



NUMÉRO 4/2023

# SÉCURITÉ AÉRIENNE — NOUVELLES

Dans ce numéro...

L'incidence de la littérature sur l'aviation  
NAV CANADA "Les yeux dans le ciel et au sol"

Pratiques exemplaires pour la transition  
à un avion ultra-léger

Introduction à la gestion des menaces et des erreurs

TP 185F

*Sécurité aérienne — Nouvelles* est publiée par l'Aviation civile de Transports Canada. Le contenu de cette publication ne reflète pas nécessairement la politique officielle du gouvernement et, sauf indication contraire, ne devrait pas être considéré comme ayant force de règlement ou de directive.

Les lecteurs sont invités à envoyer leurs articles, observations et suggestions par courriel. La rédaction se réserve le droit de modifier tout article publié. Ceux qui désirent conserver l'anonymat verront leur volonté respectée.

Veuillez faire parvenir votre courriel à l'adresse suivante :

**Jim Mulligan, rédacteur**

Courriel : [TC.ASL-SAN.TC@tc.gc.ca](mailto:TC.ASL-SAN.TC@tc.gc.ca)

Tél. : (343) 553-3022

Internet : [www.tc.gc.ca/SAN](http://www.tc.gc.ca/SAN)

**Droits d'auteur :**

Certains des articles, des photographies et des graphiques qu'on retrouve dans la publication *Sécurité aérienne — Nouvelles* sont soumis à des droits d'auteur détenus par d'autres individus et organismes. Dans de tels cas, certaines restrictions pourraient s'appliquer à leur reproduction, et il pourrait s'avérer nécessaire de solliciter auparavant la permission des détenteurs des droits d'auteur. Pour plus de renseignements sur le droit de propriété des droits d'auteur et les restrictions sur la reproduction des documents, veuillez communiquer avec le rédacteur de *Sécurité aérienne — Nouvelles*.

**Note :** Nous encourageons les lecteurs à reproduire le contenu original de la publication, pourvu que pleine reconnaissance soit accordée à Transports Canada, *Sécurité aérienne — Nouvelles*. Nous les prions d'envoyer une copie de tout article reproduit au rédacteur.

**Bulletin électronique :**

Pour vous inscrire au service de bulletin électronique de *Sécurité aérienne — Nouvelles*, visitez notre site Web au [www.tc.gc.ca/SAN](http://www.tc.gc.ca/SAN).

**Impression sur demande :**

Pour commander une version papier (en noir et blanc), veuillez communiquer avec :

**Le Bureau de commandes**

Transports Canada

Tél. sans frais (Amérique du Nord) : 1-888-830-4911

Tél. : 613-991-4071

Courriel : [MPS1@tc.gc.ca](mailto:MPS1@tc.gc.ca)

*Aviation Safety Letter* is the English version of this publication.

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre des Transports (2023)

ISSN : 0709-812X

TP 185F

## Table des matières

	Page
L'incidence de la littératie sur l'aviation .....	3
<i>Coin de l'instructeur</i> soumission d'articles .....	6
<i>Sécurité aérienne — Nouvelles</i> (SA — N) soumission d'articles .....	6
NAV CANADA « Les yeux dans le ciel et au sol » .....	7
Pratiques exemplaires pour la transition à un avion ultra-léger .....	11
Introduction à la gestion des menaces et des erreurs .....	19
Résumé de rapports finaux du BST .....	28
Affiche — La sécurité aérienne commence ici .....	48



## L'incidence de la littératie sur l'aviation

par Daniel Gustin, chef-instructeur chez [Canadian Flight Trainers](#) (en anglais seulement), une école de formation au sol moderne et en ligne dévouée à fournir des expériences d'apprentissage et des solutions positives aux écoles de pilotage, aux pilotes privés et commerciaux ainsi qu'aux instructeurs de vol. Daniel est également un spécialiste de l'éducation aéronautique; il possède notamment de l'expérience en tant qu'instructeur d'acrobaties aériennes, pilote de ligne et instructeur sur simulateur.

Que nous en soyons conscients ou non, la littératie joue un rôle important dans la vie d'un pilote. La lecture de phrases et l'écriture de l'alphabet vous viennent probablement à l'esprit en pensant à la littératie. Les compétences en matière de littératie comprennent ces deux éléments, mais ce n'est que la pointe de l'iceberg. Au sens classique, la littératie est la capacité d'interpréter un texte. Au sens plus large, elle est une fonction de compréhension des langues et des communications.

Les nouveaux médias, notamment les vidéos, les balados et les textes provenant de diverses sources, nous aident à nous préparer pour nos vols, à prendre des décisions judicieuses pendant ceux-ci et à faire un retour sur notre performance globale après un vol. Par exemple, les pilotes utilisent des images provenant des prévisions de zone graphique (GFA) ou d'autres produits météorologiques pour prendre des décisions concernant la sécurité en vol; les élèves-pilotes peuvent se référer aux vidéos publiées en ligne par les écoles de formation au sol pour obtenir des explications sur les moteurs à turbine; les instructeurs de pilotes de ligne peuvent compléter la formation sur simulateur avec des applications interactives de système de gestion de vol (FMS); ou un pilote effectuant un vol selon les règles de vol aux

<b>SMOKE / FUMES / AVNCS SMOKE</b>	
<small>Applicable to:</small>	
<b>LAND ASAP</b>	
IF PERCEPTIBLE SMOKE / FUMES APPLY IMMEDIATELY:	
CREW OXY MASKS (if required)....	USE/100%/EMERG
VENTILATION BLOWER.....	OVRD
VENTILATION EXTRACT.....	OVRD
CAB FANS.....	OFF
GALY & CAB.....	OFF
SIGNS.....	ON
CKPT / CAB COM.....	ESTABLISH
● If smoke/fumes source immediately obvious, accessible, and extinguishable:	

Figure 1 : fumée/émanations/fumée avionique, liste de vérification (en anglais seulement)

Une partie de la littératie est de comprendre des origines, la conception et l'intention de la littérature ou des médias qui nous sont présentés. La taille de la police est intentionnellement grande dans une liste de vérification au cas où le poste de pilotage serait rempli de fumée. De plus, cette procédure aide les pilotes à isoler individuellement les systèmes pour déterminer l'origine de la fumée. Toutefois, ce ne sont pas tous les médias et toutes les politiques et procédures qui sont conçus avec des intentions aussi claires que celles de la liste de vérification.

Source : Daniel Gustin

instruments (IFR) peut faire son exposé d'approche de navigation de surface (RNAV) en utilisant la carte sur sa tablette. Chacun de ces exemples met à contribution des plateformes médiatiques très différentes, mais ils font tous appel à des compétences liées à la littératie qui nous poussent à décortiquer l'information et à utiliser ce qui nous est communiqué.

Dans notre environnement hautement réglementé, nous sommes tenus de lire, d'interpréter et d'appliquer correctement de nombreuses formes de documentation avant et pendant un vol. Parmi ces documents, citons le *Règlement de l'aviation canadien (RAC)*, les procédures d'utilisation normalisées (SOP) de votre compagnie aérienne, le manuel d'exploitation d'une école de pilotage, un manuel de contrôle de maintenance ou même une politique sur les uniformes. Les exemples ci-dessus ont le pouvoir de dicter et de contrôler la façon dont un pilote effectue son vol souhaité. Les politiques, les dispositions réglementaires et les SOP construisent et contrôlent l'environnement dans lequel vous volez. Cela peut sembler effrayant, mais ce n'est pas forcément le cas. Examinons ensemble quelques exemples fictifs.

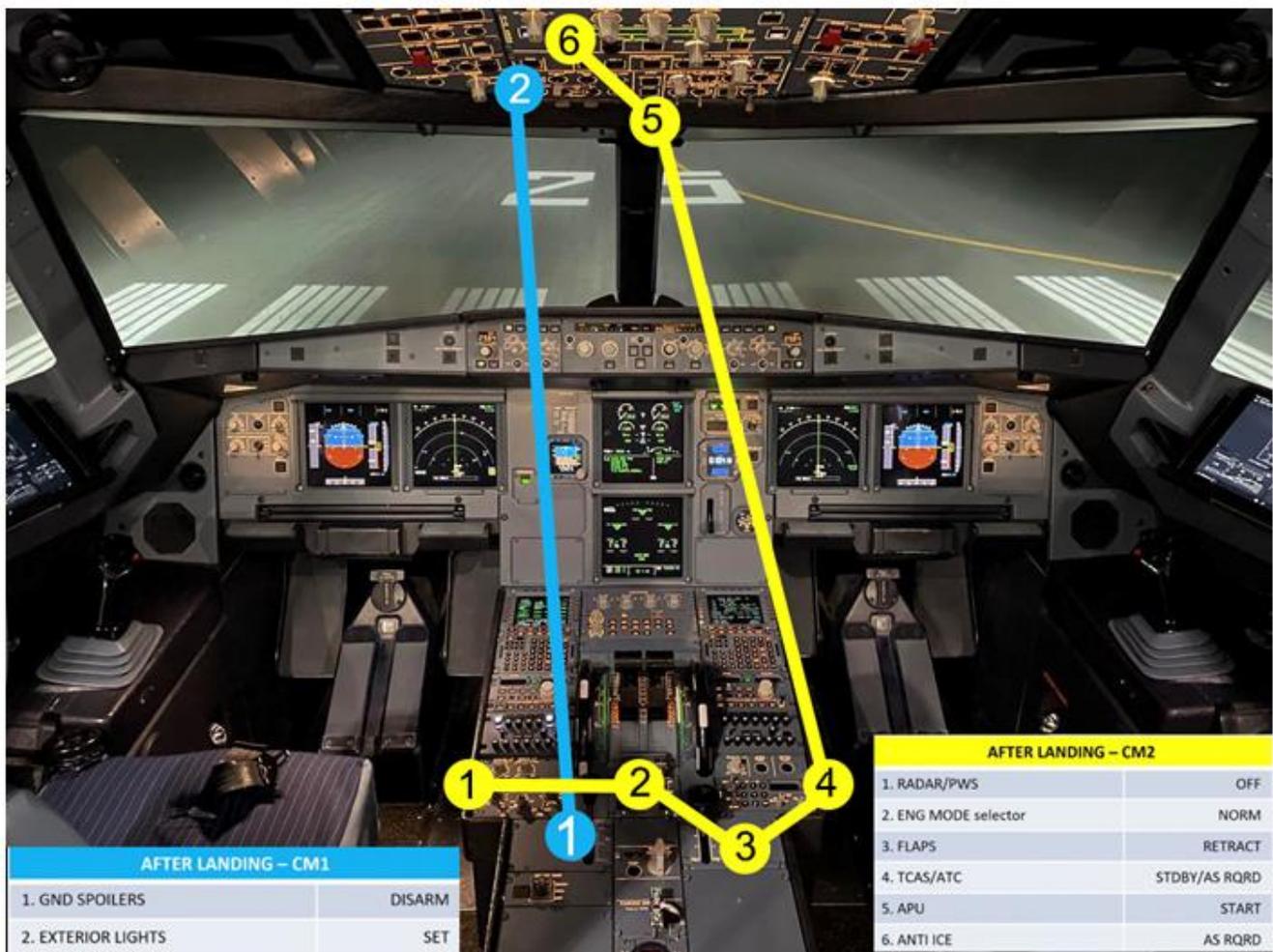


Figure 2 : Image du poste de pilotage d'un Airbus 320 (en anglais seulement)

La photo, tirée des procédures d'utilisation normalisées (SOP) d'une compagnie aérienne, montre comment la littérature définit les rôles dans le poste de pilotage d'un Airbus A320. Dans d'autres cas, la littérature peut aussi créer des classes différentes au sein d'une compagnie, introduire des hiérarchies, définir les dynamiques de pouvoir et créer des pratiques sociales.

Source : Daniel Gustin

Le RAC prévoit qu'il est interdit d'utiliser un aéronef au-dessus de zones bâties à une altitude de moins de 1 000 pieds au-dessus du sol. En gardant cette règle à l'esprit, un pilote peut opter pour une autre trajectoire de vol qui peut être légèrement plus longue, mais qui sera en fin de compte plus sûre pour lui. Dans un autre ordre d'idée, à Winnipeg, un élève se présente à l'école de pilotage et dit qu'il souhaite faire un vol. Les conditions météorologiques sont sous les minimums prescrits par l'école de pilotage. L'instructeur décide donc d'effectuer la formation aux instruments dans le simulateur. Ainsi, on épargne les conditions hivernales du Manitoba aux pilotes, mais ils peuvent tout de même faire avancer la formation des élèves.

Les politiques et la documentation peuvent nous protéger et nous guider, comme c'est le cas dans les deux exemples précédents. En revanche, elles peuvent également avoir des conséquences inattendues au sein d'une organisation. Prenons, par exemple, un exploitant aérien dont les SOP prévoient que seuls les commandants sont autorisés à faire des annonces aux passagers. Une telle procédure écrite peut dévaloriser le premier officier, rendre la formation en vue de devenir commandant plus difficile et renforcer une hiérarchie verticale dans le poste de pilotage. Par ailleurs, dans un grand collège d'aviation, les élèves ont peur de dénoncer des politiques oppressives qui restreignent gravement leur liberté, car ils craignent de devenir la cible de répercussions. En raison de la nature de leur programme de pilotage, les élèves ont peur d'explorer les possibilités, de faire des erreurs et de défendre les points qu'ils croient être justes.

