

Le 3 octobre 2014, le DHC-8-400 (immatriculé C-FSRN, numéro de série 4170) exploité par Sky Regional Airlines effectuait le vol 7519 (SKV7519) prévu depuis l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau de Montréal (Québec) à destination de l'aéroport Billy Bishop de Toronto (Ontario). Ce vol s'est déroulé selon les règles de vol aux instruments avec 4 membres d'équipage et 62 passagers à bord. Durant l'atterrissage en plein jour, soit à 16 h 49, heure avancée de l'Est, l'équipage de conduite a eu de la difficulté à stopper l'aéronef avant l'extrémité de la piste. L'équipage a dû diriger l'aéronef sur une voie de circulation pour empêcher sa sortie en bout de piste. L'aéronef n'a subi aucun dommage et il n'y a eu aucun blessé.

This report is also available in English.

Renseignements de base

Déroulement du vol

À 15 h 47¹ le 3 octobre 2014, C-FSRN (l'aéronef) a décollé de l'Aéroport international Pierre-Elliott-Trudeau de Montréal (CYUL, Québec) pour effectuer un vol prévu à destination de l'aéroport Billy Bishop de Toronto (CYTZ, Ontario). Le commandant de bord, qui occupait le siège de gauche, était le pilote aux commandes (PC). Le copilote, qui occupait le siège de droite, était le pilote surveillant (PS). La phase du vol effectuée à l'altitude de croisière s'est déroulée au niveau de vol 200², sans incident.

L'équipage de conduite a reçu l'autorisation d'effectuer une approche guidée par système d'atterrissage aux instruments/équipement de mesure de distance (ILS/DME) vers la piste 26 à CYTZ. À 16 h 43, l'aéronef a viré à gauche pour intercepter le radiophare d'alignement de piste. L'aéronef se trouvait alors à environ 11 nm du seuil de la piste, à une altitude de 3000 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl), les volets sortis à 5°.

L'équipage de conduite a sorti le train d'atterrissage peu de temps après, lorsque l'aéronef a intercepté le radiophare d'alignement de piste, qui était décalé de 3° du cap de piste. Les volets étaient sortis à 15°, et à 16 h 44, ils étaient réglés à 35° alors que l'aéronef se trouvait à 6,8 nm de la piste. La vitesse d'approche (V_{APP}) de l'aéronef sélectionnée était de 120 nœuds ($V_{REF}^3 + 5$ nœuds). L'équipage de conduite a débrayé le pilote automatique lorsque l'aéronef a intercepté l'alignement de descente par le dessous.

À 5,4 nm de la piste, l'aéronef suivait un alignement de descente de 4,8°, et l'équipage de conduite a amorcé la descente finale depuis 3000 pieds asl. La vitesse anémométrique était de 117 nœuds. L'équipage de conduite a tenu l'axe de l'ILS sans incident, et le taux de descente variait généralement de 600 à 1000 pieds par minute (pi/min).

À 16 h 48 min 4 s, alors que l'aéronef se trouvait à 1,9 nm de la piste et franchissait 1200 pieds agl en descente, un virage à droite a été amorcé pour aligner l'aéronef avec le prolongement de l'axe de piste. L'aéronef a commencé à descendre sous l'alignement de descente de 4,8° alors l'équipage de conduite faisait la transition du système ILS à l'approche visuelle à 3,3° au moyen du système de guidage tête haute (HGS).

À 16 h 48 min 25 s, le dispositif avertisseur de proximité du sol (GPWS) a généré un avertissement d'alignement de descente. L'équipage de conduite a annulé l'avertissement du GPWS durant la transition à l'angle de trajectoire de vol de 3,3°, conformément à la

¹ Les heures sont exprimées en heure avancée de l'Est (temps universel coordonné moins 4 heures).

² Niveau de vol 200 : 20 000 pieds asl à la pression standard.

³ V_{REF} est la « vitesse d'approche à une hauteur de 50 pieds au-dessus de la piste en configuration d'atterrissage ».

formation reçue. À 580 pieds au-dessus du niveau du sol (agl)⁴, l'aéronef convergeait par le dessus vers l'angle de trajectoire de vol de 3,3°, et la vitesse anémométrique était de 119 nœuds.

Le taux de descente était d'environ 1300 pi/min, et la distance du seuil de la piste était de 1,3 nm. Durant cette période, selon le bulletin météorologique, l'aéronef volait dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC) sous une pluie légère et dans la brume.

Selon la politique d'approche stabilisée dans des conditions VMC de Sky Regional Airlines, un aéronef devrait être stabilisé à 500 pieds et les approches devraient se faire à une vitesse anémométrique et à un taux de descente stabilisés, suivant un profil constant ou prévu. Le taux de descente maximal est de 1000 pi/min, à moins que l'équipage de conduite ait reçu un exposé en vue d'une approche à pente plus forte⁵.

À 16 h 48 min 30 s, l'aéronef a franchi 500 pieds agl en descente. L'aéronef ne satisfaisait pas aux critères d'approche stabilisée : il ne suivait pas un profil constant ou prévu, et le taux de descente diminuait à 1200 pi/min. En outre, durant sa transition à l'angle de trajectoire de vol de 3,3°, l'aéronef ne tenait plus l'axe d'alignement de descente plus prononcé de 4,8°. Par conséquent, le taux de descente était également supérieur à l'exigence de 1000 pi/min (annexe A).

L'équipage de conduite a fini par stabiliser l'aéronef sur l'angle de trajectoire de vol de 3,3° alors qu'il franchissait 250 pieds en descente. L'aéronef est demeuré sur cette trajectoire de vol jusqu'à la phase d'atterrissage.

À 16 h 48 min 48 s, l'aéronef était à 180 pieds agl, la vitesse anémométrique était de 120 nœuds, le taux de descente était d'environ 700 pi/min, et la distance du seuil de piste était de 0,5 nm. L'aéronef a franchi le seuil de piste à 16 h 49 min 4 s, à environ 7 pieds agl et à une vitesse anémométrique de 118 nœuds. L'angle des manettes des gaz (PLA) était de 47° (au-delà de la position FLIGHT IDLE [ralenti de vol, 35°]) (annexe B).

L'enregistreur de données de vol (FDR) a enregistré un signal de référence air-sol (WOW) momentané du train principal à 16 h 49 min 8 s. Toutefois, les données d'accélération verticale indiquaient un contact du train d'atterrissage principal avec la piste jusqu'à 0,6 seconde plus tôt. Durant le premier signal WOW enregistré à 16 h 49 min 8 s, un facteur de charge verticale d'environ +1,2 g a été enregistré, et la vitesse anémométrique était de 120 nœuds. L'aéronef s'est posé à environ 770 pieds au-delà du seuil de la piste; il restait donc 3218 pieds de piste (annexe C).

Durant le toucher des roues, le PLA était à 47°, donc au-delà de la position FLIGHT IDLE, ce qui est contraire aux procédures d'exploitation normalisées (SOP) de Sky Regional Airlines.

⁴ Les altitudes sont exprimées par rapport au niveau du sol (agl), sauf indication contraire.

⁵ Sky Regional Airlines, *Sky Regional Company Operations Manual*, chapitre 3, page 34, révision 5, 4 octobre 2013.

Ces SOP stipulent que les manettes des gaz doivent être tirées en position FLIGHT IDLE (35°) juste avant le toucher des roues⁶.

À 16 h 49 min 9 s (1 seconde après le premier signal WOW), un second signal WOW du train principal a été enregistré, constant celui-là, indiquant que le train principal était comprimé à fond. Comme prévu, les déporteurs sol se sont déployés. La vitesse anémométrique était de 120 nœuds ($V_{REF} + 5$ nœuds), l'équipage de conduite a réduit le PLA à 38° (toujours au-delà de la position FLIGHT IDLE), et l'aéronef se trouvait à environ 970 pieds au-delà du seuil de la piste; il ne restait alors que 3018 pieds de piste.

Environ 2 secondes après le signal de référence air-sol complète du train principal, le PLA était maintenu à 29° (en deçà de la position FLIGHT IDLE, mais pas en position DISC [20°]). Les couples moteurs étaient de 0 %, et l'aéronef se trouvait à environ 1360 pieds au-delà du seuil de la piste; il ne restait plus que 2628 pieds de piste.

Après le toucher du train principal, le PC a maintenu les sollicitations d'assiette en cabré (annexe D). Environ 3 secondes après le signal de référence air-sol complète du train principal, l'équipage de conduite a accru les sollicitations d'assiette en cabré à plein cabré et a tiré sur les manettes des gaz. L'indication de référence air-sol du train avant a été enregistrée à 16 h 49 min 16 s, ce qui indique que le train avant s'est posé 7,2 secondes après le second signal de référence air-sol du train principal. À ce stade, la vitesse anémométrique était de 90 nœuds, le cap était le 262° magnétique (M) et le PLA était de 20° (position DISC). L'aéronef se trouvait à environ 2310 pieds au-delà du seuil de la piste et il restait 1678 pieds de piste devant.

La sollicitation d'assiette en cabré décrite ci-dessus est contraire aux SOP de Sky Regional Airlines, d'après lesquelles [traduction] « il faut rapidement poser le train avant au sol après le toucher du train principal⁷ ». En outre, les manettes des gaz doivent se trouver en position DISC après le toucher des roues⁸.

