



Bureau de la sécurité
des transports
du Canada

Transportation
Safety Board
of Canada



RAPPORT D'ENQUÊTE SUR LA SÉCURITÉ DU TRANSPORT AÉRIEN A21O0030

ATTERRISSAGE TRAIN RENTRÉ SUR PISTE (INVOLONTAIRE)

Province de l'Ontario, ministère du Développement du Nord, des Mines, des
Richesses naturelles et des Forêts
Canadair CL-215-6B11 (série CL-415), C-GOGH
Aéroport de Sault Ste. Marie (Ontario)
2 mai 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

À 11 h 21¹ le 2 mai 2021, l'aéronef CL-215-6B11 (série CL-415) (immatriculation C-GOGH, numéro de série 2034) du ministère du Développement du Nord, des Mines, des Richesses naturelles et des Forêts de la province de l'Ontario (MRNFO)² a quitté l'aéroport de Sault Ste. Marie (CYAM) (Ontario), pour un vol d'entraînement périodique avec 2 pilotes à bord. Le pilote instructeur occupait le siège de gauche et assumait le rôle de pilote surveillant (PM), tandis que le pilote recevant la formation occupait le siège de droite et assumait le rôle de pilote aux commandes (PF). Avant d'arriver à l'aéronef, et encore une fois avant de démarrer les moteurs, le PM a fait un exposé sur les exercices à effectuer et sur l'ordre dans lequel ils seraient réalisés. Chacun de ces exercices avait été répété par le PF à l'étude dans le simulateur de vol du CL-415 du MRNFO en mars 2021.

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

² Nom récemment changé pour ministère du Développement du Nord, des Mines, des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario. À des fins de concision, l'acronyme MRNFO sera utilisé dans le présent rapport.

Le vol s'est déroulé conformément à l'exposé et l'aéronef était de retour à CYAM vers 12 h 15 pour effectuer 3 circuits prévus sur la piste 12. Le dernier circuit devait comprendre une approche sans volets et un atterrissage avec arrêt complet.

Pendant le dernier circuit, alors que l'aéronef se trouvait à mi-chemin de l'étape vent arrière, le PF a demandé à ce que les volets soient réglés à 10, comme c'est le cas durant un circuit normal. Le PM lui a rappelé qu'ils s'exerçaient à faire un atterrissage sans volets et n'a pas sorti les volets. Au moment où le PF a commencé son virage à l'étape de base, il a demandé à ce que la liste de vérification GEAR DOWN, LANDING CHECKS (sortie du train, vérifications avant atterrissage) soit exécutée. Bien qu'il s'agissait du moment habituel au cours d'une approche visuelle normale pour demander à ce que la liste de vérification GEAR DOWN, LANDING CHECKS soit effectuée, le PM a demandé au PF d'allonger l'étape vent arrière pour établir une approche finale plus longue. Le PF a abandonné le virage à l'étape de base, comme demandé, et a exécuté une étape vent arrière plus longue; le PM n'a pas commandé la sortie du train d'atterrissage et a commencé à expliquer verbalement la méthode de calcul de la trajectoire d'approche appropriée pour un atterrissage sans volets. Tout en poursuivant son explication, le PM a indiqué au PF quand effectuer le virage à l'étape de base et il n'y a pas eu de demande subséquente pour exécuter la liste de vérification GEAR DOWN, LANDING CHECKS. L'approche s'est poursuivie selon le profil type pour la configuration sans volets. L'avertisseur sonore du train d'atterrissage ne s'est pas fait entendre au cours de l'approche en raison de la configuration sans volets et de la position des manettes des gaz.

Vers 12 h 28, l'aéronef s'est posé train rentré sur l'axe de la piste 12. Il s'est immobilisé sur la surface de la piste, le flotteur à l'extrémité de l'aile droite reposant sur le sol (figure 1). Le dessous de l'aéronef a subi des dommages importants et chaque flotteur d'extrémité d'aile a subi des dommages mineurs.