La littératie est plus que de simples mots et images. Elle construit notre société, nos écoles de pilotage, nos opérations aériennes et nos exploitants aériens. Elle différencie un premier officier d'un commandant, un instructeur de vol d'un élève et un pilote de ligne d'un pilote privé. Votre capacité à être bien informé dans votre rôle de chef-instructeur de vol, de pilote en chef ou d'élève-pilote a une incidence sur votre capacité à exercer vos fonctions. Les pilotes qui connaissent mieux les lois, les conceptions sociales de leur organisation et les documents d'orientation disposent d'un ensemble de compétences plus vaste, de meilleures capacités de prise de décision et d'une compréhension plus approfondie des principes d'aviation et de sécurité que les autres.

Pour réfléchir à ce sujet, je vous demande de prendre le temps de vous questionner sur quelques points :

- Comment intégrez-vous la littératie dans votre enseignement?
- Pensez à une politique de l'école ou de la compagnie qui vous est familière. Quelles sont les conséquences inattendues de cette politique?
- Dans quelle mesure parvenez-vous à trouver des renseignements pertinents quant à votre rôle de pilote?
- Êtes-vous au fait de politiques qui créent des dynamiques de pouvoir ou des hiérarchies différentes au sein de votre organisation? Quel rôle jouez-vous à cet égard? △



## Coin de l'instructeur soumission d'articles

L'objectif du Coin de l'instructeur de *Sécurité aérienne — Nouvelles* (SA — N) est de permettre aux instructeurs de partager des expériences d'instruction/d'enseignement antérieures avec les lecteurs de SA — N.

L'article peut s'adresser à toute une gamme de lecteurs, d'instructeurs, d'élèves-pilotes, de pilotes privés, de pilotes de planeurs, d'ultralégers ou commerciaux. En fait, l'article peut s'adresser à tout type d'élève qu'un instructeur peut rencontrer au cours de sa carrière, que ce soit pour l'obtention d'une licence ou d'une qualification. Le plus important est qu'une leçon ait été apprise grâce à cet article.

Il peut être simplement question d'assiettes et mouvements pour la formation d'un pilote privé, de qualification aux instruments sur multimoteurs ou sur hydravions, de conseils pédagogiques pour les instructeurs, etc. C'est à vous de choisir, mais gardez en tête que vous rédigez un article à titre d'instructeur. Il peut aussi s'agir de conseils pour améliorer la sécurité aérienne ou mieux se préparer à un vol.

Si vous voulez soumettre un article ou obtenir plus de renseignements, veuillez envoyer un courriel à l'adresse suivante : [jim.mulligan@tc.gc.ca](mailto:jim.mulligan@tc.gc.ca). △

## Sécurité aérienne — Nouvelles (SA — N) soumission d'articles

Y a-t-il une question de sécurité aérienne qui vous passionne? Aimerez-vous partager vos connaissances spécialisées avec les autres? Si oui, nous aimerions avoir de vos nouvelles!

### Renseignements généraux et directives

L'objectif principal de SA — N est de promouvoir la sécurité aérienne. La publication contient des articles qui abordent tous les aspects de la sécurité aérienne, dont des observations en matière de sécurité formulées à la suite d'accidents et d'incidents ainsi que des renseignements sur la sécurité adaptés aux besoins des pilotes canadiens, des techniciens d'entretien d'aéronefs (TEA) et de tout autre membre du milieu aéronautique canadien.



*Crédit : iStock*

Si vous souhaitez soumettre un article, veuillez-nous le transmettre par courriel à [TC.ASL-SAN.TC@tc.gc.ca](mailto:TC.ASL-SAN.TC@tc.gc.ca). Veuillez noter que tous les articles seront révisés et traduits avant d'être publiés.

### Photos et graphiques

Si vous voulez captiver nos lecteurs, nous vous recommandons d'inclure une ou deux photos, ou graphiques, dans votre article. Veuillez nous envoyer vos photos ou graphiques par courriel, préférablement au format JPEG, avec votre texte.

Au plaisir de recevoir vos articles! △



Au service d'un  
monde en mouvement  
[navcanada.ca](http://navcanada.ca)

## NAV CANADA « Les yeux dans le ciel et au sol »

par James Kerwin, spécialiste, Exploitation de l'unité, tour de Langley, NAV CANADA

NAV CANADA établit une distinction entre les « quatre grandes » tours de contrôle selon les règles de vol aux instruments (IFR), qui se trouvent à Toronto (YYZ), à Vancouver (YVR), à Calgary (YYC) et à Montréal (YUL), et « les autres » tours de contrôle selon les règles de vol à vue (VFR). Beaucoup de gens ignorent que ces petites tours proposent des visites de leurs installations, ce qui est un moyen inestimable pour les pilotes d'acquiescer une nouvelle perspective sur les opérations à leur aéroport d'attache. Le fait de voir les opérations de « l'autre côté du micro » permet aux pilotes de mieux comprendre la situation locale et générale dans l'espace aérien et à l'aéroport. Cette compréhension est essentielle pour la sécurité du système aéronautique.

### La sécurité des vols est essentielle et, dans notre secteur d'activité, la communication est primordiale

Les écoles de pilotage devraient encourager leurs élèves à visiter la tour locale au début de leur formation; les instructeurs devraient aussi se joindre à eux. Voir directement comment fonctionne la tour permet aux élèves-pilotes de rencontrer les contrôleurs d'aéroport, généralement sympathiques, et de voir les opérations du point de vue de la tour. Nous sommes des personnes et pas seulement une voix à la radio. Pour les élèves-pilotes, le fait de se familiariser avec l'environnement de la tour de contrôle peut les aider à réduire leur niveau d'anxiété lorsqu'ils effectuent leurs premières transmissions radiophoniques. Ainsi, ils peuvent se concentrer sur des choses plus importantes, comme le pilotage de l'aéronef. En outre, les contrôleurs gagnent à rencontrer les pilotes; il est bénéfique pour eux d'entendre les expériences des pilotes, surtout dans le cas des contrôleurs qui n'ont jamais piloté d'aéronefs. Il est difficile pour les contrôleurs de comprendre le point de vue du pilote s'ils n'ont jamais piloté d'aéronefs. Ils apprennent quelles sont les répercussions que peuvent avoir leurs autorisations et leurs instructions. D'autre part, certains contrôleurs aériens sont également pilotes, et il leur est facile d'oublier ce qui se passe dans le poste de pilotage par opposition à la tour. Cela dit, le fait de donner aux pilotes et aux contrôleurs la possibilité de discuter des procédures et de se poser mutuellement des questions permet de réduire la confusion et d'améliorer la compréhension, ce qui, en fin de compte, accroît la sécurité des vols.

### Zones de contrôle

L'espace aérien qui entoure une zone de contrôle, ou qui y est adjacent, peut être une zone grise pour les pilotes. Toutefois, l'important est que les pilotes communiquent avec la tour en temps voulu lorsqu'ils envisagent d'entrer dans la zone de contrôle. Le contrôleur a ainsi le temps de parler au pilote et de déterminer où il se trouve et quelles sont ses intentions. Cela permet alors au contrôleur d'établir un plan qui inclut le pilote.

Au Canada, certains espaces aériens sont très denses et de nombreuses fréquences sont utilisées dans une zone géographique très restreinte. Par exemple, il existe six espaces aériens de classe C (zones de contrôle) dans un rayon de 25 NM autour de la région métropolitaine de Vancouver, et encore plus d'espaces aériens de classe F (zones de service consultatif), et chacun d'entre eux a des fréquences différentes. L'image ci-dessous (figure 1) montre un exemple du côté est du fleuve Fraser. N'oubliez pas que le côté ouest du fleuve, non représenté, contient les tours de Vancouver, de Boundary Bay et de Vancouver Harbour.

**Common Air-to-Air Frequency along Fraser River between Flight Training Areas**  
 West of Mission Bridge VFR Checkpoint 122.72(5) ●  
 East of Mission Bridge VFR Checkpoint 122.77(5) ●

## BRITISH COLUMBIA – VFR COMMON AIR-TO-AIR TRAFFIC FREQUENCY FOR FRASER RIVER CORRIDOR

Common air-to-air frequencies have been designated for use in the CYA flight-training areas that border the Fraser River (see backside of Vancouver VTA). To ensure pilots who fly along the Fraser River corridor and between the flight training CYAs can communicate to maintain situational awareness and avoid conflicts, the common air-to-air flight training frequencies have been designated for use along the corridor.

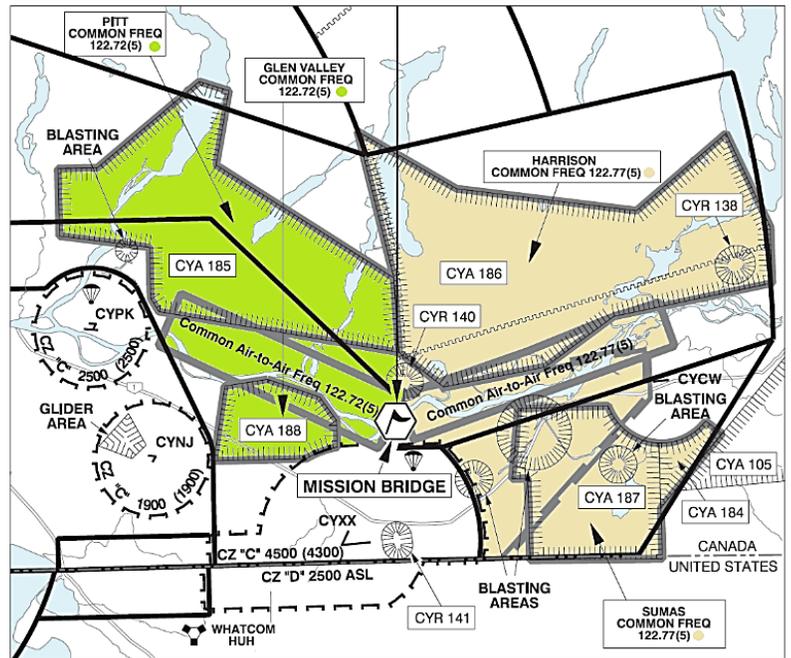


Figure 1 : exemple du côté est de la vallée du Fraser (en anglais seulement)

L'espace aérien entre les zones de contrôle peut souvent être tout aussi encombré que les zones de contrôle elles-mêmes. C'est généralement dans ces zones que les visites de tour de contrôle faites par les écoles de pilotage sont les plus fructueuses, car les instructeurs sont en mesure de transmettre l'expertise locale à leurs élèves au début de leur apprentissage. Pour les pilotes de l'aviation générale qui ont appris à voler dans une autre région, le défi est encore plus grand. Ils devront étudier attentivement les cartes de régions terminales VFR (VTA) et les cartes aéronautiques de navigation VFR (VNC) et, espérons-le, compléter leurs connaissances en rendant visite à leur « tour d'attache ».

Les contrôleurs d'aéroport leur montreront ce qu'ils voient par la fenêtre et sur l'affichage de situation (écran radar). Ils expliqueront également aux pilotes certaines des pratiques exemplaires pour naviguer dans un espace aérien encombré. Dans la région métropolitaine de Vancouver, si un pilote appelle à 2 ou 3 NM de distance, il peut se trouver dans la mauvaise zone de contrôle, dans une zone d'entraînement de classe F ou sur une fréquence différente de celle de tous les autres pilotes à proximité. Le lieu d'appel est un point délicat, car, si le pilote appelle trop tard, il risque d'entrer accidentellement dans une zone de contrôle ou d'être en conflit direct avec les aéronefs quittant cette zone de contrôle. S'il appelle trop tôt, il pourrait ne pas obtenir des renseignements importants à propos de la circulation dans les environs immédiats. Il est toujours préférable pour les pilotes d'appeler à l'avance en cas de doute et de faire savoir au contrôleur qu'ils ne connaissent pas la région. S'ils ont fait preuve de diligence en étudiant les cartes locales, tout ira bien, mais ils ne doivent jamais hésiter à demander de l'aide et des conseils.

supplémentaires. Mais surtout, s'ils ne sont pas sûrs de l'endroit où ils se trouvent, ils doivent le faire savoir au contrôleur.

## Guides de phraséologie

NAV CANADA a publié le guide *Phraséologie VFR* offert en format PDF, qui se trouve sur son [site Web](#). Le guide est conçu à des fins générales et ne contient pas tous les détails utiles que vous obtiendriez en mettant le pied dans la cabine de tour. Voici, notamment, quelques-uns des conseils que vous obtiendrez lors d'une visite de tour.