L'enregistreur montre qu'à 16 h 49 min 18 s, le PC a appliqué un freinage léger, développant quelque 500 livres de pression de freinage par pouce carré (lb/po²); la pression de freinage maximale est de 3000 lb/po². La vitesse anémométrique était alors de 83 nœuds et le PLA était en position DISC. L'aéronef roulait sur la piste au cap 262 °M et se trouvait à environ 2640 pieds au-delà du seuil de la piste. Il ne restait plus que 1348 pieds de piste.

À 16 h 49 min 21 s, alors qu'il ne restait qu'environ 1040 pieds de piste, le PC a augmenté la pression de freinage à environ 1100 lb/po². La vitesse anémométrique était alors de 74 nœuds, le PLA était en position DISC, et les couples moteurs étaient à 8 %.

⁶ Sky Regional Airlines, *Skyregional DH8-400 Aircraft Operations Manual*, volume 1, chapitre 3, page 91, version 1, 14 octobre 2013. Les SOP ont été modifiées le 1^{er} juin 2015.

⁷ *Ibid.*

⁸ *Ibid.*

À 16 h 49 min 23 s, l'équipage de conduite a continué de tirer sur les manettes des gaz jusqu'à ce que la vitesse sol diminue à 57 nœuds. Il ne restait plus que quelque 720 pieds de piste, le cap était le 262 °M, et le PLA se trouvait maintenant à 0° (en position MAX REV [pas inverse maximal]).

Durant la course à l'atterrissage, le PC a utilisé la poignée de la commande de direction pour tenter d'orienter l'aéronef vers la voie de circulation Alpha située près de l'extrémité de la piste 26. Le train avant s'est alors mis à pivoter. La poignée de la commande de direction sert habituellement à diriger l'aéronef durant le roulement au sol à basse vitesse⁹.

À 16 h 49 min 25 s, alors qu'il ne restait que quelque 560 pieds de piste, le PC a appliqué la pression de freinage maximale (3000 lb/po²), et l'aéronef s'est mis à dévier de l'axe de piste vers la droite. La vitesse sol était de 53 nœuds au cap 264 °M. Durant la déviation vers la droite, l'enregistreur a consigné une certaine accélération latérale positive (jusqu'à +0,26 g).

À 16 h 49 min 32 s, l'aéronef a viré à droite jusqu'au cap 290 °M et a commencé à quitter la piste à l'intersection de la voie de circulation Alpha, en ralentissant à une vitesse sol de 21 nœuds. Deux secondes plus tard, les 2 pilotes ont momentanément appliqué le frein de droite (1200 lb/po²) alors que l'aéronef continuait de tourner à droite jusqu'au cap 302 °M à une vitesse sol de 15 nœuds.

L'aéronef a alors roulé sur la voie de circulation Alpha (cap 052 °M) à basse vitesse pendant moins de 1 minute avant de s'immobiliser à 16 h 50 min 8 s afin de réenclencher la poignée de la commande de direction.

Après l'arrivée à la porte d'embarquement, l'équipage de conduite a demandé au personnel de maintenance d'inspecter le train avant pour voir s'il avait été endommagé. Comme aucun dommage n'a été constaté, l'aéronef et l'équipage de conduite en cause ont quitté CYTZ pour le vol de retour à CYUL.

Durant l'atterrissage à CYUL, le toucher du train avant et les manipulations des manettes des gaz se sont faits de la même façon que lors du vol à l'étude (annexe E).

Équipage de conduite

Les dossiers indiquent que l'équipage de conduite possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Le commandant de bord avait accumulé environ 4500 heures de vol, dont 1500 heures à bord du DHC-8-400, et 400 heures comme commandant de bord sur type. Le commandant de bord était au service de cet exploitant aérien depuis 2 ans. Il avait été récemment promu à ce rang de celui de copilote sur type. Le commandant de bord avait terminé la formation et le vol de vérification de compétence nécessaires environ 5 mois avant l'événement.

⁹ Sky Regional Airlines, *Skyregional DH8-400, Aircraft Operations Manual*, volume 1, chapitre 3, "Normal Procedures", page 61, 14 octobre 2014.

Le copilote avait accumulé environ 4100 heures de vol, y compris environ 1050 heures à bord du DHC-8-400; le copilote était au service de l'exploitant aérien depuis 1,5 an. Le copilote avait terminé en juillet 2014 la formation périodique et les vols de vérification de compétence nécessaires.

Au moment de l'événement, les approches non stabilisées faisaient partie de la formation initiale et d'appoint du programme de formation des équipages de conduite de Sky Regional Airlines. Toutefois, il s'agissait d'une formation au sol qui ne comprenait pas la reconnaissance d'approches non stabilisées sur simulateur. À l'heure actuelle, la réglementation n'exige pas que l'entraînement sur simulateur comprenne la reconnaissance d'approches non stabilisées.

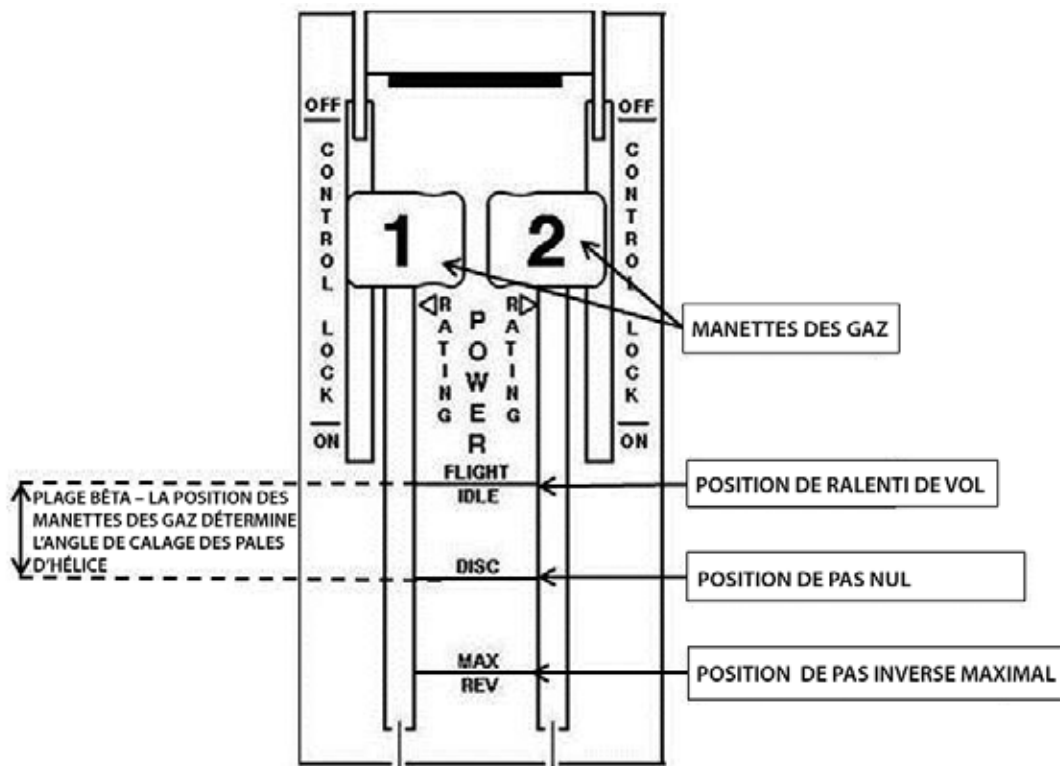
Systemes de bord

Manettes des gaz

Le système de propulsion de l'aéronef compte 2 moteurs et 2 hélices montés sur les ailes. L'équipage de conduite utilise les manettes des gaz, situées sur le pylône de commande du poste de pilotage, pour commander la puissance moteur (figure 1). Le manuel d'utilisation de l'avion¹⁰ (AOM) de Bombardier pour cet aéronef décrit en détail ces manettes, dont le texte est repris en partie ci-dessous.

¹⁰ Bombardier Aéronautique, *Bombardier Q400 Aeroplane Operating Manual*, volume 4, chapitre 6, p. 6.26-3, 31 mai 2011.

Figure 1. Manettes des gaz et pylône du DHC-8-400 (Source : Bombardier DASH 8-Q400 *Aeroplane Operating Manual*, volume 4, chapitre 6, page 6.24-11, 31 mai 2011, avec annotations du BST)



Au moyen des manettes des gaz, l'équipage de conduite peut sélectionner la puissance moteur nécessaire pour chaque phase de vol et les manœuvres au sol. Durant le vol, on déplace les manettes des gaz au-delà de la position FLIGHT IDLE pour commander la puissance moteur. Il est interdit de déplacer les manettes en deçà de la position FLIGHT IDLE durant le vol. Toutefois, on peut déplacer les manettes des gaz au-delà ou en deçà de la position FLIGHT IDLE durant les manœuvres au sol, selon la puissance moteur nécessaire.

Pour déplacer ces manettes en deçà de la position FLIGHT IDLE, il faut soulever les gâchettes de détente des butées situées sous les poignées des manettes des gaz. On peut ensuite tirer les manettes des gaz en position souhaitée.

Le déplacement des manettes des gaz en deçà de la position FLIGHT IDLE les place en position DISC. La position DISC comprend un cylindre mécanique. Lorsque les manettes des gaz se trouvent en position DISC, l'angle de calage des pales d'hélice change de manière à causer un important aérofreinage. Lorsque l'on déplace les manettes en deçà de la position DISC, on sélectionne le pas inverse; le déplacement à la dernière position (MAX REV) applique le pas inverse maximal.