Figure 1. Aéronef à l'étude après l'atterrissage avec le train rentré (Source : ministère du Développement du Nord, des Mines, des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario)



Renseignements relatifs à l'équipage de conduite, à l'aéronef et aux conditions météorologiques

L'enquête a permis de déterminer que les pilotes étaient certifiés et qualifiés pour le vol conformément à la réglementation en vigueur. Aucun manquement n'a été constaté relativement à la certification, l'équipement ou la maintenance de l'aéronef, qui étaient conformes à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées. Le vol s'est déroulé dans des conditions météorologiques de vol à vue de jour et celles-ci n'ont pas été considérées comme un facteur dans cet événement.

Autre atterrissage train rentré sur piste (involontaire) d'un CL-415

Le 3 avril 2009, un aéronef CL-415 exploité par le Service aérien gouvernemental du Québec (immatriculation C-GQBG, numéro de série 2022) effectuait un atterrissage sans volets, dans le cadre d'un vol d'entraînement, et a atterri à l'aéroport international de Québec/Jean-Lesage (CYQB) (Québec) avec le train rentré. Le résumé de l'événement³ a souligné que l'avertisseur sonore du train d'atterrissage ne s'était pas activé parce que les manettes étaient réglées à un régime supérieur au seuil de déclenchement du système avertisseur en raison de la puissance requise pour une approche sans volets.

Système d'avertissement et d'indication du train d'atterrissage du CL-415

En tant qu'aéronef amphibie, le CL-415 est muni d'un système d'indication et d'avertissement du train d'atterrissage pour fournir des avertissements et des indications pour les atterrissages et les amerrissages. Le commutateur LAND/SEA (terre/mer) doit être réglé en fonction de la surface d'atterrissage prévue pour s'assurer que l'avertisseur sonore du train d'atterrissage fonctionne correctement.

Avec le commutateur LAND/SEA réglé à LAND, l'avertisseur sonore du train d'atterrissage s'active lorsque le train n'est pas sorti et que les volets sont réglés à 15 ou plus, ou lorsque le réglage des manettes des gaz est à moins d'un demi-pouce au-dessus des butées de ralenti⁴. En raison des exigences de puissance d'une approche sans volets⁵, les manettes des gaz se trouvent habituellement au-delà de cette position jusqu'à ce qu'elles soient ramenées aux butées au cours de l'arrondi ou à la suite du poser des roues.

Le commutateur LAND/SEA était réglé à la position appropriée (LAND) lors de cet événement. Le système de l'avertisseur sonore du train d'atterrissage a été examiné à la suite de l'événement et son fonctionnement a été jugé comme étant à l'intérieur des limites prescrites par le manuel de maintenance.

Le manuel de vol de l'aéronef contient un avertissement concernant les procédures en situation anormale qui indique ce qui suit [traduction] :

Lors d'un atterrissage avec un réglage des volets inférieur à 15°, et selon le profil et les exigences de puissance de l'approche, l'avertisseur sonore du train d'atterrissage pourrait ne pas retentir pour avertir les pilotes d'une configuration inappropriée du train. Confirmer la position du commutateur LAND/SEA et la position du train avant l'atterrissage⁶.

³ Événement aéronautique A09Q0047 du BST.

⁴ Il s'agit d'un dispositif de réglage mécanique à microcontact situé dans le bloc manette. La valeur de couple serait d'environ 9 % lorsque l'avertisseur sonore du train d'atterrissage se déclenche normalement.

⁵ Le document *OMNRF CL-415 SOP—CL-415 Standard Operating Procedures* indique qu'une approche sans volets à 125 nœuds avec le train sorti exige que le couple soit réglé à environ 34 %. On rapporte que la position du train d'atterrissage n'aurait pas d'effet appréciable sur la puissance nécessaire au cours de l'approche du CL-415. (Source : Province de l'Ontario, OMNRF Air Service – Fixed Wing, *OMNRF CL-415 SOP: CL-415 Standard Operating Procedures*, première publication révisée [1^{er} octobre 2020], section 10.4 : CL-415 Power Settings – For Flight Profiles, p. 10-5.)

⁶ Bombardier Inc., Product Support Publication (PSP) n° 491, *Bombardier 415 Model CL-215-6B11 Airplane Flight Manual* (1994), révision 48 (30 septembre 2016), Flap System Failure, p. 05-05-7.