1. La différence entre « Répétez » et « Je ne comprends pas » : il y a une différence entre ne pas entendre et ne pas comprendre ce que le contrôleur a dit.
2. Si un pilote est perdu ou s'il est incertain de sa position, il doit le faire savoir au contrôleur. Si le contrôleur sait que le pilote ne connaît pas la région, il lui donnera des autorisations et des instructions différentes pour l'aider à acquérir une vue d'ensemble de la situation.
3. Les pilotes sont les clients de NAV CANADA; nous avons leur meilleur intérêt à l'esprit et nous nous efforçons de leur donner ce qu'ils veulent, mais il faut aussi maintenir l'équilibre délicat avec ce que tous les autres veulent. Les contrôleurs hiérarchisent les demandes en fonction de deux principes généraux : 1) premier arrivé, premier servi et 2) retard moyen le plus court pour le système.
4. Les pilotes devraient conserver les numéros de téléphone de la tour de contrôle locale dans leur téléphone au cas où ils se retrouveraient en situation sans radio (NORDO). Une tour peut donner l'autorisation d'entrer dans la zone de contrôle et d'atterrir par téléphone. C'est généralement plus simple et plus sûr que de suivre une procédure d'approche complète NORDO.
5. Si nous transmettons des renseignements sur la circulation à deux aéronefs et qu'un pilote signale qu'il voit l'autre aéronef, c'est à ce pilote qu'incombe maintenant la responsabilité de maintenir la séparation avec l'autre aéronef. Bien entendu, si la situation n'est pas claire, il ne faut pas deviner; informez le contrôleur et obtenez des éclaircissements.

## Vous n'êtes pas aviateur? Vous y trouverez aussi votre compte!

Enfin, les visites de tour ne sont pas réservées qu'aux aviateurs ou qu'aux passionnés d'aviation. Nous invitons tout le monde à venir nous voir. Peu de gens ont l'occasion de voir ce que font les contrôleurs aériens et comment ils interagissent avec les aéronefs. L'expérience peut être très mémorable, surtout pour les enfants et les adolescents. NAV CANADA embauche; plus les gens sont exposés à ce que nous faisons, plus c'est avantageux pour nous maintenant et dans l'avenir.

Malheureusement, toutes les tours ne peuvent pas accueillir de visites en raison du nombre limité de personnel disponible, de formation dans la cabine de tour ou de l'emplacement de l'installation, où les visites pourraient être interdites. Le fonctionnement et le débit de circulation de chaque tour sont différents. Toutefois, d'autres tours et stations d'information de vol de la région peuvent accueillir une visite guidée.

Pour organiser une visite de tour, envoyez un courriel au service à la clientèle de NAV CANADA à [service@navcanada.ca](mailto:service@navcanada.ca) afin de convenir d'une date et d'une heure pour la visite. Au plaisir de vous voir bientôt! △



## LA RÉGLEMENTATION ET VOUS

### Documents reliés à l'aviation civile publiés récemment

Numéro de document (R=révisé)	Numéro d'édition et date de publication	Sujet
ASAC 2023-06	Édition 01 2023-11-24	Risque d'interférence par signaux 5G sur les radioaltimètres
ASAC 2023-05	Édition 01 2023-10-19	Pièces soupçonnées d'être non approuvées distribuées par AOG Technics Limitée
ASAC 2023-04	Édition 01 2023-09-29	Alerte de pièces soupçonnées d'être non approuvées d'un hélicoptère Bell Textron Modèle 206B, immatriculé N536T, numéro de série 3195
CI 803-001	Édition 14 2024-01-01	Publication de Transports Canada TP 308/GPH 209 – Changement 9.0 – Critères d'élaboration des procédures de vol aux instruments
CI 705-012	Édition 01 2023-11-10	Rangement des déchets jetables résultant du service en vol dans les toilettes d'aéronefs
CI 549-001	Édition 01 2023-10-01	Systèmes de carburant des aéronefs de construction amateur
CI 605-006	Édition 01 2023-09-30	Tolérance au calendrier de maintenance d'aéronef préalablement approuvé



## Pratiques exemplaires pour la transition à un avion ultra-léger

par Gordon Dyck, Directeur de l'UPAC et membre du groupe de travail sur les ultralégers

L'absence de formation de transition a été mentionnée comme un facteur dans un bon nombre d'accidents d'aviation. Ces accidents sont fréquemment le résultat du manque de préparation des pilotes aux difficultés présentées par le pilotage d'un nouvel aéronef ou d'un aéronef différent de celui auquel ils sont habitués. Certains pilotes peuvent penser qu'une formation n'est pas nécessaire, car les avions ultra-légers semblent si simples.

Si vous avez décidé de commencer à piloter des ultra-légers, cet article contient des renseignements qui vous aideront à devenir un pilote d'ultra-léger sûr et compétent, quels que soient les avions auxquels vous êtes habitué.

Les sections du présent article :

- [Qu'est-ce qu'une « formation de transition »?](#)
- [Les avions ultra-légers — le côté léger du pilotage](#)
- [En quoi les ultra-légers sont-ils différents sur le plan mécanique?](#)
- [En quoi les ultra-légers sont-ils différents à piloter?](#)
- [Comment se préparer mentalement à la transition vers un ultra-léger](#)
- [Vous avez besoin d'aide supplémentaire?](#)

### Qu'est-ce qu'une « formation de transition »?

L'objectif de la formation de transition est de vous familiariser avec un aéronef différent afin que vos réactions deviennent automatiques. Dans une situation d'urgence, vous pourriez ne pas avoir le temps de penser à ce qu'il faut faire. Il est donc important de connaître votre ultra-léger avant de le piloter, au cas où les choses se gâteraient. Ainsi, vous pourrez réagir rapidement.

### Les avions ultra-légers — le côté léger du pilotage

Au Canada, tous les ultra-légers doivent être immatriculés. Les ultra-légers canadiens peuvent être immatriculés en tant **qu'avions ultra-légers de base** ou en tant **qu'avions ultra-légers de type évolué**. Bien que tous les ultra-légers ne puissent pas être immatriculés en tant qu'ultra-légers de type évolué, dans certains cas, le même modèle d'avion peut être immatriculé en tant qu'avion ultra-léger de base ou en tant qu'avion ultra-léger de type évolué.

Les ultra-légers sont des aéronefs motorisés munis d'un ou de deux sièges. Ils doivent être assurés en plus d'être immatriculés. Vous devez être titulaire d'un permis de pilote d'avion ultra-léger ou d'un autre permis ou licence de pilote d'aéronef pour pouvoir le piloter. Ils ne peuvent être pilotés que pour effectuer des vols selon les règles de vol à vue (VFR) de jour.

### Avion ultra-léger de base

- Poids maximal au décollage de 1 200 lb
- Vitesse de décrochage maximale indiquée de 39 kt (45 mi/h)
- Aucune exigence de charge utile minimale
- Aucune exigence réglementaire relative à la construction ou à la fabrication
- Maintenance assurée par le propriétaire
- Toutes les personnes à bord doivent porter un casque
- Transport de passagers interdit — seuls un instructeur et un élève ou deux pilotes titulaires d'une licence de pilote d'aéronef sont autorisés à monter dans l'avion

### Avion ultra-léger de type évolué

Il s'agit d'ultra-légers qui répondent aux normes de conception (LAMAC DS 10141 — en anglais seulement) de la Light Aircraft Manufacturers Association of Canada (LAMAC).

- Poids maximal au décollage de 1 232 lb
- Charge utile minimale requise
- Kits ou avions assemblés par le constructeur
- Maintenance assurée par le propriétaire selon les lignes directrices du constructeur
- Les casques ne sont pas exigés, mais ils sont fortement recommandés
- Le transport de passagers est permis tant que le pilote est titulaire d'une licence, d'un permis ou d'une qualification qui permet le transport de passagers

### En quoi les ultra-légers sont-ils différents sur le plan mécanique?

Avant de piloter un nouvel ultra-léger, vous devez comprendre l'appareil sur lequel vous allez faire la transition et vous préparer mentalement à le piloter.

### Construction

Il n'existe pas de norme de certification internationale pour les ultra-légers. Les ultra-légers de base ne doivent répondre à aucune norme en matière de matériaux ou de construction et n'ont pas besoin d'obtenir une attestation de « bon état de vol ». Transports Canada recommande vivement aux constructeurs d'ultra-légers de base d'utiliser des critères de conception, des matériaux et des pratiques reconnus.

Les ultra-légers de type évolué doivent répondre aux normes de conception de la LAMAC et figurer sur la liste des aéronefs acceptés par Transports Canada.

## Moteurs

Vous devez connaître les limites du moteur de votre ultra-léger et savoir comment l'utiliser. Un grand nombre d'ultra-légers sont munis d'un moteur à deux temps. Ces moteurs sont moins fiables sur le plan mécanique que les moteurs à quatre temps et nécessitent plus d'attention pour fonctionner correctement. Les moteurs à deux temps sont plus légers et ont un meilleur rapport puissance-poids. La plupart des pilotes connaissent les moteurs à cylindres horizontaux opposés et à refroidissement par air. Les ultra-légers sont généralement munis de moteurs modernes dotés de nouvelles caractéristiques et technologies, notamment :

- un refroidissement par liquide au lieu d'un refroidissement par air,
- un entraînement par engrenages,
- un allumage électronique.

Certains ultra-légers sont équipés de moteurs de voiture transformés, comme un moteur Volkswagen ou un demi-moteur Volkswagen. Certains d'entre eux sont munis de moteurs électriques, comme l'[Icaro2000](#) et le [Pipistrel Velis Electro](#) (en anglais).

## Technologie

La technologie utilisée à bord des ultra-légers peut varier considérablement. Certains d'entre eux n'ont pas d'instruments; dans ce cas, votre vitesse est indiquée par le vent dans votre visage et le battement de vos jambes de pantalon. D'autres, comme ceux dotés d'un poste de pilotage à écrans cathodiques, sont plus avancés sur le plan technologique que certains avions d'aviation générale.

## Commandes

Les pilotes qui effectuent la transition d'un avion à train d'atterrissage tricycle à un ancien avion avec une roulette de queue doivent souvent s'habituer aux freins activés par les talons. Un grand nombre d'ultra-légers sont munis d'un simple circuit de freins à main, de freins activés par les talons ou de freins activés par les bouts de pieds et, parfois, ils ne sont pas du tout équipés de freins.

Ces appareils sont habituellement équipés d'un palonnier au lieu de pédales, ce qui donne une sensation différente. Il n'y a pas de disposition standard des pédales du palonnier.

Il n'y a pas de disposition standard des manettes des gaz. Certains appareils sont munis d'une manette des gaz à coulisse ou d'une manette des gaz à levier. Dans le cas d'un parapente entraîné par moteur, la manette des gaz est commandée en serrant la main et, dans le cas d'un ultra-léger à train d'atterrissage tricycle, la manette des gaz est commandée avec les pieds.

Un grand nombre d'avions à sièges côte à côte ont un manche monté au centre, entre les sièges. Au début, vous aurez l'impression de monter à cheval en selle d'amazone, surtout si vous avez l'habitude de piloter un avion muni d'un manche et d'un palonnier. Très peu d'ultra-légers sont munis de volants. Si vous êtes habitué à un appareil équipé d'un volant, la sensation sera différente.

## Maintenance

La maintenance variera selon les types et, dans certains cas, selon les préférences du propriétaire. Contrairement aux aéronefs faisant l'objet d'un certificat de type, les ultra-légers de base ne sont soumis à aucune exigence de

maintenance. Cela signifie que vous devrez procéder à une inspection détaillée avant le vol et qu'il incombe au propriétaire d'établir un programme de maintenance approprié, s'il n'en existe pas.

La maintenance des ultra-légers de type évolué doit être faite conformément aux exigences du constructeur. Le propriétaire peut effectuer lui-même la maintenance ou la déléguer à une personne compétente en matière de maintenance d'aéronefs. Tous les travaux de maintenance sont approuvés par le propriétaire. Si de nombreux pilotes/propriétaires possèdent les compétences nécessaires pour effectuer la maintenance périodique et la maintenance approfondie de leur aéronef, le propriétaire moyen n'a pas le même niveau d'expérience qu'un technicien d'entretien d'aéronefs (TEA).

## Documents

Si vous avez appris à piloter à bord d'avions ayant un certificat de type, vous êtes habitué à avoir à votre disposition un manuel d'utilisation de l'aéronef (Pilot Operating Handbook) détaillé. En ce qui concerne les ultra-légers, il se peut qu'aucun document ne vienne avec l'avion. Cette absence de documents peut parfois être effrayante.

## En quoi les ultra-légers sont-ils différents à piloter?

### Trainée

De nombreux ultra-légers perdent de l'énergie plus rapidement que les autres avions. Les ailes des ultra-légers ont tendance à créer une portance élevée à faible vitesse. Pour que l'aile reste légère, mais aussi résistante, les contrefiches, les entretoises et les haubans porteurs créent une trainée à laquelle vous n'êtes peut-être pas habitué.



*Crédit : Gord Dyck  
Aéronef Pipistrel Sinus*

Certains avions ultra-légers ont des saumons d'ailes qui peuvent être posés ou déposés au gré de l'utilisateur : s'il veut plus de vitesse ou plus de portance. D'autres ultra-légers sont offerts en version standard ou avec des ailes raccourcies.

### **Couple poussée-trainée d'un aéronef à voilure haute avec un moteur à hélice propulsive**

Un grand nombre d'ultra-légers sont considérés comme des aéronefs à voilure haute avec un moteur à hélice propulsive. Non seulement ces appareils ont une apparence différente, mais ils volent également de manière très différente.