Dispositif avertisseur de proximité du sol

L'aéronef est muni d'un GPWS qui surveille la trajectoire de vol de l'aéronef de 50 à 2450 pieds agl. Durant une approche ILS, si une descente excessive passe sous l'alignement de descente, le GPWS le signale à l'équipage de conduite par un avertissement sonore et visuel. La fonctionnalité d'alignement de descente du GPWS se déclenche dans les conditions suivantes :

- réglage d'une fréquence ILS
- sortie du train d'atterrissage
- altitude agl inférieure à 925 pieds
- l'aéronef se trouve sous l'alignement de descente
- annulation d'alignement de descente non réglée¹¹

Lorsque l'on exploite l'aéronef sous l'alignement de descente, l'avertissement sonore « GLIDESLOPE » [alignement de descente] retentit, et les 2 voyants ambres « BELOW G/S » situés sur l'écran antiéblouissement du poste de pilotage s'allument. Il suffit d'appuyer sur le bouton du voyant « BELOW G/S » et de le tenir enfoncé pendant au moins 1 seconde pour annuler l'avertissement sonore, ainsi que tout avertissement subséquent du GPWS sur l'alignement de descente. Toutefois, le voyant reste allumé pour indiquer l'annulation intentionnelle de ce mode¹².

Direction au sol

Pour orienter un aéronef au sol, les membres de l'équipage de conduite utilisent les pédales du palonnier ou la poignée de la commande de direction. Celle-ci se trouve sur la console latérale du siège gauche. D'après l'AOM, le braquage maximal du train avant est de 8° de part et d'autre du centre au moyen des pédales du palonnier, et de 70° dans un sens ou l'autre au moyen de la poignée de la commande de direction. Si l'angle de braquage du train avant est supérieur à 70° [traduction] « le train avant retourne à un mode de pivotement passif amorti par le dispositif anti-shimmy »¹³.

La poignée de la commande de direction est conçue pour commander l'orientation au sol à basse vitesse uniquement. On ne doit pas l'utiliser durant la course à l'atterrissage, tant que l'aéronef n'a pas ralenti à la vitesse de circulation au sol.

¹¹ Bombardier Aéronautique, *Bombardier Q400 Aeroplane Operating Manual*, volume 4, chapitre 6, p. 6.15-116, 13 avril 2012.

¹² *Ibid.*

¹³ Bombardier Aéronautique, *Bombardier Q400 Aeroplane Operating Manual*, volume 4, chapitre 6, p. 6.13-33, 28 février 2014.

Comme l'enregistreur de données de vol (FDR) ne consigne pas la position de la poignée de la commande de direction ou du train avant, on n'a pu déterminer avec exactitude le moment et l'ampleur du mouvement de la poignée.

Aéroport

Sky Regional Airlines était autorisée par Transports Canada (TC) à utiliser la carte du *Canada Air Pilot restreint* (RCAP) pour l'approche ILS/DME vers la piste 26 à CYTZ (annexe F). L'approche comprend un décalage de 3° du radiophare d'alignement de piste (LOC) par rapport à l'axe de piste, et une trajectoire d'alignement de descente de 4,8° (la norme est de 3°). La piste 26 mesure 3988 pieds de long sur 150 pieds de large, avec un cap 262 °M. Elle est munie d'un jeu d'indicateurs de trajectoire d'approche de précision simplifié (APAPI) de 4,8° et d'une aire de dépassement de piste de 300 pieds. Cette aire est adjacente au rivage du lac Ontario. L'élévation de l'aéroport est de 252 pieds asl.

Conditions météorologiques

Un message d'observation météorologique spéciale d'aérodrome (SPECI) émis pour CYTZ 7 minutes après l'événement à l'étude faisait état des conditions suivantes : vents du 170° vrai (V) et soufflant à 9 nœuds, visibilité de 6 milles terrestres (sm) dans des averses légères avec quelques nuages à 3300 pieds agl, plafond de nuages fragmentés à 4800 pieds, et couverture nuageuse à 6000 pieds.

À cause des averses légères, la piste était mouillée. Toutefois, les conditions météorologiques ne sont pas considérées comme un facteur contributif à l'événement, et il n'y avait aucune indication d'aquaplanage.

Procédures d'utilisation de Sky Regional Airlines

Le manuel d'utilisation de l'avion de Sky Regional Airlines comprend les SOP suivantes pour un atterrissage normal [traduction] :

Durant l'approche, ne pas voler sous la vitesse d'approche. À mesure que l'aéronef approche du seuil de piste, réduire la vitesse anémométrique pour atteindre la V_{ref} au toucher des roues.

Placer les manettes des gaz en position FLIGHT IDLE juste avant le toucher des roues, puis en position DISC après le toucher des roues. Vérifier que les voyants de signalisation PROPELLER GROUND RANGE [plage hélices au sol] s'allument.

Remarque : de la puissance sera nécessaire durant l'arrondi, jusqu'au toucher des roues, pour réduire le taux de descente à l'atterrissage lorsque ce taux est plus élevé que prévu.

Voyants de signalisation ROLL OUTBD et ROLL INBD SPOILER [déporteurs de roulis extérieur et de roulis intérieur]; vérifier qu'ils s'allument au toucher

du train principal. Il faut rapidement poser le train avant au sol après le toucher du train principal¹⁴.

D'après l'AOM de Sky Regional Airlines, les commandants de bord doivent utiliser le système de guidage tête haute (HGS) durant toutes les phases de vol¹⁵.

Les SOP de Sky Regional Airlines comprennent des instructions d'arrivée à CYTZ selon lesquelles, dans des conditions normales, les équipages de conduite devraient utiliser le HGS et suivre un angle de trajectoire de vol de 3,3° pour toutes les approches à vue.

Politique d'approche stabilisée de Sky Regional Airlines

D'après la politique d'approche stabilisée de Sky Regional Airlines, l'aéronef doit être stable durant l'approche lorsqu'il franchit 1000 pieds de hauteur au-dessus de l'aérodrome (HAA)¹⁶ dans des conditions de vol aux instruments (IMC), et 500 pieds HAA dans des conditions VMC. Les critères d'approche stabilisée sont les suivants [traduction] :

- 1) Approche stabilisée : vitesse anémométrique stabilisée, taux de descente stabilisé et profil constant ou prévu
- 2) Taux de descente maximal : 1000 pi/min, à moins d'avoir reçu un exposé en vue d'une pente d'approche plus forte
- 3) Vitesse d'approche :
 $Q400 - V_{ref} + 5$ nœuds ou $V_{ref} +$ coefficient de rafale (coefficient de rafale max. 10 nœuds)
 [...]

Déviations de +10 nœuds à -5 nœuds acceptables si la vitesse anémométrique tend vers la vitesse d'approche
- 4) Volets d'atterrissage
- 5) Approches ILS à 1 point ou moins du radiophare d'alignement de piste et de l'alignement de descente
- 6) Approches VNAV à 1 point de la trajectoire de descente et de la trajectoire LNAV

¹⁴ Sky Regional Airlines, *Sky Regional Company Operations Manual*, volume 1, chapitre 3, page 91, 14 octobre 2013.

¹⁵ Sky Regional Airlines, *Sky Regional Company Operations Manual*, volume 1, chapitre 1, page 18, 14 octobre 2013.

¹⁶ La hauteur au-dessus de l'aérodrome (HAA) est la hauteur, exprimée en pieds, de l'altitude minimale de descente (MDA) au-dessus de l'altitude publiée de l'aérodrome. (Source : Transports Canada TP 11958F, *Glossaire à l'intention des pilotes et du personnel des services de la circulation aérienne*, Révision n° 22, août 2013, page 78)

7) Toutes les listes de vérifications et tous les exposés sont achevés¹⁷

D'après la politique de la compagnie, si les critères d'approche stabilisée ne sont pas satisfaits entre 1000 pieds de hauteur au-dessus de la zone de poser (HAT)¹⁸ et 500 pieds HAA, le PS doit annoncer la déviation, qui doit être corrigée, faute de quoi une remise des gaz s'impose¹⁹. Lorsque ces critères ne sont pas satisfaits à moins de 500 pieds HAA, une remise des gaz est obligatoire²⁰. Étant donné l'absence de renseignements de l'enregistreur de conversations de poste de pilotage (CVR), on n'a pu confirmer si les annonces relatives aux déviations ont été faites.

Afin d'améliorer la sécurité et de réduire les risques d'accident à l'approche et à l'atterrissage, Sky Regional Airlines a mis en place une politique d'approche sans mesure disciplinaire (sans égard à la faute)²¹. Cette politique stipule ce qui suit [traduction] :

En plus de devoir interrompre une approche qui n'est pas stabilisée, les pilotes peuvent remettre les gaz pour toutes sortes de raisons (p. ex. : manque de références visuelles adéquates, conditions météorologiques défavorables, risques d'abordage ou perte de contact avec le contrôleur de la circulation aérienne sans craindre de mesure disciplinaire. Il faut également envisager d'interrompre une approche si l'aéronef ne peut se poser dans la zone de toucher des roues de la piste²².

Approches non stabilisées

Selon les recherches effectuées, les approches non stabilisées présentent un risque élevé pour la sécurité aérienne. Comme il a été démontré précédemment dans le cadre d'enquêtes du BST et d'organismes dans d'autres pays, les conséquences négatives comprennent des contacts queue-sol, des sorties en bout de piste et des impacts sans perte de contrôle (CFIT). Même s'il y a certaines mesures de protection en place pour atténuer le risque d'approches non stabilisées, ce ne sont pas tous les exploitants qui les emploient toutes. Les exploitants aériens ont à leur disposition des mesures de protection pour atténuer les risques associés aux approches non stabilisées et à leurs conséquences. Ces mesures de protection, en grande partie administratives, comprennent notamment :

¹⁷ Sky Regional Airlines, *Sky Regional Company Operations Manual*, chapitre 3, page 34, version 5, 4 octobre 2013.