En 2015, cet avertissement a été ajouté au manuel de vol et, en 2016, il a été ajouté à la liste de vérification du pilote publiée par le fabricant⁷. Toutefois, il n'a pas été ajouté à l'*OMNRF CL-415 Checklist*⁸, un document créé par le MRNFO pour remplacer la liste de vérification du pilote⁹.

Les deux pilotes de l'événement ont toutefois été informés de cet avertissement lorsque le document a été revu lors de leur formation au sol périodique en mars 2021; ils ont aussi abordé ce sujet lors de l'exposé avant vol pour le vol à l'étude.

Procédures de la liste de vérification pour l'exploitation

Lors d'un vol, les équipages du MRNFO utilisent l'*OMNR CL415 Operational Checklist*, une liste de vérification d'une seule page laminée (recto et verso)¹⁰. Tous les éléments de la liste de vérification pour l'exploitation sont des tâches procédurales normales copiées de l'*OMNRF CL-415 Checklist*. Cette liste de vérification pour l'exploitation est destinée à être utilisée lors de chaque vol, du démarrage à l'arrêt des moteurs, et couvre l'exploitation normale sur terre et sur l'eau, y compris les activités de largage d'eau.

Chaque section de la liste de vérification comprend un code de 2 lettres entre parenthèses, qui correspond à un type de liste de vérification en fonction de la façon dont elle doit être exécutée. Les 4 types de listes de vérification sont les suivants :

- CR – Challenge and Response (question-réponse)
- RD – Read Aloud and Do (lire à voix haute et exécuter)
- SD – Silently Do (exécuter en silence)
- VA – Vital Action (action vitale)

Les types de listes de vérification CR, RD et SD sont décrits en détail dans les procédures d'exploitation normalisées (SOP) *OMNRF CL-415 SOP—CL-415 Standard Operating Procedures* et sont accompagnés d'exemples précis du rôle de chaque membre d'équipage lors de l'exécution de ces listes de vérification¹¹. Toutefois, les SOP ne renvoient pas à la liste de vérification *OMNRF CL-415 Checklist* de manière spécifique. Bien qu'il n'existe pas de description similaire pour le type de liste de

⁷ Bombardier Inc., *Bombardier 415 Pilot Check List Model CL-215-6B11*, révision 6 (13 juin 2016), Flap System Failure, p. AP-47.

⁸ La liste de vérification *OMNRF CL-415 Checklist* contient des listes de vérification pour les conditions normales d'exploitation, des renseignements sur les limites de l'aéronef, des remarques pour l'exploitation, des graphiques sur la performance ainsi que des procédures pour les situations d'urgence et anormales.

⁹ Province de l'Ontario, ministère des Richesses naturelles et des Forêts, *OMNRF CL-415 Checklist* (1^{er} octobre 2020).

¹⁰ Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, *OMNR CL415 Operational Checklist*, première publication révisée (1^{er} octobre 2020).

¹¹ Province de l'Ontario, OMNRF Air Service – Fixed Wing, *OMNRF CL-415 SOP: CL-415 Standard Operating Procedures*, première publication révisée (1^{er} octobre 2020), section 1.9 : Checks, Checklist and Drill: Types of Checks and Drills, p. 1-15.

vérification VA¹², les actions vitales sont décrites dans les SOP comme étant [traduction] : « [d]es vérifications et exercices à mémoriser¹³. » La liste de vérification GEAR DOWN, LANDING CHECKS (figure 2) est qualifiée de liste de vérification d'actions vitales.

Figure 2. La liste de vérification GEAR DOWN, LANDING CHECKS comme représentée sur la liste de vérification pour l'exploitation (Source : Province de l'Ontario, ministère des Richesses naturelles et des Forêts, OMNR CL415 Operational Checklist)

| GEAR DOWN, LANDING CHECKS (VA) | |
|---|---|
| RUNWAY (VA) | |
| 1. GEAR | DOWN / 3 GREEN |
| 2. CONDITION LEVERS | MAX |
| 3. FLAPS | AS REQ / 25 WHEN LANDING ASSURED |
| 4. BRAKES | PARKING OFF / PRESS CHECKED |
| 5. NW STEERING PBA | PRESS IN |
| 6. LIGHTS – TAXI / LANDING | AS REQ |

La section Landing Checks (vérifications avant l'atterrissage) des SOP contient la remarque suivante [traduction] : « [c]omme cette vérification peut être exécutée au cours d'une période particulièrement chargée, elle peut être effectuée de mémoire et vérifiée au moyen de la liste de vérification¹⁴ ». Le type d'exécution (CR, RD, SV) à appliquer pour cette vérification n'est pas mentionné.