Lorsque la trainée et la poussée se trouvent dans le même axe, un changement de puissance n'a pas réellement d'incidence sur l'assiette. Sur la plupart des appareils avec un moteur à hélice propulsive, le moteur (poussée) se trouve au-dessus du fuselage (trainée). La trainée et la poussée sont parallèles, mais non dans le même axe, ce qui signifie qu'elles forment un couple. Une augmentation de la puissance pousse le moteur et l'aile vers l'avant, tandis que la trainée retient le fuselage et fait piquer le nez de l'appareil. De la même façon, lorsque la puissance est réduite, le nez se cabre.

### **Stabilité**

Les aéronefs légers d'aviation générale faisant l'objet d'un certificat de type sont conçus pour se comporter de la même manière d'un type à l'autre. Il devrait être assez simple pour un pilote ayant des compétences et des capacités moyennes de passer d'un type à l'autre, bien qu'une vérification de compétence approfondie soit toujours recommandée et généralement exigée par les compagnies d'assurance.

Il n'existe pas de procédure officielle d'approbation ou de certification pour les ultra-légers de base. L'importance des essais visant les ultra-légers de type évolué est déterminée par le constructeur, conjointement avec les exigences de la LAMAC. Transports Canada ne fait pas l'essai et ne certifie pas la qualité de la conception ou de la construction d'ultra-légers.

De nombreux pilotes d'avion n'ont pas l'habitude d'utiliser le palonnier en vol. Certains ultra-légers exigeront que vous utilisiez le palonnier pour piloter correctement et en toute sécurité. De bonnes techniques de pilotage sont essentielles aux commandes de ces avions légers.

### **Instabilité en lacet**

De nombreux ultra-légers n'ont pas la même stabilité en lacet que les autres avions d'aviation générale. Ce n'est pas nécessairement dangereux, mais vous devez en être conscient et savoir comment utiliser les commandes de l'ultra-léger pour vous restabiliser.

Les zones latérales qui se trouvent en avant et en arrière du centre de gravité ont des répercussions sur la stabilité en lacet. Pour cet exemple, nous appellerons le centre de gravité le point de pivotement. C'est le point autour duquel l'avion tourne sur son axe vertical.

Si la surface latérale qui se trouve en avant du point de pivotement est plus importante que celle qui se trouve en arrière de celui-ci lorsque le lacet est induit, il suffit d'appuyer le pied un peu plus sur le palonnier pour que l'avion continue d'aller droit devant. L'amplitude du lacet de certains ultra-légers n'est pas plus dangereuse que celle du lacet d'un avion faisant l'objet d'un certificat de type; il suffit de solliciter davantage le palonnier.

## Charge utile

Dans certains cas, le poids des personnes à bord de l'ultra-léger peut faire doubler sa masse! Les caractéristiques de manœuvrabilité de l'aéronef peuvent changer en fonction de la taille et du poids du pilote. La performance en montée change considérablement si une ou deux personnes se trouvent à bord.

La façon de charger l'avion est **très importante**. L'emplacement du poids dans l'avion est un facteur important, en particulier lorsque les sièges sont en tandem, car il peut avoir une incidence sur le centre de gravité (C de G) de l'avion. Cette différence sera d'autant plus perceptible si une personne est beaucoup plus lourde que l'autre.

N'oubliez pas que, dans certains aéronefs, le poids du pilote est utilisé pour équilibrer l'appareil. Le siège avant a une limite de poids maximale et minimale. Si la personne à l'avant est trop lourde ou trop légère, l'avion sera mal équilibré.

## Vent

Un poids moindre et une faible charge alaire font toute une différence pour les ultra-légers. Si vous avez piloté d'autres types d'aéronefs, vous devriez déjà savoir quels effets le vent peut avoir sur votre pilotage. Le vent aura un effet plus important sur un ultra-léger et sur votre expérience de vol. Voyons comment les vents debout, les vents de travers et les turbulences font sentir leurs effets sur ces aéronefs.

## Vents debout

Lorsque l'avion vole à une vitesse de croisière de 75 mi/h ou moins (comme c'est le cas pour de nombreux ultra-légers), un vent de face de 20 mi/h peut avoir des effets importants sur l'appareil. Il est important de garder cela à l'esprit lorsque vous préparez votre vol.

## Vents de travers

Les meilleurs moments, sur le plan du pilotage et de la sécurité, pour effectuer un vol en ultra-léger, sont au début de la journée et en fin de journée, lorsque les vents sont plus calmes.

Avant le vol, vous devez déterminer quelles sont vos limites en matière de vent. En règle générale, les ultra-légers ne doivent pas voler lorsqu'il y a un écart entre le vent et les rafales de 10 kt ou une composante de vent de travers de 10 kt.

## Turbulences

Une charge alaire plus faible fait que de nombreux ultra-légers se comportent comme des cerfs-volants lorsqu'ils volent en air turbulent. Le comportement peut nuire au maintien de l'altitude, rendre le vol désagréable et compliquer la maîtrise de l'appareil près du sol, par exemple lors de l'atterrissage.

## Puissance

L'un des grands avantages des ultra-légers est leur rapport puissance-poids élevé. De ce fait, de nombreux ultra-légers peuvent accélérer rapidement au décollage et ont des performances de montée impressionnantes. L'une des principales mises en garde à propos de cette caractéristique est que l'appareil ne pourra pas maintenir ces angles de montée spectaculaires en cas de perte de puissance. Le pilote risque donc de se retrouver rapidement en courbe de portance/de traînée.

## Vitesse et plage de vitesses

Certains ultra-légers volent à très basse vitesse, tandis que d'autres peuvent voler à plus de 100 mi/h.

Pour certains ultra-légers, la différence entre la vitesse de décrochage et la vitesse de croisière peut être de 20 à 25 mi/h. Parce qu'ils peuvent avoir une traînée élevée et une faible puissance en même temps, leur vitesse peut chuter rapidement et se rétablir lentement.

### **Manœuvres en vol**

La plupart des ultra-légers sont munis d'ailes basse vitesse avec un profil à haut rendement aérodynamique qui créent également beaucoup de traînée. Si un ultra-léger est muni d'une grosse aile épaisse, une perte de puissance peut entraîner de mauvaises performances, des performances bien pires que sur un avion type de l'aviation générale. Le simple fait de réduire la puissance dans un virage peut faire passer l'avion d'un vol normal à une descente rapide.

### **Décollage**

Attendez-vous à un décollage prononcé, beaucoup plus abrupt que celui d'un avion type. En cas de perte de puissance, vous devrez rapidement baisser le nez de l'appareil pour réduire l'angle d'attaque et maintenir la vitesse de vol.

### **Vol à basses vitesses**

C'est dans cette situation que les pilotes peuvent se mettre dans le pétrin. Basse vitesse et basse altitude ne font pas bon ménage, et encore moins dans un ultra-léger.

### **Atterrissage**

Au fur et à mesure que l'aile à traînée élevée approche de son angle d'attaque critique, la traînée augmente fortement. Avec certains appareils et dans certaines conditions, il se peut que vous n'ayez pas assez de puissance pour arrêter la descente lorsque vous vous retrouvez en second régime de vol.

### **Panne de moteur ou perte de puissance**

Ce n'est pas parce que les ultra-légers sont petits et légers qu'ils planent plus loin que les aéronefs types. La traînée produite par une cellule est un facteur du taux de vol plané. Alors qu'un Cessna 150 peut avoir un taux de vol plané de 9:1, la plupart des ultra-légers ont des performances bien inférieures en raison de la traînée plus élevée de la cellule. Si vous avez une panne de moteur, votre ultra-léger descendra lentement, mais ne planera pas loin.

### **Comment se préparer mentalement à la transition vers un ultra-léger**

Prenez le temps de vous asseoir dans le poste de pilotage et de vous familiariser avec sa configuration. Où se trouve chaque chose? Touchez les commandes, déplacez-les et familiarisez-vous avec elles. Où se trouve la position neutre du manche pour le gouvernail de profondeur et les ailerons? Notez l'emplacement des leviers du réservoir de carburant, des commandes des volets, des pompes à carburant, des freins, etc.

Simulez les séquences de décollage et d'atterrissage. Effectuez quelques exercices d'urgence de base afin de pouvoir trouver rapidement les interrupteurs et commutateurs en cas de besoin. Familiarisez-vous avec l'appareil. Vous devrez connaître ces éléments lorsque vous serez distrait par d'autres tâches.

Pendant que vous êtes assis, prenez le temps de regarder la vue à partir de l'appareil. Dans le cas de certains ultra-légers, tout est à l'air libre. C'est à la fois une bonne et une mauvaise chose. Parce que les commandes physiques et les câbles, les goupilles fendues, le moteur et les autres pièces sont visibles, et donc faciles à vérifier. En revanche, tout l'appareil (y compris vous) est exposé au vent, à l'huile, à la saleté, aux insectes et à d'autres débris.

De nombreux pilotes estiment que prendre le temps de faire circuler l'avion au sol, en augmentant la vitesse (mais à une vitesse inférieure à celle du décollage), peut les aider à se préparer au comportement de l'appareil au décollage et à l'atterrissage.

### Vous avez besoin d'aide supplémentaire?

Il est souhaitable de trouver un instructeur de vol qui connaît bien votre avion ultra-léger; votre compagnie d'assurance pourrait l'exiger. Parfois, ce n'est pas possible et, dans le cas des ultra-légers monoplaces, il est impossible d'être accompagné.

Si vous ne trouvez pas d'instructeur, cherchez quelqu'un qui connaît la marque et le modèle de votre aéronef, ou une marque et un modèle similaires. Dans certains cas, ces pilotes peuvent avoir beaucoup plus d'expérience qu'un instructeur!

Si vous n'avez personne pour vous accompagner ou à qui parler, à tout le moins, asseyez-vous et lisez tout ce que vous pouvez trouver à propos de l'appareil, notamment :

- le manuel d'utilisation de l'aéronef (Pilot Operating Handbook),
- les instructions d'utilisation,
- la circulaire d'information n° 90-89C : [\*Amateur-Built Aircraft and Ultralight Flight Testing Handbook\*](#) de la Federal Aviation Administration (en anglais seulement),
- le manuel [\*Ultralight and Light Plane Condition Manual\*](#) de la Ultralight Pilots Association of Canada (en anglais seulement).

Les forums consacrés à votre type d'aéronef constituent une autre source de renseignements. Ils fournissent un grand nombre de renseignements, mais il faut être conscient qu'ils contiennent beaucoup de biais et d'opinions. Ces forums n'exercent généralement aucun contrôle sur les renseignements qui s'y trouvent.

En fin de compte, soyez prudent. Si vous ne pouvez pas suivre une formation adaptée à votre modèle d'ultra-léger, cherchez à vous former sur un aéronef similaire et appliquez ensuite ces connaissances à votre aéronef.

Effectuer une transition aux avions ultra-légers peut vous donner une toute nouvelle dimension de vol! Piloter des avions à flotteurs, à skis ou à roulette de queue peut être amusant et vous permettre d'approfondir vos compétences, mais soyez prudent et suivez une formation lorsque vous passez à une configuration d'aéronef différente et inconnue.

### Lien connexe

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec un des directeurs de l'[Ultralight Pilots Association of Canada](#). △

# Introduction à la gestion des menaces et des erreurs

Information du site [SKYbrary](#) (en anglais seulement)

La gestion des menaces et des erreurs (TEM) est un concept fondamental de sécurité au chapitre des opérations aériennes et de la performance humaine. La TEM n'est pas un concept révolutionnaire, mais il a évolué de façon graduelle comme conséquence d'une quête constante d'amélioration des marges de sécurité des opérations aériennes, en intégrant de façon pratique les connaissances sur les facteurs humains.

La TEM a été conçue comme un produit de l'expérience collective de l'industrie du transport aérien. Une telle expérience a favorisé la reconnaissance selon laquelle les études passées — et plus particulièrement, la considération opérationnelle de la performance humaine en aviation — avaient grandement ignoré le facteur le plus important influençant la performance humaine dans les milieux de travail dynamiques : l'interaction entre les personnes et le contexte opérationnel (c.-à-d. facteurs organisationnels, réglementaires et environnementaux) dans lequel les personnes s'acquittent de leurs fonctions.

La reconnaissance de l'influence du contexte opérationnel dans le contexte de la performance humaine a, par la suite, donné lieu à la conclusion selon laquelle l'étude et la considération de la performance humaine liée aux opérations aériennes ne devaient pas être une fin en soi. En ce qui concerne l'amélioration des marges de sécurité des opérations aériennes, l'étude et la considération de la performance humaine sans contexte ne règlent qu'une partie d'un problème plus général. La TEM, par conséquent, vise à fournir une approche fondée sur des principes d'examen général de la dynamique et des complexités du contexte opérationnel de la performance humaine, puisque c'est l'influence de ces complexités qui est à l'origine des conséquences affectant directement la sécurité.