¹⁸ Hauteur au-dessus de la zone de poser (HAT) et hauteur au-dessus de la zone de toucher sont des synonymes. Il s'agit de la hauteur (exprimée en pieds) de la hauteur de décision (DH) ou de l'altitude minimale de descente (MDA) au-dessus de l'altitude de zone de poser (TDZE). (Source : Transports Canada TP 11958 F, *Glossaire à l'intention des pilotes et du personnel des services de la circulation aérienne*, Révision n° 22, août 2013, page 78)

¹⁹ Sky Regional Airlines, *Sky Regional Company Operations Manual*, chapitre 3, page 34, version 5, 4 octobre 2013.

²⁰ *Ibid.*

²¹ *Ibid.*, page 36.

²² *Ibid.*

- une politique d'entreprise sur les approches stabilisées, comprenant une politique de remise des gaz sans égard à la faute;
- des critères d'approche stable rendus opérationnels et des procédures d'exploitation normalisées (SOP), y compris la phraséologie de l'équipage;
- une gestion efficace des ressources de l'équipage incluant l'habilitation des copilotes à prendre les commandes dans une situation dangereuse;
- le recours à des programmes de suivi des données de vol pour surveiller la conformité des SOP aux critères d'approche stabilisée;
- le recours à des audits de sécurité en route ou à d'autres moyens, comme les vérifications de la compétence en route, pour évaluer les pratiques de gestion des ressources de l'équipage et déterminer comment ce dernier adapte les SOP;
- des systèmes de signalement non punitif (pour signaler les événements ou les pratiques dangereuses);
- l'utilisation de systèmes d'avertissement et d'alarme d'impact (TAWS)²³.

La Flight Safety Foundation a déterminé²⁴ que de 3,5 % à 4 % des approches sont non stabilisées. 97 % de ces approches se poursuivent jusqu'à l'atterrissage, tandis que seulement 3 % donnent lieu à une remise des gaz.

Le numéro d'avril 2013 de la publication *AeroSafety World* rapporte les résultats d'une étude sur les expériences des pilotes qui ont effectué des approches non stabilisées et des remises de gaz²⁵. On a demandé à plus de 2000 pilotes de relater en détail des approches non stabilisées sous l'altitude minimale d'approche stabilisée qu'ils ont effectuées et qui se sont terminées par une remise des gaz ou qui ont été poursuivies jusqu'à l'atterrissage. L'étude a permis de déterminer que la décision de poursuivre une approche non stabilisée était associée à une perception d'un niveau de risque associé moindre lorsqu'on persiste avec cette approche.

En particulier, l'étude a permis d'établir que les pilotes étaient plus susceptibles de poursuivre une approche non stabilisée dans des conditions météorologiques de vol à vue et en l'absence de facteurs environnementaux pouvant accroître la complexité des opérations, comme le cisaillement du vent, des turbulences et des pistes contaminées. Les auteurs suggèrent que ces facteurs confortent le pilote dans sa perception qu'une approche peut être récupérée et réduisent donc sa perception du risque. L'étude a également permis de

²³ Rapport d'enquête aéronautique A11H0002 du BST, rubrique 4.2.1, « Approches non stabilisées ».

²⁴ J.M. Smith, D.W. Jamieson et W.F. Curtis. "Failure to Mitigate", *AeroSafety World*, février 2013. En ligne : <http://flightsafety.org/asw-article/failure-to-mitigate/> (dernière consultation le 5 décembre 2016).

²⁵ J.M. Smith, D.W. Jamieson et W.F. Curtis, "Why Do We Forgo the Go-Around?", *AeroSafety World*, avril 2013. En ligne : <http://flightsafety.org/aerosafety-world-magazine/apr-2013/why-forgo-go-around> (dernière consultation le 2 décembre 2016).

déterminer que la fréquence des approches non stabilisées poursuivies jusqu'à l'atterrissage était plus faible dans le cas des équipages dont les membres sont solidaires, sont moins enclins à critiquer, sont plus disposés à accepter les défis et discutent plus souvent des risques reliés aux opérations et au vol.

On a également pu déterminer que de 1984 à 1997 (et ce, à l'échelle mondiale), les approches entamées trop haut et trop rapidement ou trop bas et trop lentement avaient été un facteur de causalité dans près des deux tiers des accidents et incidents à l'approche et à l'atterrissage²⁶. De plus, dans près de la moitié des événements analysés, les difficultés liées au déroulement du vol (p. ex. : gestion de la vitesse anémométrique et de la poussée par l'équipage) étaient un facteur de causalité. La mauvaise utilisation de l'automatisation figurait comme facteur contributif²⁷.

D'autres enquêtes du BST²⁸ ont révélé que la non-conformité aux SOP de l'entreprise liées aux approches stabilisées n'est pas unique à Sky Regional Airlines.

Les SOP, y compris les annonces et listes de vérifications standards, sont des sources d'information cruciales qui offrent aux pilotes des lignes directrices d'exploitation générale de l'aéronef. Elles aident les pilotes à prendre des décisions et à coordonner les équipages, et leur fournissent des solutions avérées à diverses situations opérationnelles durant les opérations normales ou anormales et les situations d'urgence. L'adhésion rigoureuse aux SOP constitue une mesure d'atténuation reconnue des risques d'approches non stabilisées.

Système de gestion de la sécurité et suivi des données de vol

Sky Regional Airlines est devenue, en janvier 2011, un exploitant assujéti à la sous-partie 705 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC). D'après le Registre d'immatriculation des aéronefs civils canadiens que gère Transports Canada (TC), la compagnie exploite 15 Embraer ERJ 170 et 5 Bombardier DHC-8-400.

Conformément au RAC, la compagnie a mis en place un système de gestion de la sécurité (SGS). Ce SGS procure à la compagnie une structure l'aidant à cerner les dangers, évaluer et atténuer les risques et améliorer continuellement le programme, ce qui permet le développement d'une culture de sécurité juste et préventive.

Les équipages de conduite se servent des rapports SGS pour signaler les incidents et les dangers. Ces rapports sont anonymisés et accessibles aux membres de tous les niveaux de direction qui doivent régulièrement examiner et suivre l'avancement des analyses et

²⁶ Flight Safety Foundation (2000). FSF, Note d'information ALAR 7.1 Stabilized Approach. *Flight Safety Digest*, août-novembre 2000.

²⁷ *Ibid.*

²⁸ Rapports d'enquête aéronautique du BST A07Q0213, A11H0002, A11O0098, A12P0034, A12Q0216, A13O0098 et A14W0127.

enquêtes, et faire des commentaires et des observations. Toutefois, au moment de l'événement à l'étude, il n'était pas obligatoire, aux termes du SGS de Sky Regional Airlines, de signaler les approches non stabilisées. Par conséquent, les pilotes n'étaient pas tenus de présenter un rapport SGS après un tel incident.

Outre le SGS, Sky Regional Airlines utilise le suivi des données de vol (FDM) dans le cadre de son programme de sécurité. On télécharge les données des vols réguliers contenues dans le FDR, et ce, à intervalles planifiés. Or, au moment de l'événement à l'étude, les paramètres du FDR n'ont pas permis de recueillir suffisamment de données pour surveiller efficacement les approches non stabilisées de la flotte d'aéronefs DHC-8-400 de Sky Regional Airlines.

Enregistreur de données de vol et enregistreur de conversations de poste de pilotage

On n'a pas mis le FDR et le CVR en quarantaine après le vol. Les enquêteurs n'ont pu utiliser les données audio du CVR de l'événement à l'étude, car elles ont été écrasées. En l'absence de données du CVR, on n'a pu évaluer les échanges de l'équipage de conduite relatifs à la gestion des ressources de l'équipage, les SOP et d'autres questions de sécurité possibles.

Le BST a obtenu les fichiers téléchargés du FDR numérique. Le fichier du FDR contenait environ 26,5 heures pour 26 vols, dont 15 vols effectués après l'événement à l'étude. Si ce dispositif avait continué d'enregistrer pendant encore 7,6 heures, les renseignements du vol à l'étude auraient été écrasés.

Les données du FDR ont révélé que, durant l'atterrissage suivant l'événement à l'étude, l'équipage de conduite n'avait pas suivi les SOP d'atterrissage normal relatives à l'exécution du toucher du train avant et au déplacement des manettes des gaz. Comme durant le vol à l'étude, l'équipage n'a appliqué au début qu'un freinage léger. L'examen des données d'autres vols, avec d'autres équipages de conduite aux commandes, a révélé que ces vols étaient généralement effectués conformément aux SOP.

Recommandation A14-01 du BST

Le 20 août 2011, l'avion mixte Boeing 737-210C (immatriculation C-GNWN, numéro de série 21067), exploité par Bradley Air Services Limited sous l'appellation commerciale First Air, effectuait le vol nolisé First Air 6560 entre Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest) et Resolute Bay (Nunavut). À 16 h 42, temps universel coordonné (11 h 42, heure avancée du Centre), pendant l'approche de la piste 35T, le vol First Air 6560 a percuté une colline à environ 1 nm à l'est de la piste. L'aéronef a été détruit par la force de l'impact et l'incendie qui s'est ensuivi. Huit passagers et les 4 membres d'équipage ont subi des blessures mortelles. Les 3 autres passagers ont été grièvement blessés, et ont été secourus par des membres du personnel des Forces canadiennes qui se trouvaient à Resolute Bay dans le cadre d'un exercice militaire. L'accident est survenu en plein jour.