Dans une circulaire d'information publiée en 2017, la Federal Aviation Administration des États-Unis décrit une manière d'exécuter une liste de vérification appelée « flow » (circuit) comme suit [traduction] :

Pour la plupart des procédures normales dans le poste de pilotage, un « circuit » est réalisé comme une séquence d'opérations effectuées de mémoire pour configurer l'aéronef et ses systèmes. Le circuit est suivi d'une liste de vérification contenant un sous-ensemble d'éléments du circuit qui en sont peut-être les éléments les plus critiques et contenant des éléments qui confirment que le circuit a été effectué correctement¹⁵.

Les directives énoncées dans les SOP du MRNFO pour l'exécution de la liste de vérification GEAR DOWN, LANDING CHECKS et la pratique réelle indiquée par les pilotes pour exécuter les listes de vérification sont conformes à la méthode d'exécution du « circuit » décrite ci-dessus.

¹² On a également émis cette constatation dans le rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A13A0075 mettant en cause un aéronef CL-415 du gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador; sa SOP au moment de l'événement était identique à la SOP actuelle du MRNFO.

¹³ Province de l'Ontario, OMNRF Air Service – Fixed Wing, *OMNRF CL-415 SOP: CL-415 Standard Operating Procedures*, première publication révisée (1^{er} octobre 2020), section 1.6 : Définitions, p. 1-10.

¹⁴ Ibid., section 5.9 : Landing Checks, p. 5-5.

¹⁵ Federal Aviation Administration (FAA), Advisory Circular (AC) 120-71B: Standard Operating Procedures and Pilot Monitoring Duties for Flight Deck Crewmembers (2017), section 5.1.2 : Type of List and Manner of Execution, p. 5-1.

Les SOP indiquent que [traduction] : « [l]es éléments d'actions vitales (mémorisés) exigent une confirmation de la part du deuxième membre de l'équipage de conduite¹⁶ ». Cet énoncé ne semble s'appliquer qu'aux éléments mémorisés de ces procédures pour les situations d'urgence ou anormales. La confirmation des éléments d'actions vitales d'un deuxième membre d'équipage éléments ne semble pas être exigée pour à la liste de vérification GEAR DOWN, LANDING CHECKS, et cette confirmation n'est ni requise ni habituellement effectuée au cours des opérations normales au MRNFO.

Confirmation de la sortie du train d'atterrissage

Les SOP fournissent des directives relatives aux opérations à effectuer par l'équipage en ce qui concerne la sortie du train d'atterrissage. Un scénario précis est décrit en détail comme suit [traduction] :

Pour amorcer la sortie du train d'atterrissage lorsqu'il ne convient pas d'exécuter la vérification avant l'atterrissage, le PF annonce « **Gear Down** » [sortir le train]. Le PM réagit en abaissant le levier du train d'atterrissage et en répondant « **Gear Down** ». Une fois le train sorti et verrouillé, le PM devrait annoncer « **Gear Down Three Green** » [train sorti trois voyants verts] [caractères gras et italiques dans l'original]¹⁷.

Il est à noter que cette procédure n'exige pas que le PF confirme la position du train. Les SOP ne détaillent pas la procédure à utiliser lors de la sortie du train dans le cadre de l'exécution de la liste de vérification GEAR DOWN, LANDING CHECKS et ne donnent pas d'exemple.

Les SOP fournissent également des directives sur la vérification finale avant l'atterrissage [traduction] :

La vérification finale avant l'atterrissage ne figure pas sur la liste de vérification et constitue la suite de la LANDING CHECK [vérification avant l'atterrissage] ou le dernier regard sur celle-ci. Lorsque le PF annonce « **Flap 25** » [volets à 25], le PM réglera les volets à **25**, répondra « **Flap 25 Indicating** » [indication de volets à 25] lorsqu'ils sont réglés et confirmera que le train d'atterrissage est sorti « **Landing Gear down and Indicating** » [indication du train d'atterrissage sorti] [caractères gras et italiques dans l'original]¹⁸.