## La TEM dans le contexte des opérations aériennes

Il existe trois composantes de base dans le modèle de TEM du point de vue des équipages de conduite : les menaces, les erreurs et les états indésirables des aéronefs (UAS). Le modèle propose que les menaces et les erreurs fassent partie des opérations aériennes quotidiennes qui doivent être gérées par les équipages de conduite, puisque les menaces et les erreurs peuvent provoquer des UAS. Les équipages de conduite doivent également gérer ces états, puisque ceux-ci pourraient avoir des conséquences fâcheuses. La gestion d'un état indésirable est une composante essentielle du modèle de TEM, aussi importante que la gestion des menaces et des erreurs. La gestion de l'état indésirable d'un aéronef représente en pratique la dernière occasion d'éviter une situation fâcheuse et, de ce fait, c'est elle qui permet de ne pas empiéter sur les marges de sécurité en vol.

- **Les menaces** sont généralement définies comme étant des événements ou des erreurs survenant au-delà de l'influence de l'équipage de conduite, augmentant la complexité opérationnelle et devant être gérées pour assurer les marges de sécurité. Durant les opérations de vol habituelles, les équipages de conduite doivent gérer diverses complexités contextuelles. Ces complexités comprennent la gestion de conditions météorologiques défavorables, la présence de hautes montagnes, la congestion de l'espace aérien, les mauvais fonctionnements de l'aéronef, les erreurs commises par d'autres personnes en dehors du poste de pilotage, notamment les contrôleurs de la circulation aérienne, les agents de bord, les employés de maintenance, etc. Le modèle de TEM considère ces complexités comme des menaces parce qu'elles peuvent nuire aux opérations de vol en réduisant les marges de sécurité.

## Menaces prévues

Certaines menaces peuvent être anticipées, puisqu'elles sont attendues ou connues par l'équipage de conduite. Par exemple, les équipages de conduite peuvent prévoir les conséquences d'un orage en faisant connaître à l'avance les mesures qu'ils prendront, ou se préparer en vue d'une congestion aéroportuaire en s'assurant qu'il n'y a aucun autre aéronef lorsqu'ils effectuent l'approche.

## Menaces imprévues

Certaines menaces peuvent survenir de façon inattendue, comme un mauvais fonctionnement de l'aéronef en vol qui se produit soudainement, sans avertissement. Dans ce cas, les équipages de conduite doivent appliquer les connaissances et les compétences acquises au moment de la formation et de l'expérience opérationnelle.

## Menaces latentes

Enfin, certaines menaces peuvent ne pas être directement évidentes ou observables pour les équipages de conduite plongés dans le contexte opérationnel, et peuvent devoir être découvertes au moyen d'analyses de sécurité. Ce type de menaces est considéré comme des menaces latentes. Par exemple : les problèmes de conception d'équipement, les illusions d'optique ou une programmation plus serrée des calendriers de rotation.

Que les menaces soient prévues, imprévues ou latentes, on peut mesurer l'efficacité de la capacité de l'équipage de conduite à gérer les menaces, en déterminant si les menaces sont détectées suffisamment à temps pour permettre à l'équipage de conduite d'y répondre en déployant des contre-mesures appropriées.

La gestion des menaces est la pierre d'assise de la [gestion des erreurs](#) (en anglais seulement) et de la gestion des UAS. Bien que le lien entre les erreurs et les menaces ne soit pas nécessairement direct — même si on ne peut pas toujours établir un lien direct, ni une adéquation entre les menaces, les erreurs et les UAS — les données d'archive démontrent que les menaces mal gérées sont normalement liées aux erreurs des équipages de conduite, qui sont souvent liées à des UAS. La gestion des menaces offre l'option la plus proactive pour assurer des marges de sécurité lors d'opérations aériennes, en évitant des situations compromettant la sécurité à leur racine. À titre de gestionnaire des menaces, les équipages de conduite sont la dernière ligne de défense pour empêcher les menaces de nuire aux opérations aériennes.

Le tableau 1 montre des exemples de menaces regroupées en deux catégories de base extraites du modèle de TEM. Les menaces environnementales surviennent en raison de l'environnement dans lequel les opérations aériennes ont lieu. Certaines menaces environnementales peuvent être prévues et d'autres peuvent survenir spontanément, mais elles doivent toutes être gérées par les équipages de conduite en temps réel. Les menaces organisationnelles, en revanche, peuvent être contrôlées (c.-à-d. éliminées ou au moins minimisées) à la source par les organismes d'aviation. Les menaces organisationnelles sont habituellement latentes de nature. Les équipages de conduite demeurent toujours la dernière ligne de défense, même si les organismes d'aviation eux-mêmes peuvent les atténuer à l'avance.

**Tableau 1. Exemples de menaces (liste non exhaustive)**

Menaces environnementales	Menaces organisationnelles
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Météo</b> : orages, turbulence, givrage, cisaillement du vent, vent de travers/vent arrière, températures très basses/très élevées</li> <li>• <b>ATC</b> : encombrement de la circulation; avis de résolution/avis de trafic du système d'avertissement de trafic et d'évitement d'abordage; instruction, erreur, difficulté linguistique, phraséologie non normalisée de l'ATC; service automatique d'information de région terminale (ATIS); unités de mesure (pression atmosphérique à l'altitude de l'aérodrome/mètres)</li> <li>• <b>Aéroport</b> : piste contaminée/courte, voie de circulation contaminée, signalisation/marquage qui est absent/qui porte à confusion/qui est défraîchi, présence d'oiseaux, aides inutilisables, procédures de navigation terrestre complexes, constructions aéroportuaires</li> <li>• <b>Terrain</b> : sol élevé, pente, absence de références, « zone grise »</li> <li>• <b>Autre</b> : indicatifs d'appel similaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pression opérationnelle</b> : retards, arrivées tardives, changements d'équipement</li> <li>• <b>Aéronef</b> : mauvais fonctionnement de l'aéronef, événement/anomalie d'automatisation, liste d'équipement minimal (MEL) et liste d'écarts de configurations</li> <li>• <b>Cabine</b> : erreur des agents de bord, distraction en cabine, interruption, sécurité de la porte de cabine</li> <li>• <b>Maintenance</b> : événement/erreur de maintenance</li> <li>• <b>Sol</b> : service au sol, dégivrage, erreur de l'équipe au sol</li> <li>• <b>Répartition</b> : documents, erreur liée aux documents de la répartition</li> <li>• <b>Documentation</b> : erreur dans un manuel, erreur sur une carte</li> <li>• <b>Autre</b> : événement lié à l'affectation des équipages</li> </ul>

- **Les erreurs** sont généralement définies comme étant **des actions ou des inactions menées par le personnel de première ligne qui donnent lieu à des écarts par rapport aux intentions ou aux attentes de l'organisation ou de l'exploitation**. Les erreurs non gérées ou mal gérées entraînent fréquemment des états indésirables des aéronefs. Les erreurs tendent donc dans le contexte opérationnel à réduire les marges de sécurité et à augmenter la probabilité qu'un événement indésirable se produise.

Les erreurs peuvent être spontanées (c.-à-d. sans lien direct avec des menaces particulières ou évidentes), liées à des menaces ou faire partie d'une chaîne d'erreurs. Des exemples d'erreurs incluraient l'incapacité de maintenir des paramètres d'approche stabilisée, la sélection d'un mode d'automatisation incorrect, le fait de ne pas faire une annonce requise ou l'interprétation incorrecte d'une autorisation du contrôle de la circulation aérienne (ATC).

Peu importe le type d'erreur, l'effet d'une erreur sur la sécurité dépend de l'aptitude ou de l'inaptitude de l'équipage de conduite à détecter ou à réagir à l'erreur avant qu'elle n'entraîne un état indésirable de l'aéronef et un risque pour la sécurité. C'est pourquoi l'un des objectifs de la TEM est de comprendre la gestion des erreurs (c.-à-d.,

la détection et la réponse), plutôt que de se concentrer uniquement sur la causalité des erreurs (c.-à-d., la causalité et la commission). Du point de vue de la sécurité, les erreurs opérationnelles qui sont détectées à temps et auxquelles on répond rapidement (c.-à-d., qui sont correctement gérées) ne conduisent pas à des UAS, ne réduisent pas les marges de sécurité lors d'opérations aériennes et deviennent donc négligeables sur le plan opérationnel. Outre sa valeur de sécurité, une bonne gestion des erreurs représente un exemple de performance humaine réussie, présentant à la fois une valeur d'apprentissage et de formation.

Le fait de saisir comment les erreurs sont gérées est donc aussi important, si ce n'est plus, que de saisir la prévalence des différents types d'erreurs. Il est intéressant de saisir quand les erreurs sont détectées, à quel moment elles sont détectées, qui les détectent, quelles sont les réponses lors de la détection des erreurs et quel est le résultat des erreurs. Certaines erreurs sont rapidement détectées et résolues, n'entraînant ainsi aucune conséquence au niveau opérationnel, alors que d'autres ne sont pas détectées ou sont mal gérées. Une erreur mal gérée est définie comme étant une erreur entraînant une autre erreur ou un état indésirable de l'aéronef.

Le tableau 2 présente des exemples d'erreurs regroupées en trois catégories de base extraites du modèle de TEM. Selon le concept de TEM, les erreurs doivent être « observables » et par conséquent, le modèle de TEM utilise l'« interaction primaire » comme point de référence pour définir les catégories d'erreurs.

Le modèle de TEM classe les erreurs en se basant sur l'interaction primaire du pilote ou de l'équipage de conduite au moment où l'erreur est commise. Ainsi, pour qu'une erreur puisse être classée comme étant une erreur de pilotage de l'aéronef, il faut que le pilote ou l'équipage de conduite soit en train d'interagir avec l'aéronef (p. ex. par le biais de ses commandes, de l'automatisation ou de systèmes). Pour qu'une erreur soit classée comme étant une erreur procédurale, le pilote ou l'équipage de conduite doit être en train d'engager une procédure (p. ex., consultation de listes de vérification, exécution de procédures normalisées d'exploitation [SOP], etc.). Pour qu'une erreur soit classée comme erreur de communication, le pilote ou l'équipage de conduite doit être en train d'interagir avec des personnes (ATC; équipage au sol; autres membres d'équipage; etc.).

Les erreurs de pilotage de l'aéronef, les erreurs procédurales et les erreurs de communication peuvent être non intentionnelles ou comprendre une non-conformité intentionnelle. Pareillement, les considérations de compétence (c.-à-d. qualifications ou connaissances déficientes ou système de formation déficient) peuvent appartenir aux trois catégories d'erreurs. Afin de garder l'approche simple et d'éviter toute confusion, le modèle de TEM ne tient pas compte de la non-conformité intentionnelle ni de la compétence comme étant des catégories distinctes d'erreurs, mais plutôt comme des sous-ensembles des trois catégories principales d'erreurs.

**Tableau 2. Exemples d'erreurs (liste non exhaustive)**

<b>Erreurs de pilotage de l'aéronef</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilotage/commandes de vol : déviation verticale/latérale ou écart de vitesse; réglage incorrect des volets/aérofreins, de l'inverseur de poussée ou de puissance</li> <li>• Automatisation : réglage incorrect d'altitude, de vitesse, de cap ou de l'automanette; sélection d'un mode incorrect; saisie de données incorrectes</li> <li>• Systèmes/radio/instruments : sélection incorrecte des groupes, utilisation incorrecte du système d'antigivrage, calage altimétrique incorrect, réglage incorrect des interrupteurs de carburant, curseur de vitesse incorrect, composition de la mauvaise fréquence radio</li> <li>• Navigation au sol : tentative de virage sur une voie de circulation/piste incorrecte, circulation trop rapide, non-respect d'une instruction d'attente à l'écart, voie de circulation/piste manquée</li> </ul>
<b>Erreurs procédurales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SOP : contre-vérification des réglages d'automatisation non effectuée</li> <li>• Liste de vérification : interrogation et réponse incorrectes, éléments manqués, liste de vérification consultée tard ou au mauvais moment</li> <li>• Annonce : références omises/incorrectes</li> <li>• Exposés : exposé omis, éléments omis</li> <li>• Documentation : saisie incorrecte de masse et centrage, d'information sur le carburant, d'ATIS ou d'autorisation; mauvaise interprétation des éléments des documents; saisies incorrectes dans le carnet de bord; application incorrecte des procédures de la MEL</li> </ul>
<b>Erreurs de communication</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Communication externe de l'équipage : appels manqués; mauvaises interprétations des instructions; relecture incorrecte; autorisation incorrecte; communication de voie de circulation, de porte ou de piste incorrecte</li> <li>• Pilote à pilote : problème de communication ou d'interprétation entre les membres d'équipage</li> </ul>

- **Les états indésirables** — généralement définis comme des **conditions d'exploitation au cours desquelles une situation imprévue réduit les marges de sécurité**. Les UAS découlant d'une gestion inefficace des menaces et des erreurs peuvent créer des situations compromettantes et réduire les marges de sécurité lors d'opérations aériennes. Un tel état est souvent considéré comme le dernier stade avant un incident ou un accident.

Les exemples d'UAS comprendraient le fait de s'aligner vers une piste incorrecte lors de l'approche à l'atterrissage, d'excéder les restrictions de vitesse de l'ATC durant l'approche ou de faire un atterrissage long sur une piste courte

exigeant un freinage maximal. Des événements comme de mauvais fonctionnements de l'équipement ou des erreurs du contrôleur de la circulation aérienne peuvent également réduire les marges de sécurité des opérations aériennes, mais ces événements seraient considérés comme des menaces. Les UAS peuvent être gérés efficacement en restaurant les marges de sécurité, ou les réponses des équipages de conduite peuvent entraîner une autre erreur ou un autre incident ou accident.