Le Bureau a conclu son enquête et a publié le Rapport d'enquête aéronautique A11H0002 le 25 mars 2014.

Dans cet accident, l'avion est arrivé à une altitude et à une vitesse excessives en approche finale, n'était pas configuré en vue de l'atterrissage au moment opportun, n'avait pas intercepté le faisceau d'alignement de piste et dérivait vers la droite. Cette approche n'était pas considérée comme stabilisée conformément aux critères d'approche stabilisée de l'entreprise, et la situation exigeait une remise des gaz. Au lieu de cela, l'approche s'est poursuivie. Lorsque l'équipage a amorcé une remise des gaz, il était trop tard pour éviter l'impact avec le relief.

Les approches non stabilisées constituent toujours un risque élevé pour la sécurité aérienne au Canada et à l'échelle mondiale. Lorsqu'une approche non stabilisée est un facteur contributif d'un événement, la gravité des conséquences qu'elle entraîne peut varier, de l'absence de blessures et de dommages à de nombreux décès et à la destruction de l'avion. À Resolute Bay, la poursuite d'une approche non stabilisée a entraîné un accident de CFIT et la perte de 12 vies. Si on n'améliore pas la conformité aux politiques relatives aux approches stables, la plupart des approches non stabilisées se poursuivront jusqu'à un atterrissage, augmentant le risque de CFIT et d'accidents à l'approche et à l'atterrissage.

Les mesures de protection actuelles contre la poursuite des approches non stabilisées se sont révélées inadéquates. Au Canada, tandis que de nombreux exploitants régis par la sous-partie 705 du RAC ont volontairement mis en œuvre des programmes de FDM, rien ne les oblige à le faire. First Air n'assurait pas le suivi des données de vol au moment de l'accident à l'étude. De plus, les programmes de FDM doivent examiner spécifiquement pourquoi les approches non stabilisées se produisent, de quelle façon les équipages réagissent à celles-ci, si les équipages respectent ou non les critères et les procédures d'approche stabilisée et pourquoi les équipages poursuivent une approche non stabilisée jusqu'à l'atterrissage. À moins de prendre d'autres mesures pour réduire la fréquence des approches non stabilisées qui se poursuivent jusqu'à l'atterrissage, le risque d'accident à l'approche et à l'atterrissage persistera.

Par conséquent, le Bureau a recommandé que :

Transports Canada exige que les exploitants régis par la sous-partie 705 du RAC surveillent les approches non stabilisées qui se poursuivent jusqu'à l'atterrissage et en réduisent la fréquence.

Recommandation A14-01 du BST

Dans sa réponse initiale, TC a signalé qu'une Alerte à la sécurité de l'Aviation civile (ASAC) avait été rédigée afin d'encourager les exploitants régis par la sous-partie 705 à utiliser leur SGS pour déterminer la fréquence des approches non stabilisées et préciser des mesures d'atténuation du risque qu'elles posent.

Le 27 juin 2014, TC a publié l'ASAC 2014-03. Le contenu de l'ASAC tient compte de l'information proposée dans la lettre de réponse de Transports Canada datée du 19 juin 2014. De plus, l'ASAC souligne la valeur des programmes volontaires de FDM.

Par la suite, TC a :

1. publié le dernier numéro de Sécurité aérienne – Nouvelles (SA – N); il comprend de l'information de sensibilisation à la sécurité en ce qui concerne les approches non stabilisées;
2. publié le Bulletin interne de procédure (2016-01), selon lequel les inspections ciblées doivent contrôler la mise en œuvre de l'ASAC 2014-03 chez les exploitants assujettis à la sous-partie 705. Plus précisément, on doit analyser l'évaluation qu'effectue chaque exploitant des approches non stabilisées à l'aide de son SGS et, s'il y a lieu, évaluer les mesures d'atténuation des risques mises en place, ainsi que la portée, le type et la fréquence des interventions liées aux approches non stabilisées; élaborer une présentation de promotion de la sécurité sur les approches non stabilisées dans le but de sensibiliser les intervenants de l'industrie. La campagne d'inspections devait être terminée à la fin de l'été 2016.

TC a recueilli les données nécessaires à ses activités de surveillance de tous les exploitants assujettis à la sous-partie 705. Une analyse subséquente en cours des données relatives au BIP 2016-01 permettra à TC de valider l'impact de l'ASAC 2014-03.

Le BST se réjouit à la perspective de consulter l'analyse de TC : celle-ci lui permettra d'obtenir une meilleure compréhension des mesures que les compagnies aériennes ont mises en œuvre et de déterminer si elles atténuent efficacement la lacune de sécurité sous-jacente liée à la recommandation A14-01. De plus, les initiatives de promotion de la sécurité en cours de TC liées aux approches non stabilisées contribueront à maintenir la sensibilisation au sein de l'industrie.

Par conséquent, la réponse à la recommandation A14-01 a été jugée **en partie satisfaisante**²⁹.

Liste de surveillance du BST

La Liste de surveillance du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) énumère les principaux enjeux de sécurité qu'il faut s'employer à régler pour rendre le système de transport canadien encore plus sûr.

²⁹ Le Bureau assigne une intention **en partie satisfaisante** quand les mesures prises ou envisagées permettront d'atténuer la lacune, sans toutefois la réduire considérablement ou l'éliminer, et que des progrès significatifs ont été réalisés depuis la formulation de la recommandation. Le BST fera un suivi auprès de l'intéressé afin d'établir ce qui pourrait permettre d'atténuer davantage les risques découlant de la lacune. Le BST réévaluera la lacune annuellement ou au besoin.

Les approches non stabilisées sont l'un des enjeux de la Liste de surveillance 2016. Comme le montre l'événement à l'étude, les accidents liés à des approches non stabilisées continuent de se produire aux aéroports canadiens.

Cet enjeu restera sur la Liste de surveillance jusqu'à ce que :

- les grandes compagnies aériennes fassent un suivi de la conformité à la politique sur les approches stables au moyen de leurs systèmes de gestion de la sécurité et prennent des mesures pour réduire le nombre d'approches non stabilisées qui se poursuivent jusqu'à l'atterrissage;
- l'on constate une baisse du nombre d'incidents d'approche non stabilisée et du nombre d'accidents pour lesquels la stabilité de l'approche figure parmi les causes ou les facteurs contributifs.

Rapports de laboratoire du BST

Le BST a complété le rapport de laboratoire suivant dans le cadre de la présente enquête :

- LP241/2014 – Flight Data Recorder Analysis [Analyse de l'enregistreur de données de vol]

Analyse

Les dossiers indiquent que l'équipage de conduite possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur. En outre, rien n'indique qu'une défaillance ou un mauvais fonctionnement d'un système de bord ait pu contribuer à l'événement avant ou durant le vol. Par conséquent, l'analyse portera sur la chronologie des faits, les actions de l'équipage de conduite, la formation, les procédures d'exploitation normalisées (SOP) et les approches non stabilisées.

Dans les premières étapes de l'approche, l'aéronef suivait le radiophare d'alignement de piste et l'alignement de descente et se situait dans la plage de vitesse indiquée dans les SOP. L'aéronef volait à une vitesse stable et conforme à sa masse et à la configuration de ses volets, ainsi qu'à la politique de la compagnie.

L'équipage de conduite a reçu l'autorisation d'effectuer une approche guidée par système d'atterrissage aux instruments/équipement de mesure de distance (ILS/DME). Une fois établi sur l'alignement de descente, l'aéronef volait dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC). À 1,9 nm en finale, l'aéronef a commencé à dévier sous l'alignement de descente ILS de 4,8° lorsque l'équipage de conduite faisait la transition au système de guidage tête haute pour intercepter l'angle de trajectoire de vol de 3,3°. Comme les données de l'enregistreur de conversations de poste de pilotage ont été écrasées, on n'a pu déterminer le dialogue de l'équipage de conduite sur cette transition ni ses compétences en gestion des ressources de l'équipage.

L'aéronef volait bien au-dessus de la trajectoire d'approche désirée, à l'altitude de stabilisation de 500 pieds stipulée par l'exploitant. De plus, le taux de descente était instable et dépassait les critères d'approche stabilisée. Par conséquent, selon les SOP de la compagnie, l'approche n'était pas considérée comme étant stabilisée.

Un avertissement du dispositif avertisseur de proximité du sol (GPWS) a retenti, comme prévu, lorsque l'aéronef volait à environ 1,5 point (580 pieds) sous l'alignement de descente. L'aéronef était alors en transition, de l'alignement de descente de 4,8° à l'angle de trajectoire de vol de 3,3°. Il s'agit là toutefois d'un avertissement normal pour ce type d'approche à CYTZ. Conformément à la formation reçue, l'équipage de conduite a annulé l'avertissement du GPWS et a poursuivi l'approche.

Sky Regional Airlines avait une politique et des critères sur les approches stabilisées, une politique de remise des gaz sans égard à la faute, et une politique de signalement des incidents et des dangers dans le cadre de son système de gestion de la sécurité (SGS). Malgré ces facteurs, qui encouragent les équipages de conduite à remettre les gaz lorsque l'aéronef n'est pas stabilisé en vue d'une approche, l'approche non stabilisée s'est poursuivie.