L'élément déclencheur de cette vérification est l'annonce « Flap 25 » du PF; par conséquent, il est peu probable que le PM amorce cette vérification au cours d'une approche sans volets parce qu'il n'y a pas d'annonce « Flap 25 » pour déclencher l'amorce de cette vérification.

Les SOP ne contiennent pas de définition du type ou de la procédure de liste de vérification « suite/dernier regard », et la vérification finale avant l'atterrissage indiquée ci-dessus n'apparaît pas sur la liste de vérification *OMNR CL415 Operational Checklist*.

¹⁶ Province de l'Ontario, OMNRF Air Service – Fixed Wing, *OMNRF CL-415 SOP: CL-415 Standard Operating Procedures*, première publication révisée (1^{er} octobre 2020), section 7.4 Checks, Checklists and Drills, p. 7-8.

¹⁷ Ibid., section 5.2 : Standard Calls, p. 5-1.

¹⁸ Ibid., section 5.9 : Landing Checks, p. 5-6.

Gestion des ressources de l'équipage au cours de l'entraînement en vol

À bord d'un aéronef à équipage multiple comme le CL-415, les pilotes doivent bien interagir entre eux, ainsi qu'avec leur aéronef et leur environnement, en utilisant les listes de vérification pertinentes et les SOP de la compagnie pour gérer efficacement les menaces, les erreurs ou les états indésirables de l'aéronef qui peuvent survenir.

Des situations difficiles sur le plan de la gestion des ressources de l'équipage peuvent survenir durant un vol d'entraînement pour plusieurs raisons, notamment :

- Le commandant de bord¹⁹ pourrait donner des instructions verbales pendant les phases critiques du vol, une pratique qui peut interrompre le flux normal de communication et de coordination de l'équipage.
- Les vols d'entraînement pourraient consister en des manœuvres et des scénarios qui ne correspondent pas à des activités quotidiennes et ne sont pas décrits en détail dans les SOP.
- Lorsque le commandant de bord donne des directives sur la trajectoire de vol (par exemple, « allongeons le vent arrière » ou « effectuez le virage à l'étape de base maintenant »), le stagiaire est physiquement aux commandes de l'aéronef, mais il y a un risque de confusion quant à savoir qui est réellement « aux commandes » de la trajectoire de vol et qui est responsable d'amorcer les listes de vérification.

Lors de cet événement, l'atterrissage sans volets était effectué comme un exercice de manœuvre, plutôt qu'une simulation de mauvais fonctionnement²⁰. Ni le manuel de vol ni les SOP ne fournissent de procédures ou de listes de vérification concernant une approche et un atterrissage sans volets. Cette absence de directives signifie que toute approche et tout atterrissage sans volets constituent en fait une procédure en situation anormale.

Messages de sécurité

Les exploitants aériens qui utilisent des aéronefs à 2 membres d'équipage de conduite doivent s'assurer que les SOP de leur compagnie définissent clairement la manière dont les listes de vérification sont censées être exécutées et que les éléments ayant une incidence sur la configuration de l'aéronef soient confirmés et vérifiés.

On rappelle aux équipages de conduite qu'ils doivent faire preuve d'une vigilance accrue pendant les vols d'entraînement, étant donné le risque important de distraction causée par la prestation d'enseignement durant l'exécution des tâches normales dans le poste de pilotage.

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 20 octobre 2021. Le rapport a été officiellement publié le 4 novembre 2021.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada (www.bst.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les principaux enjeux de sécurité

¹⁹ Dans cet événement, le pilote instructeur était désigné comme étant le commandant de bord.

²⁰ Une simulation de mauvais fonctionnement obligerait les pilotes à simuler une procédure en situation anormale, y compris l'utilisation des procédures indiquées dans le manuel de référence rapide, et à quitter le circuit pour avoir le temps d'effectuer le dépannage (si nécessaire) avant d'y revenir pour l'atterrissage.

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.

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 A21O0030* (publié le 4 novembre 2021).

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

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2021

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien A21O0030

N° de cat. TU3-10/21-0030F-PDF

ISBN 978-0-660-40749-4

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.