Le tableau 3 présente des exemples d'UAS regroupés en trois catégories de base extraites du modèle de TEM.

**Tableau 3. Exemples d'UAS (liste non exhaustive)**

<b>Pilotage des aéronefs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle des aéronefs (attitude)</li> <li>• Déviation verticale ou latérale; écart de vitesse</li> <li>• Pénétration non nécessaire d'un système météorologique</li> <li>• Utilisation de l'aéronef en dehors de ses limites</li> <li>• Approche instable</li> <li>• Poursuite de l'atterrissage après une approche instable</li> <li>• Atterrissage flottant, long, dur ou décentré de l'axe de piste</li> </ul>
<b>Navigation terrestre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circulation vers la mauvaise voie de circulation/piste</li> <li>• Mauvaise voie de circulation, aire de trafic ou porte; mauvais point d'attente</li> </ul>
<b>Configurations incorrectes de l'aéronef</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuration incorrecte des systèmes</li> <li>• Configuration incorrecte des commandes de vol</li> <li>• Configuration incorrecte de l'automatisation</li> <li>• Configuration incorrecte des moteurs</li> <li>• Configuration incorrecte de la masse et du centrage</li> </ul>

Passer rapidement de la gestion d'erreurs à la gestion d'UAS est un élément d'apprentissage et de formation important pour les équipages de conduite. Voici un exemple : un membre d'équipage de conduite choisit une mauvaise approche dans l'ordinateur de gestion de vol (FMC). Par la suite, un autre membre de l'équipage de conduite décèle l'erreur lors d'une contre-vérification avant le repère d'approche finale (FAF). Toutefois, au lieu d'utiliser un mode de base (p. ex., cap) ou de voler manuellement sur la trajectoire désirée, les deux membres de l'équipage de conduite essaient de reprogrammer la bonne approche avant d'atteindre le FAF. À cause de cela, l'aéronef zigzague dans l'alignement de piste, descend en retard et effectue une approche instable. Ceci montrerait que l'équipage de conduite s'est empêtré dans la gestion des erreurs au lieu d'opter pour la gestion des UAS. L'utilisation du modèle de TEM aide à enseigner aux équipages de conduite que leur tâche de base est d'opter pour la gestion des UAS au lieu de la gestion des erreurs, lorsque l'aéronef est dans un état indésirable. Elle illustre aussi à quel point il est facile de s'empêtrer dans la phase de gestion des erreurs.

En outre, du point de vue de la formation et de l'apprentissage, il est important d'établir une différence claire entre les UAS et les résultats. Les UAS sont des états transitionnels entre l'état opérationnel normal (p. ex., une approche stabilisée) et un résultat. Les résultats, en revanche, sont des états finaux, plus particulièrement, des occurrences pouvant être rapportées (c.-à-d. incidents et accidents). Voici un exemple : une approche stabilisée (état opérationnel normal) devient une approche non stabilisée (état indésirable de l'aéronef) qui entraîne une sortie de piste (résultat).

Les implications de cette différenciation en termes de formation et de remédiation sont importantes. Lorsque l'aéronef est dans un état indésirable, l'équipage de conduite a la possibilité — en utilisant une TEM appropriée — de remédier à la situation, en revenant à l'état opérationnel normal, restaurant ainsi les marges de sécurité. Une fois que l'état indésirable de l'aéronef devient un résultat, il n'est plus possible de remédier à la situation, de revenir à un état opérationnel normal, ni de restaurer les marges de sécurité.

## Contre-mesures

Les équipages de conduite doivent, dans le cadre normal de leurs fonctions opérationnelles, employer des contre-mesures pour empêcher les erreurs, les menaces et les UAS de réduire les marges de sécurité lors d'opérations aériennes. Les exemples de contre-mesures incluraient les listes de vérification, les exposés, les annonces et les SOP, ainsi que les stratégies et tactiques personnelles. Les équipages de conduite consacrent beaucoup de temps et d'énergie à l'application de contre-mesures afin de conserver des marges de sécurité durant les opérations aériennes. Les observations empiriques durant la formation et la vérification suggèrent qu'au moins 70 % des activités des équipages de conduite pourraient être des activités liées à des contre-mesures.

Toutes les contre-mesures sont nécessairement des mesures prises par les équipages de conduite. Cependant, certaines contre-mesures contre les menaces, les erreurs et les états indésirables qu'emploient les équipages de conduite se basent sur des ressources matérielles fournies par le système d'aviation. Ces ressources sont déjà en place dans le système avant que les équipages de conduite exécutent leurs fonctions et sont, par conséquent, considérées comme des contre-mesures basées sur des systèmes. Les exemples suivants illustreraient les ressources matérielles qu'emploient les équipages de conduite à titre de contre-mesures systémiques :

- système anticollision embarqué (ACAS);
- dispositif avertisseur de proximité du sol (GPWS);
- SOP;
- listes de vérification;
- exposés;
- formation;
- etc.

D'autres contre-mesures sont plus directement reliées à la contribution humaine à la sécurité des opérations aériennes. Ce sont des stratégies et des tactiques personnelles, des contre-mesures individuelles et d'équipe, qui incluent généralement des compétences, des connaissances et des attitudes développées au moyen de la formation sur la performance humaine, plus particulièrement, la formation sur la gestion des ressources en équipe (CRM). Il existe principalement trois catégories de contre-mesures individuelles et d'équipe :

- **Planification des contre-mesures** : essentielles pour gérer des menaces prévues ou imprévues;
- **Exécution des contre-mesures** : essentielles pour détecter des erreurs et répondre à celles-ci;
- **Examen des contre-mesures** : essentielles pour gérer l'évolution des conditions de vol.

La TEM améliorée est le produit de l'utilisation combinée des contre-mesures systémiques et des contre-mesures individuelles et d'équipe. Le tableau 4 présente des exemples détaillés de contre-mesures individuelles et d'équipe.

**Tableau 4. Exemples de contre-mesures individuelles et d'équipe**

<b>Planification des contre-mesures</b>		
<b>EXPOSÉ SUR LES SOP</b>	L'exposé nécessaire était interactif et détaillé sur le plan opérationnel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>L'exposé était concis, non précipité et conforme aux exigences des SOP</i></li> <li>• <i>Les critères de base ont été établis</i></li> </ul>
<b>TRANSMISSION DES PLANS</b>	Les plans et les décisions opérationnels ont été communiqués et un accusé de réception a été reçu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Il y a une compréhension commune des plans — « tout le monde est sur la même longueur d'onde »</i></li> </ul>
<b>AFFECTATION DE LA CHARGE DE TRAVAIL</b>	Les rôles et les responsabilités ont été définis pour les situations normales et anormales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Les affectations de la charge de travail ont été transmises et un accusé de réception a été reçu</i></li> </ul>
<b>GESTION DES CONTINGENCES</b>	Les membres d'équipage ont conçu des stratégies efficaces pour gérer les menaces contre la sécurité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Les menaces et leurs conséquences ont été prévues</i></li> <li>• <i>Toutes les ressources disponibles ont été utilisées pour gérer les menaces</i></li> </ul>

<b>Exécution des contre-mesures</b>		
<b>SURVEILLANCE/CONTRE-VÉRIFICATION</b>	Les membres d'équipage ont surveillé et contre-vérifié activement les systèmes et les interventions des autres membres d'équipage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>La position des aéronefs, les réglages de l'aéronef et les mesures prises par l'équipage ont été vérifiés</i></li> </ul>
<b>GESTION DE LA CHARGE DE TRAVAIL</b>	Les tâches opérationnelles ont été priorisées et adéquatement gérées pour exécuter les fonctions principales de vol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>La fixation sur une tâche a été évitée</i></li> <li>• <i>La surcharge de travail n'a pas été permise</i></li> </ul>
<b>GESTION DE L'AUTOMATISATION</b>	L'automatisation a été correctement gérée afin d'équilibrer les exigences situationnelles et la charge de travail	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Les réglages de l'automatisation ont été expliqués aux autres membres</i></li> <li>• <i>Des techniques efficaces pour remédier aux anomalies de l'automatisation ont été utilisées</i></li> </ul>
<b>Examen des contre-mesures</b>		
<b>ÉVALUATION/MODIFICATION DES PLANS</b>	Les plans existants ont été examinés et modifiés au besoin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les décisions et les mesures de l'équipage ont été analysées ouvertement afin de s'assurer que le plan existant était optimal</li> </ul>
<b>INTERROGATION</b>	Les membres d'équipage ont posé des questions afin d'étudier ou de préciser les plans actuels de mesure	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les membres d'équipage n'ont pas peur d'exprimer leur ignorance — attitude « rien n'est tenu pour acquis »</li> </ul>
<b>ASSERTIVITÉ</b>	Les membres d'équipage ont communiqué des renseignements critiques ou des solutions en persistant de façon appropriée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Les membres d'équipage se sont exprimés sans hésitation</i></li> </ul>



## RÉSUMÉ DE RAPPORTS FINAUX DU BST

*NDLR : Les résumés suivants sont extraits de rapports finaux publiés par le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST). Ils ont été rendus anonymes. À moins d'avis contraire, les photos et illustrations proviennent du BST. Pour nos lecteurs qui voudraient lire le rapport complet, les titres d'accidents ci-dessous sont des hyperliens qui mènent directement au rapport final sur le site Web du BST.*

### Rapport final du BST A21Q0087 — Sortie en bout de piste

#### Déroulement du vol

Le 12 septembre 2021, les deux pilotes de l'aéronef Pilatus PC-12/47E (PC-12 NG) se sont rendus à l'aéroport de Montréal/St-Hubert (CYHU) (Québec) pour commencer leur journée de travail débutant à 6 h. Ils devaient effectuer cette journée-là une série de cinq vols entre six aéroports au Québec (figure 1).

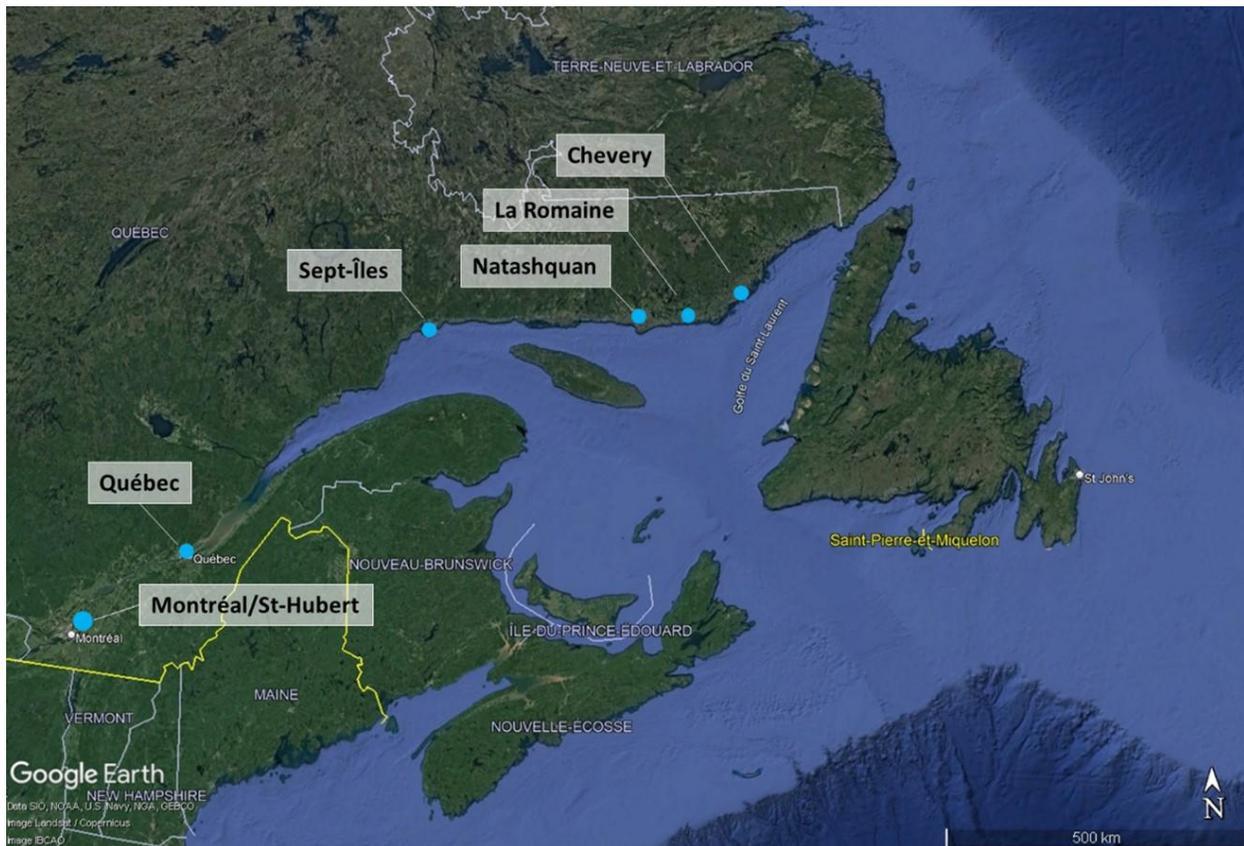


Figure 1 : Carte montrant les six aéroports compris dans la série de vols effectués le jour du vol à l'étude (Source : Google Earth, avec annotations du Bureau de la sécurité des transports du Canada [BST])

Les vols étaient prévus dans l'ordre suivants :

- de CYHU à l'aéroport de Chevery (CYHR);
- de CYHR à l'aéroport de Natashquan (CYNA);
- de CYNA à l'aéroport international de Québec/Jean-Lesage (CYQB);
- de CYQB à l'aéroport de Sept-Îles (CZV);
- de CZV à l'aéroport de La Romaine (CTT5).