Sky Regional Airlines n'a pas donné d'entraînement sur simulateur aux équipages de conduite pour leur apprendre à reconnaître et à interrompre une approche non stabilisée. Ainsi, cette lacune explique probablement pourquoi l'équipage de conduite en cause n'a pas

reconnu les conditions non stabilisées durant l'approche et a poursuivi le vol jusqu'à l'atterrissage. Si les scénarios de formation comprennent des remises de gaz effectuées en raison d'une approche non stabilisée, cela peut accroître la probabilité que les pilotes effectuent cette manœuvre en situation de vol réelle.

On sait que les approches non stabilisées augmentent la probabilité d'un incident à l'atterrissage. Si les exploitants ne donnent pas d'entraînement sur simulateur adéquat aux équipages de conduite pour les aider à reconnaître une approche non stabilisée, il y a un risque que les équipages de conduite continuent une approche qui n'est pas stabilisée, ce qui pourrait entraîner un incident à l'atterrissage.

Après le toucher des roues, l'équipage a tiré sur le manche, ce qui est contraire aux SOP. Cette manœuvre a retardé le toucher du train avant (7 secondes après celui du train principal). De plus, l'équipage n'a placé les manettes des gaz en position DISC qu'après le toucher du train avant. Le mouvement arrière du manche indique que l'on a intentionnellement maintenu le train avant en l'air. Le toucher léger du train principal, le retard dans le recul des manettes des gaz et le retard du toucher du train avant laissent croire que le pilote aux commandes tentait d'effectuer un atterrissage en douceur.

Si l'équipage de conduite avait exécuté la séquence d'atterrissage (après le toucher des roues) conformément aux SOP (exécution du toucher du train avant, déplacement des manettes des gaz en position DISC, et freinage immédiat), la décélération de l'aéronef aurait probablement été normale.

Lorsque le train avant s'est posé, l'aéronef était déjà plus qu'à mi-chemin de la piste. À ce stade, l'équipage de conduite n'a pas freiné. Ce n'est que près du bout de la piste, avec seulement 720 pieds devant lui, que l'équipage a appliqué le freinage maximal et le pas inverse maximal. À ce stade, l'équipage de conduite s'est probablement rendu compte qu'une sortie en bout de piste était imminente.

D'après le manuel d'utilisation de l'avion, on ne doit utiliser la poignée de la commande de direction qu'une fois que l'aéronef a ralenti à la vitesse de circulation au sol. Or, l'enquête a révélé que l'équipage l'avait utilisée durant la course à l'atterrissage. Le train avant s'est mis à pivoter (il est entré en « mode de pivotement passif amorti par le dispositif anti-shimmy »), ce qui est plausible étant donné la conception du système et la réduction possible de la friction attribuable à la faible pluie. Or, l'enregistreur de données de vol (FDR) ne consigne pas la position du train avant. Il a donc été impossible de déterminer sa position exacte et l'ampleur de son mouvement. L'utilisation de la poignée de la commande de direction au sol à haute vitesse pourrait faire en sorte que l'aéronef vire ou dévie inopinément de la direction voulue.

Si les équipages de conduite ne respectent pas les recommandations du fabricant sur les systèmes de conduite, il y a un risque qu'ils aient de la difficulté à maîtriser l'orientation de l'aéronef.

Les données du FDR ont permis de constater une hausse de l'accélération latérale et un écart par rapport à l'axe de piste durant la course à l'atterrissage, au moment où l'équipage appliquait le freinage maximal et l'inversion de pas maximale, près du bout de la piste. Cela porte à croire que l'équipage de conduite a manœuvré la poignée de la commande de direction et appliqué le freinage maximal et l'inversion de pas maximale lorsqu'il a constaté qu'une sortie en bout de piste était possible, et a tenté de quitter la piste pour éviter une sortie de piste.

Durant la course à l'atterrissage, l'équipage de conduite n'a pas adhéré aux SOP d'atterrissage normal (quant au moment de l'annulation de la rotation du train avant et la position des manettes des gaz). De plus, l'équipage de conduite n'a appliqué au début qu'un freinage léger; par conséquent, l'équipage de conduite a eu de la difficulté à ralentir à temps l'aéronef. Cette manœuvre a failli entraîner une sortie en bout de piste.

On a également observé cette technique de freinage, de même que la non-conformité aux SOP sur le positionnement des manettes des gaz et du toucher du train avant durant l'atterrissage suivant de l'équipage de conduite. On a examiné les données de vol d'autres vols avec différents équipages de conduite pour les comparer à celles du vol à l'étude. Durant ces vols, le pilotage était généralement conforme aux SOP. Cela suggère que l'écart aux SOP durant l'atterrissage à l'étude n'avait rien d'une pratique répandue au sein de la compagnie, mais qu'il s'agissait plutôt d'un cas isolé pour cet équipage de conduite. On n'a pu déterminer la fréquence de tels écarts par rapport aux SOP.

Le SGS de Sky Regional Airlines comprend des événements à signalement obligatoire qui, lorsqu'ils sont rapportés, aident à cerner et à surveiller les pratiques non sécuritaires et autres lacunes de sécurité. Par contre, d'après le manuel SGS de l'exploitant, les approches non stabilisées n'étaient pas des événements à signalement obligatoire. Si le SGS d'un exploitant aérien ne comprend pas le signalement obligatoire des approches non stabilisées, il y a un risque que cette pratique persiste sans qu'elle soit détectée ou surveillée, ce qui pourrait accroître la probabilité qu'un incident se produise.

L'enregistrement audio de cet événement par l'enregistreur de conversations de poste de pilotage (CVR) a été écrasé. Si l'enregistrement des conversations de poste de pilotage n'est pas disponible dans le cadre d'une enquête, il pourrait être impossible de déterminer et de communiquer les lacunes de sécurité et d'accroître ainsi la sécurité des transports.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Durant la course à l'atterrissage, l'équipage de conduite n'a pas suivi les procédures d'exploitation normalisées d'atterrissage normal (annulation de la rotation du train avant, position des manettes des gaz). De plus, il n'a appliqué au début qu'un freinage léger. Par conséquent, l'équipage de conduite a eu de la difficulté à ralentir à temps l'aéronef. Cette manœuvre a failli entraîner une sortie en bout de piste.

Faits établis quant aux risques

1. Si les exploitants ne donnent pas d'entraînement sur simulateur adéquat aux équipages de conduite pour les aider à reconnaître une approche non stabilisée, il y a un risque que les équipages de conduite continuent une approche qui n'est pas stabilisée, ce qui pourrait entraîner un incident à l'atterrissage.
2. Si les équipages de conduite ne respectent pas les recommandations du fabricant sur les systèmes de conduite, il y a un risque qu'ils aient de la difficulté à maîtriser l'orientation de l'aéronef.
3. Si le système de gestion de la sécurité d'un exploitant aérien ne comprend pas le signalement obligatoire des approches non stabilisées, il y a un risque que cette pratique persiste sans qu'elle soit détectée ou surveillée, ce qui pourrait accroître la probabilité qu'un incident se produise.
4. Si l'enregistrement des conversations de poste de pilotage n'est pas disponible dans le cadre d'une enquête, il pourrait être impossible de déterminer et de communiquer les lacunes de sécurité et d'accroître ainsi la sécurité des transports.

Mesures de sécurité

Mesures de sécurité prises

Sky Regional Airlines a mené une enquête interne de système de gestion de la sécurité (SGS) sur l'événement à l'étude, et a déterminé et mis en place des mesures pour atténuer les risques associés à certaines parties de ses opérations aériennes. Les mesures correctives suivantes ont été prises :

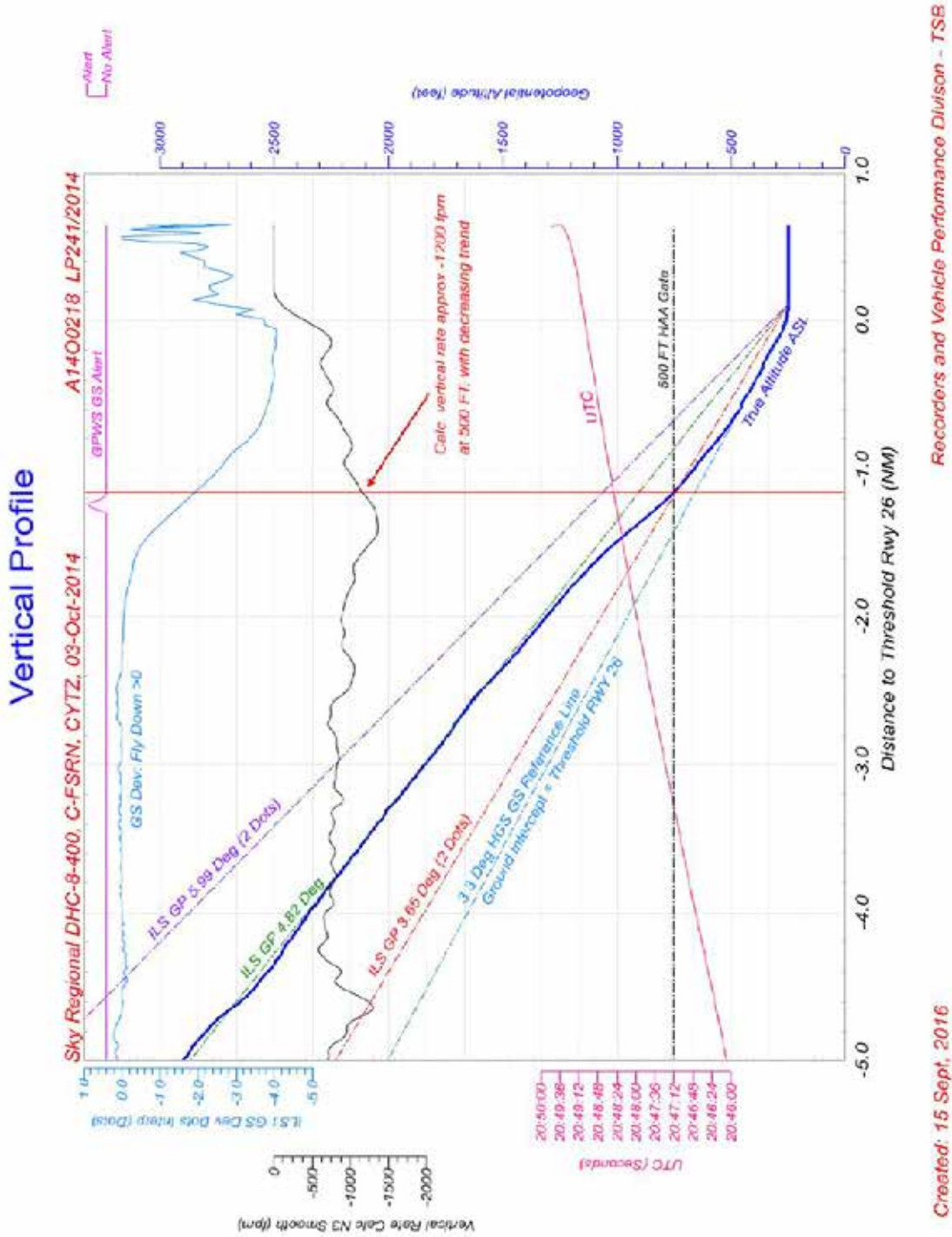
- Le commandant de bord a reçu de la formation additionnelle, soit de l'entraînement sur simulateur aux procédures et techniques d'atterrissage. Il y a également eu une révision des opérations aériennes de la compagnie dans le manuel d'utilisation de l'avion et le manuel d'exploitation de la compagnie.
- Le commandant de bord a reçu de l'entraînement d'appoint en ligne et a fait l'objet d'une vérification de compétence en route.
- On a révisé les paramètres de sélection de la position DISC, du toucher du train avant au toucher du train principal dans le manuel d'utilisation de l'avion.
- On a mis à jour la formation initiale et périodique sur les procédures d'atterrissage.
- La flotte entière de Q400 a été munie d'enregistreurs numériques à accès rapide améliorés qui permettent une analyse exacte des données de vol aux atterrissages à CYTZ.
- On a amélioré le plan de cours de la formation pour enseigner tout particulièrement l'utilisation de l'approche à forte pente avec système d'atterrissage aux instruments (ILS) comme procédure de percée en cas de conditions météorologiques de vol à vue (VMC).

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 23 novembre 2016. Le rapport a été officiellement publié le 10 janvier 2017.

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

Annexes

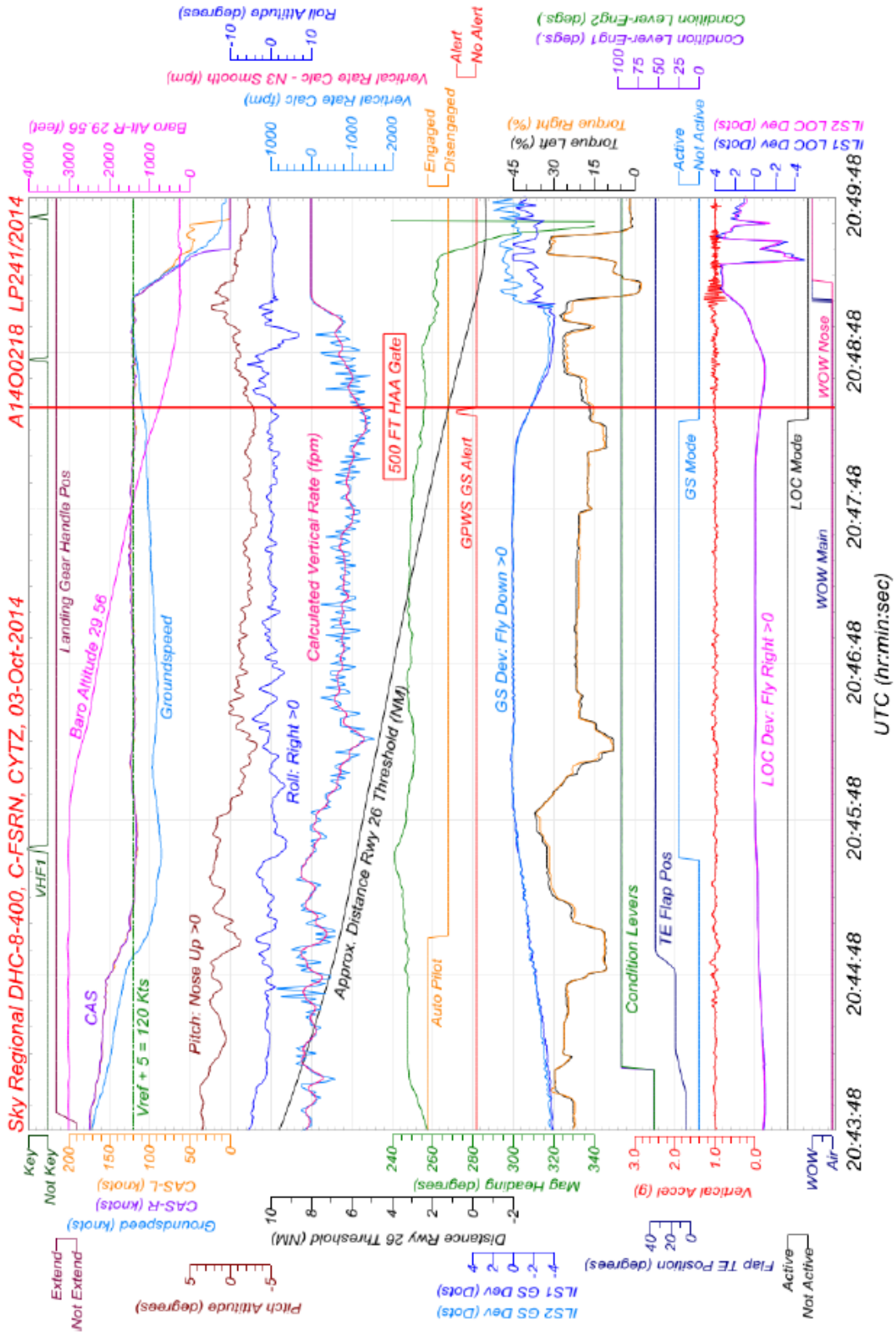
Annexe A – Profil de vol vertical



[En anglais seulement]