Les trois premiers vols se sont déroulés sans encombre. L'aéronef s'est posé à CYQB à 13 h 46.

À 16 h, l'aéronef a décollé de CYQB à destination de CZV sans passager à bord. Le commandant de bord occupait le siège de gauche et était le pilote aux commandes (PF). Le premier officier (P/O) occupait le siège de droite et était le pilote non aux commandes (PNF).

Un peu avant d'entamer la descente à partir du niveau de vol 270, l'équipage a débuté sa préparation en vue de l'approche et de l'atterrissage à CZV. Le commandant a informé le P/O qu'il allait lui montrer qu'il était possible de faire une descente tardive à un taux de descente d'environ 3 000 pi/min avec le Pilatus PC-12.

L'équipage a obtenu les conditions météorologiques du message d'information Kilo émis par le service automatique d'information de région terminale (ATIS) de CZV, qui indiquait des conditions de vol à vue avec des averses de pluie modérée, de la brume et des vents variables soufflant de l'ouest à 8 kt avec des rafales à 15 kt.

Le commandant a informé le P/O qu'il voulait faire une approche directe de la piste 09 en dépit du vent de dos. Il a ensuite fait son exposé d'approche pour une approche de navigation de surface (RNAV) à l'aide du système mondial de navigation par satellite (GNSS) de la piste 09 (annexe A), un atterrissage avec les volets configurés à 15° et une vitesse de référence d'atterrissage ( $V_{ref}$ ) de 95 KIAS (vitesse indiquée en nœuds).

La descente a été amorcée vers 16 h 50 et, à 17 h 3, le P/O a contacté le spécialiste de l'information de vol de CZV sur la fréquence obligatoire (MF) de 118,1 MHz. L'équipage a été informé que les vents soufflaient du 220° magnétique (M) à 6 kt.

À 17 h 5, l'aéronef a franchi le point de cheminement d'approche initiale ETBAR à 5 078 pi ASL, soit environ 250 pi au-dessus de la pente d'approche de 3°, à une vitesse de 213 KIAS. L'équipage avait la piste 09 en vue, et le commandant a pris la décision d'accélérer pour effectuer une approche finale à haute vitesse, avec une décélération juste avant d'atteindre la piste. Croyant à tort que la limite de vitesse de 210 kt publiée sur la carte d'approche aux points de cheminement IGSUK et VOKON s'appliquait également à l'approche directe par ETBAR, le commandant a demandé au P/O d'annuler le plan de vol selon les règles de vol aux instruments (IFR) pour continuer l'approche selon les règles de vol à vue (VFR) et donc sans limitation de vitesse.

Par la suite, sans consulter le P/O, le commandant a augmenté la puissance. La vitesse de l'aéronef est passée à la vitesse maximale opérationnelle ( $V_{mo}$ ) de 240 KIAS établie par le constructeur. Le P/O a fait une annonce de vitesse élevée. Le commandant a réduit la puissance pour stabiliser la vitesse aux environs de 230 KIAS. À ce moment-là, le P/O a exprimé son inconfort relatif à la vitesse élevée. Toutefois, le commandant a indiqué qu'il continuait l'approche à haute vitesse. À environ 6 NM de la piste, le P/O a exprimé son doute quant à la réussite de l'atterrissage, et le commandant a indiqué à nouveau qu'il continuait l'approche à haute vitesse.

À 17 h 7 min 33 s, l'aéronef a franchi le repère d'approche finale DENEZ sur la pente d'approche de 3° à 233 KIAS.

À 17 h 8 min 8 s, l'aéronef a franchi 1 000 pi AGL à 236 KIAS en configuration lisse (le train d'atterrissage et les volets rentrés) et, dix-sept secondes plus tard, il a franchi 500 pi AGL une première fois à 238 KIAS. Une seconde après, l'aéronef est passé en survitesse par rapport à la  $V_{mo}$  de 240 KIAS et est resté en survitesse pendant trois secondes. Le commandant a réduit la puissance, et la vitesse a atteint 244 KIAS avant de redescendre sous la  $V_{mo}$ . Deux secondes plus tard, le commandant a amorcé une montée afin de réduire la vitesse plus rapidement. Lorsque l'aéronef volait à 195 KIAS, le commandant a fait l'annonce « gear down » (train sorti) pour que le P/O sorte le train d'atterrissage. À ce moment-là, le P/O a fait une annonce de vitesse élevée, car la vitesse maximale opérationnelle du train d'atterrissage est 180 KIAS. Le commandant a répété « gear down ». La sortie du train d'atterrissage a été amorcée à 188 KIAS, soit 8 kt au-dessus de la vitesse maximale de 180 KIAS. Le P/O a ensuite demandé au commandant de confirmer la sortie des volets à 15° étant donné que la vitesse de l'aéronef était alors autour de 185 KIAS, c'est-à-dire 20 KIAS supérieure à la vitesse maximale avec volets sortis. Le commandant a répondu que l'atterrissage allait être effectué sans volets.

À 17 h 8 min 53 s, l'aéronef a franchi le seuil de piste à 200 pi AGL, à 180 KIAS (vitesse sol de 191 kt); son taux de descente était de 2 000 pi/min, le train d'atterrissage était en transition et les volets étaient entièrement rentrés.

À 17 h 9 min 2 s, le poser des roues s'est fait relativement en douceur sur la piste mouillée, à environ 2 525 pi au-delà du seuil de piste, à 159 KIAS (vitesse sol de 167 kt). Les freins ont ensuite été appliqués avec force et l'inverseur de poussée a été appliqué de la façon habituelle pour le commandant, c'est-à-dire au régime de ralenti en inversion.

À 17 h 9 min 17 s, réalisant que la sortie de piste était imminente, le commandant a augmenté l'inverseur de poussée à 48 % de l'application maximale et, six secondes plus tard, l'aéronef a fait une sortie en bout de piste à une vitesse sol de 57 kt.

L'aéronef a dévié légèrement vers la gauche pour éviter les feux d'approche. Après avoir parcouru 590 pi dans le gazon au bout de la piste, le commandant a fait demi-tour à droite autour d'un feu d'approche et a augmenté la puissance pour revenir sur la piste. Après la sortie en bout de piste, l'équipage a avisé le spécialiste de l'information de vol que l'aéronef n'avait rien heurté et qu'il n'y avait aucun dommage. L'aéronef a ensuite circulé normalement jusqu'à son poste de stationnement. L'équipage n'a pas été blessé.

### Domages à l'aéronef

L'aéronef n'a pas été endommagé, cependant les pneus du train d'atterrissage principal présentaient des signes d'usure du caoutchouc (figures 2 et 3).

## Renseignements sur le personnel

L'équipage de conduite possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol conformément à la réglementation en vigueur.

## Renseignements météorologiques

La carte Nuages et temps de prévision de zone graphique pour la région, émise le 12 septembre 2021 à 13 h 28 et valide à partir de 14 h, indiquait la présence d'un système dépressionnaire au nord-nord-ouest de CYZV et d'un front froid à l'ouest qui se déplaçaient vers l'est à 30 kt. Selon les prévisions des vents et des températures en altitude, des vents soufflant du 240° vrai (V) à 23 kt étaient prévus entre 13 h et 17 h à 3 000 pi ASL pour CYZV.

La prévision d'aérodrome pour CYZV, mise à jour le 12 septembre 2021 à 10 h 56 et valide du 12 septembre à 10 h au lendemain à 8 h, était la suivante à partir de 16 h :

- vents soufflant du 220° V à 12 kt;
- visibilité de 6 SM;
- faibles averses de pluie et brume;
- nuages épars à 600 pi AGL;
- plafond couvert à 2 000 pi AGL.

Entre 16 h et 20 h, il y avait 30 % de probabilité que les conditions suivantes existent :

- visibilité de 2 SM;
- orages, averses de pluie modérées et brume;
- plafond de nuages fragmentés à 600 pi;
- ciel couvert à 2 000 pi avec la présence de cumulonimbus.

L'équipage a obtenu les conditions météorologiques à jour au moyen du message d'information Kilo de l'ATIS qui avait été émis à 16 h et indiquait ce qui suit :

- vents variables soufflant à 8 kt du 220° M au 280° M, avec des rafales à 15 kt;
- visibilité de 3 SM;
- averses de pluie modérées et brume;



Figure 2 : Photo du pneu de gauche (vue arrière)

- nuages épars à 900 pi AGL;
- plafond de nuages fragmentés à 2 000 pi AGL;
- couche de nuages fragmentés à 4 000 pi AGL;
- ciel couvert à 7 500 pi AGL;
- température de 14 °C et point de rosée de 13 °C;
- calage altimétrique de 29,59 pouces de mercure (inHg).

Le message d'observation météorologique régulière d'aérodrome, émis le 12 septembre 2021 à 17 h pour CYZV, était le suivant :

- vents soufflant du 190° V à 6 kt;
- visibilité de 20 SM;
- faibles averses de pluie;
- quelques nuages à 900 pi AGL;
- quelques nuages à 2 000 pi AGL;
- plafond de nuages fragmentés à 4 500 pi AGL avec des cumulus bourgeonnants;
- couche de nuages fragmentés à 8 000 pi AGL;
- température de 13 °C et point de rosée de 12 °C;
- calage altimétrique de 29,57 inHg.

À 17 h 19, soit dix minutes après l'atterrissage, un message d'observation météorologique spéciale d'aérodrome pour CYZV a été émis et indiquait ce qui suit :

- vents soufflant du 230° V à 10 kt;
- quelques nuages à 400 pi AGL;
- quelques nuages à 900 pi AGL;
- plafond de nuages fragmentés à 4 000 pi AGL avec des cumulus bourgeonnants;
- couche de nuages fragmentés à 10 000 pi AGL;
- température de 14 °C et point de rosée de 12 °C;
- calage altimétrique de 29,57 inHg.



Figure 3 : Photo du pneu de droite (vue avant)

## Inspection post-incident

Le commandant, qui avait réussi à éviter le dispositif lumineux d'approche omnidirectionnel (ODALS), un dispositif composé de sept feux à éclats séquentiels omnidirectionnels et à intensité variable, avant de faire demi-tour pour revenir sur la piste, a informé le spécialiste de l'information de vol que l'aéronef n'avait rien heurté et qu'il n'y avait aucun dommage. Voyant l'aéronef circuler normalement en direction de l'aire de trafic, le spécialiste n'a pas immédiatement avisé l'exploitant de l'aéroport, mais a toutefois fait un rapport d'événement d'aviation détaillé à ce moment-là. L'inspection post-incident des installations au bout de la piste 09 a été effectuée le lendemain, lorsque l'exploitant de l'aéroport a appris qu'une sortie en bout de piste était survenue. Aucun dommage n'a été relevé.

## État de la surface de la piste

CYZV évalue les conditions de piste selon les critères du format de compte rendu mondial<sup>1</sup> pendant les heures d'ouverture publiées, et uniquement à la demande du spécialiste de l'information de vol ou d'un exploitant aérien en dehors de ces heures. L'aéronef de l'événement ayant atterri en dehors des heures de service du personnel aéroportuaire, les conditions de piste n'ont pas été évaluées et n'étaient donc pas à la disposition de l'équipage pour l'atterrissage.

## Renseignements sur les organismes et sur la gestion

### Exploitant

Au moment de l'événement, sa flotte se composait de trois hélicoptères et de six avions (des Pilatus PC-12 exploités en vertu de la sous-partie 703 du *Règlement de l'aviation canadien* [RAC], c'est-à-dire pour l'exploitation d'un taxi aérien).

### Manuel d'exploitation de vol de l'exploitant

Le manuel d'exploitation de vol de l'exploitant comprend les exigences et la formation requise pour que les équipages puissent effectuer des approches de non-précision en utilisant la technique d'approche stabilisée avec angle de descente constant (SCDA). Toutefois, le manuel ne contient pas de politique, générale ou spécifique, sur l'obligation d'effectuer des approches stabilisées ni sur l'obligation d'effectuer une remise des gaz si l'approche est instable.

### Directives de la compagnie

Quelques mois avant l'événement à l'étude, l'exploitant a reçu une plainte de passagers concernant un autre équipage ayant effectué une manœuvre de décélération entraînant une descente à taux élevé (manœuvre ayant déclenché une alerte du dispositif avertisseur de proximité du sol) et finalement l'atterrissage à mi-piste à la suite d'une approche finale à haute vitesse.