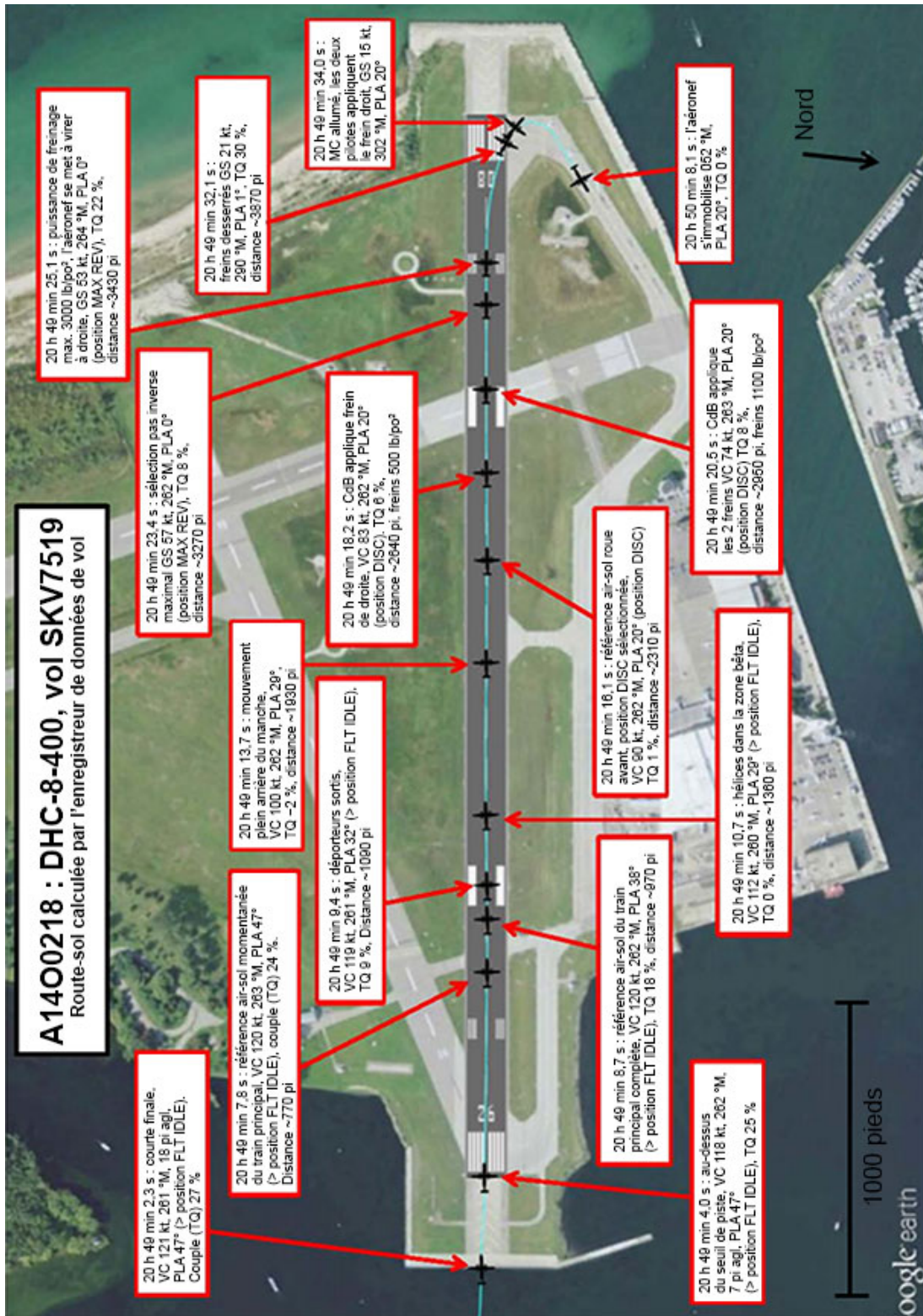
Annexe B – Aperçu de l'approche

Approach Overview



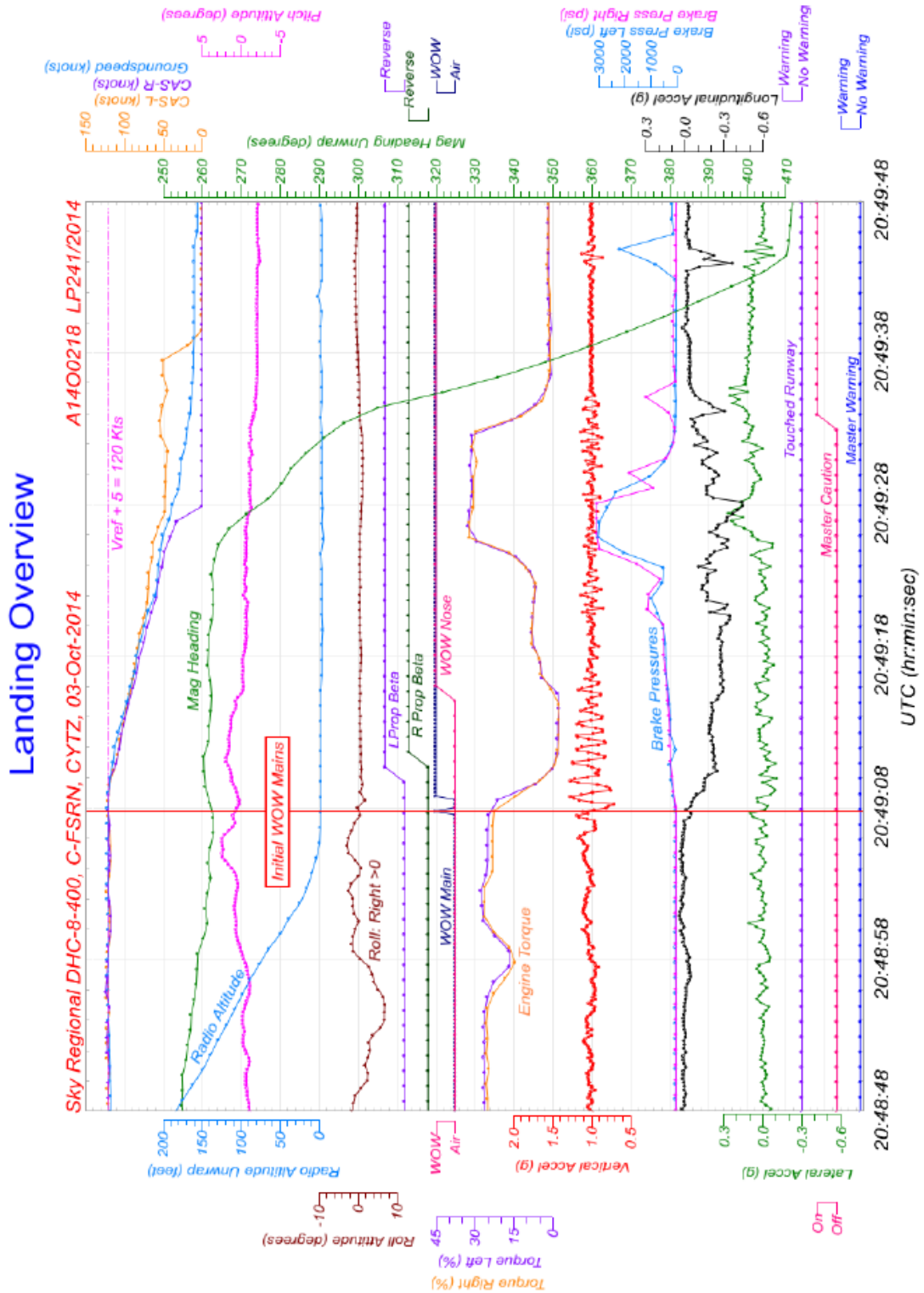
[En anglais seulement]

Annexe C – Route-sol calculée par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, avec annotations



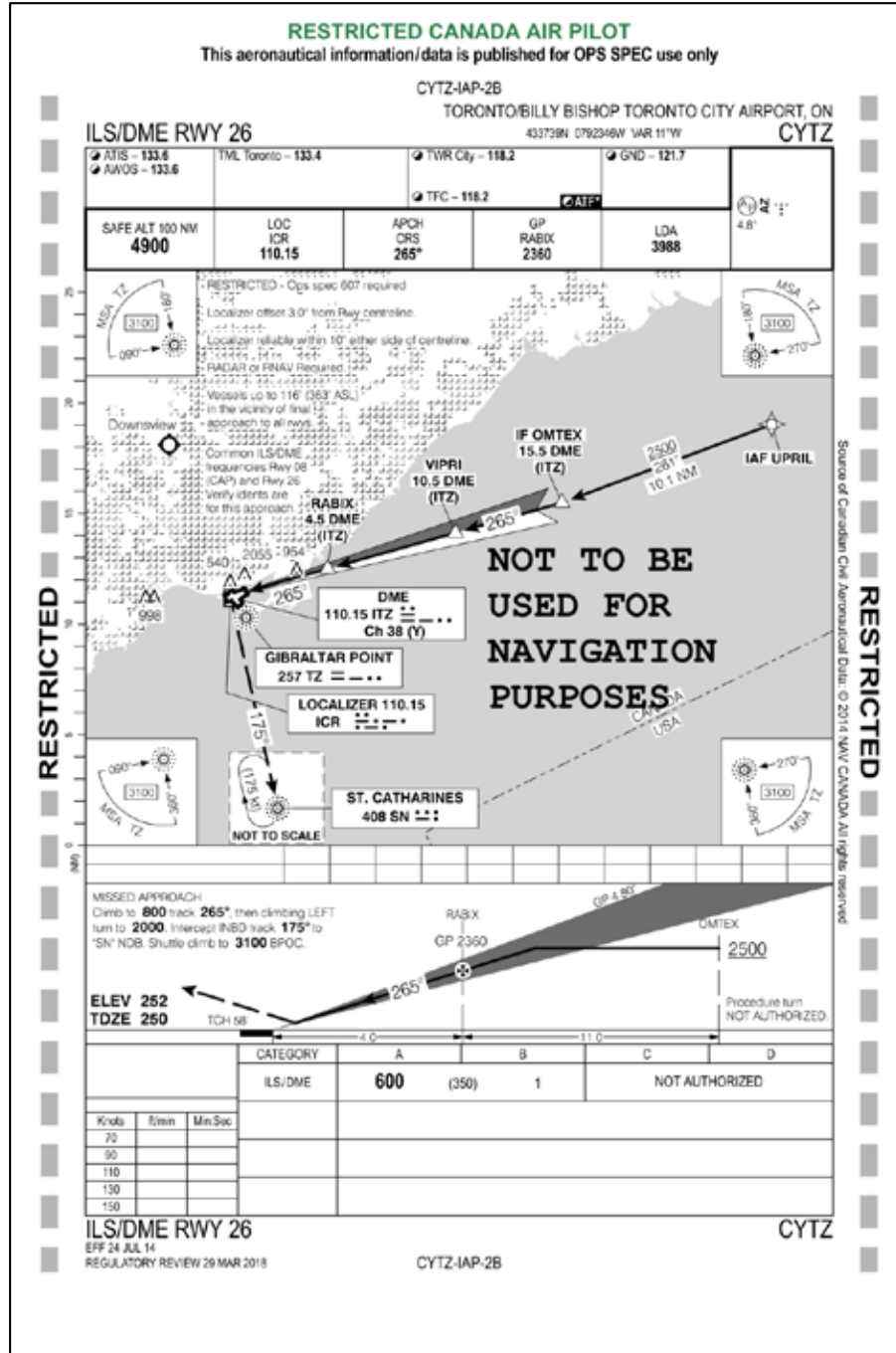
(Source : Google Earth, avec annotations du BST)

Annexe D – Aperçu de l'atterrissage



[En anglais seulement]

Annexe F – Carte d'approche, CYTZ ILS/DME RWY 26, Canada Air Pilot restreint



[En anglais seulement]