En réponse à cette plainte, la compagnie a rencontré et réprimandé le commandant du vol en question, et, en août 2021, a publié une note de service interne pour informer les pilotes que les manœuvres de ce genre étaient inappropriées. Il était expliqué, dans la note de service en question, pourquoi ces manœuvres ne devaient pas être exécutées. Il était aussi rappelé quelles sections des procédures d'utilisation normalisée (SOP) s'appliquaient dans ce cas-là. Cette section exige que les pilotes se préparant à effectuer une approche visuelle configurent l'aéronef

<sup>1</sup> Le format de compte rendu mondial (GRF) a été mis en œuvre au Canada le 12 août 2021.

pour l'atterrissage, et consultent toute la liste de vérification avant atterrissage, avant de franchir les 1 000 pi AGL.

### Alerte à la sécurité de l'Aviation civile sur les approches stabilisées

L'Aviation civile de Transports Canada (TCAC) a publié l'Alerte à la sécurité de l'Aviation civile (ASAC) 2015-04, qui « vise à souligner l'importance d'une approche stabilisée et à [en] préciser ses éléments ». L'Alerte précise, entre autres, ce qui suit :

Les critères d'approche stabilisée devraient être définis pour toutes les approches, et ils devraient préciser :

- que les approches soient stabilisées pas plus bas que 1 000 pi [sic] au-dessus de l'élévation de l'aérodrome (AAE) dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC);
- que toutes les approches soient stabilisées pas plus bas que 500 pi [sic] AAE dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC);
- qu'une annonce soit faite à 1000 pi AAE en IMC ou 500 pi AAE en VMC, à savoir si l'approche est stabilisée ou non;
- que l'approche demeure stabilisée jusqu'à l'atterrissage;
- que si une approche n'est pas stabilisée conformément aux présentes exigences ou qu'elle est déstabilisée par la suite, une remise des gaz est nécessaire.

### Prise de décision et conscience situationnelle

La prise de décision est un processus cognitif qui vise à déterminer un plan d'action parmi des possibilités. Ce processus consiste à cerner les enjeux et menaces et à évaluer les options en tenant compte des risques. La prise de décision d'un équipage est menée dans un environnement dynamique, nécessite une communication constante et passe par quatre étapes : recueillir l'information; traiter l'information; prendre des décisions; mettre en œuvre les décisions. La prise de décision peut être biaisée si la collecte d'information est incomplète et si l'information recueillie est inexacte, ainsi la communication entre les pilotes d'un équipage est critique. Les pilotes doivent se communiquer les informations disponibles afin d'avoir une même compréhension de la situation et être en mesure de prendre une décision optimale.

La conscience situationnelle est au cœur de la prise de décision du pilote et d'un équipage. Elle est la perception des éléments dans l'environnement, la compréhension de leur signification et la projection de leur état dans le futur<sup>2</sup>. Dans un environnement dynamique, la conscience situationnelle requiert [traduction] « l'extraction continue d'information sur l'environnement, la fusion de cette information avec l'information déjà à la disposition afin de se faire une image mentale cohérente, et l'utilisation de cette image pour orienter la perception de nouvelles

<sup>2</sup> M. R. Endsley, « Design and evaluation for situation awareness enhancement », dans *Proceedings of the Human Factors Society: 32<sup>nd</sup> Annual Meeting* (Santa Monica [Californie] : 1988), p. 97 à 101.

informations et anticiper les événements futurs<sup>3</sup> ». Une conscience situationnelle commune<sup>4,5</sup> aux pilotes d'un équipage dépend du degré de concordance entre la conscience situationnelle respective de chaque pilote. Des membres d'équipage qui ont une conscience situationnelle commune peuvent anticiper et coordonner leurs actions et ainsi agir avec cohésion et efficacité.

Les pilotes travaillent dans un environnement complexe qui demande la surveillance de multiples sources et types d'informations. Il est établi que plusieurs biais cognitifs, dont les suivants, ont une incidence sur la façon d'interpréter l'information et d'y prêter attention dans les environnements complexes :

- La tendance à s'en tenir au plan, qui est une forme de biais de confirmation, se décrit comme une [traduction] « tendance profondément enracinée des personnes à poursuivre leur plan d'action initial même quand les circonstances changent et requièrent l'adoption d'un nouveau plan ». Une fois qu'un plan a été établi et mis en œuvre, il devient plus difficile de reconnaître des stimuli ou des conditions dans l'environnement comme étant des indices de changement que lorsqu'aucun plan n'est établi. Pour qu'un pilote reconnaisse qu'un changement de plan s'impose et réagisse à temps, il doit percevoir la condition ou le stimulus comme étant suffisamment important pour agir immédiatement. Cette tendance à s'en tenir au plan devient encore plus forte lorsque la tâche (par exemple, un atterrissage) est sur le point d'être achevée.
- Les personnes ont une capacité limitée d'attention et de traitement de l'information. Par conséquent, elles peuvent tomber dans le piège du « rétrécissement de l'attention » ou de la focalisation. Elles se concentrent sur certains indices dans l'environnement qu'elles tentent de traiter, tout en détournant leur attention, involontairement ou intentionnellement, d'autres indices ou tâches. Par exemple, des pilotes dans des conditions de charge de travail élevée peuvent se concentrer sur certains indicateurs, au détriment d'autres.
- La charge de travail dépend du nombre de tâches à accomplir dans une certaine période de temps. Si le nombre de tâches à accomplir augmente, ou si le temps disponible diminue, la charge de travail augmente. La saturation des tâches est une condition où le nombre de tâches à accomplir dans une période de temps donnée excède les capacités des pilotes à les accomplir, et certaines tâches sont alors omises ou reportées.

## Modèles mentaux

Un modèle mental est une structure interne qui permet aux personnes de décrire, d'expliquer et de prédire des événements et des situations dans leur environnement. Quand un modèle mental est adopté, ce modèle est résistant

<sup>3</sup> C. Dominguez, « Can SA Be Defined? », *Situation Awareness: Papers and Annotated Bibliography* (juin 1994), p. 11.

<sup>4</sup> M. R. Endsley, « Toward a theory of situation awareness in dynamic systems », *Human Factors*, vol. 37, no 1 (1995), p. 32 à 64.

<sup>5</sup> E. Salas, C. Prince, D. P. Baker et L. Shrestha, « Situation awareness in team performance: Implications for measurement and training », *Human Factors*, vol. 37, no 1 (1995), p. 123 à 136.

au changement. De nouveaux renseignements convaincants doivent être assimilés pour modifier un modèle mental. Un modèle mental inexact entravera la perception des éléments critiques ou la compréhension de leur importance.

### Gestion des ressources de l'équipage

La gestion des ressources de l'équipage (CRM) est l'utilisation efficace de toutes les ressources disponibles — ressources humaines, ressources technologiques et information — dans le but d'effectuer un vol en sécurité et avec efficacité. La CRM met en jeu les compétences, les habiletés, les attitudes, la communication, la conscience situationnelle, la résolution de problèmes et le travail d'équipe. La CRM est liée aux aptitudes cognitives et interpersonnelles requises pour gérer un vol. Les aptitudes cognitives comprennent les processus mentaux nécessaires pour acquérir et conserver une conscience situationnelle exacte, pour résoudre des problèmes et pour prendre des décisions. Les aptitudes interpersonnelles sont liées aux communications et aux comportements associés au travail d'équipe. Une bonne gestion des risques dans le poste de pilotage est intrinsèquement liée à une bonne CRM.

### Rapport d'autorité

Le rapport d'autorité renvoie à la hiérarchie décisionnelle entre le commandant de bord et le P/O. Ce rapport se caractérise par plusieurs facteurs, notamment l'expérience de chaque personne. Un fort rapport d'autorité peut constituer une entrave à la dynamique décisionnelle d'un équipage et peut dissuader le P/O d'exprimer un désaccord notamment en raison de l'expérience. Dans le cas du vol à l'étude, le commandant de bord avait accumulé 2 867 heures de vol sur type. Le P/O avait quant à lui 280 heures de vol sur type à son actif. Les deux pilotes avaient été jumelés auparavant sans qu'aucun problème ne soit rapporté.

### Assertivité progressive des premiers officiers

L'assertivité peut se définir comme étant la capacité d'exprimer ses opinions d'une manière calme et ferme et de ne pas accepter ce qui semble être incorrect. L'assertivité peut être progressive ou immédiate selon le niveau de gravité de la menace. Un des outils de communication de la CRM est le modèle PACE (*probing, alerting, challenging et emergency warning*)<sup>6</sup>. Le modèle PACE fournit aux pilotes, et plus particulièrement aux P/O, de nombreuses stratégies de communication visant à développer une assertivité progressive naturelle, selon les circonstances qui prévalent à un moment donné.

### Limite de vitesse selon le *Règlement de l'aviation canadien (RAC)*

Selon le RAC 602.32(1), il est interdit :

- b)** d'utiliser un aéronef à une vitesse indiquée de plus de 200 kt lorsque celui-ci se trouve à une altitude inférieure à 3 000 pi AGL et à une distance de 10 mi marins ou moins d'un aéroport contrôlé, à moins d'y être autorisé par une autorisation du contrôle de la circulation aérienne.

<sup>6</sup> R. O. Besco, « To Intervene or Not To Intervene? The Co-Pilot's Catch 22 », dans les actes du 25<sup>e</sup> Séminaire international du forum de l'Association internationale des enquêteurs de la sécurité aérienne, vol. 27, no 5, p. 94 à 101.

Par ailleurs, le RAC définit un aérodrome contrôlé comme un « [a]érodrome doté d'une unité de contrôle de la circulation aérienne en service ». Le RAC définit aussi une unité de contrôle de la circulation aérienne (unité ATC) comme suit :

- a) un centre de contrôle régional qui fournit le service de contrôle de la circulation aérienne aux aéronefs IFR;
- b) une unité de contrôle terminal qui fournit le service du contrôle de la circulation aérienne aux aéronefs IFR qui sont utilisés dans une région de contrôle terminal;
- c) une tour de contrôle de la circulation aérienne qui fournit, à un aérodrome donné, le service du contrôle de la circulation aérienne.

Une ambiguïté d'interprétation existe lorsqu'un aérodrome, comme CYZV, n'est pas doté d'une tour de contrôle de la circulation aérienne, mais est situé dans l'espace aérien contrôlé de classe E où l'espacement entre les aéronefs IFR est assuré par le centre de contrôle régional. Afin de clarifier cette ambiguïté, une demande d'interprétation a été envoyée à TCAC.

### Fait établi : autre

Selon l'interprétation de TCAC, CYZV est un aéroport non contrôlé, car il n'est pas doté d'une tour de contrôle. Par conséquent, la limite de vitesse de 200 kt stipulée à l'alinéa 602.32(1)b) du RAC ne s'applique pas.

### Facteurs de risque

Une analyse des données sur les sorties en bout de piste survenues sur une période de 14 ans, menée par la Flight Safety Foundation (FSF), a permis de déterminer que [traduction] « le risque de sortie en bout de piste augmente en présence de plusieurs facteurs de risque. Les facteurs de risque multiples engendrent un effet synergique (c.-à-d. que le risque est plus que doublé en présence de deux facteurs) ».

Pour fournir aux pilotes et aux exploitants un moyen [traduction] « de cerner, de comprendre et d'atténuer les risques associés aux sorties en bout de piste à l'atterrissage<sup>7</sup> », la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis a publié la Circulaire d'information (AC) 91-79A en 2014 (modifiée en 2018). L'AC en question indique ce qui suit [traduction] :

Une étude des données de la FAA et du NTSB (National Transportation Safety Board des États-Unis) indique que les dangers suivants augmentent le risque de sortie en bout de piste :

- approche non stabilisée<sup>[\*]</sup>;
- haute élévation de l'aéroport ou altitude-densité élevée, ce qui entraîne une augmentation de la vitesse sol;
- effet de la vitesse anémométrique excessive au moment de franchir le seuil de la piste<sup>[\*]</sup>;
- masse de l'avion à l'atterrissage;

<sup>7</sup> Federal Aviation Administration (FAA), Advisory Circular (AC) 91-79A: *Mitigating the Risks of a Runway Overrun Upon Landing*, Change 2 (20 février 2018), section 1: Purpose of this advisory circular (AC), p. 1.

- atterrissage au-delà du point de poser<sup>[\*]</sup>;
- déclivité négative de la piste;
- hauteur excessive au-dessus du seuil de la piste<sup>[\*]</sup>;
- utilisation retardée des dispositifs de décélération<sup>[\*]</sup>;
- atterrissage avec vent de dos<sup>[\*]</sup>;
- piste mouillée ou contaminée<sup>[\*]</sup><sup>8</sup>.

## Procédures d'exploitation normalisées

Les SOP, y compris les annonces et les listes de vérification normalisées, sont des sources d'information cruciales qui offrent aux pilotes des lignes directrices sur l'utilisation générale de l'aéronef. Elles aident les pilotes dans la prise de décision et la coordination entre les membres de l'équipage.

Dans le but de réduire les risques d'accidents liés aux approches et à l'atterrissage, l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), la FSF, la FAA, le NTSB, TCAC ainsi que le BST ont tous, à nombreuses reprises, souligné l'importance de SOP claires, complètes, précises et sans ambiguïté, ainsi que la nécessité de se conformer aux SOP pendant les phases critiques du vol. D'ailleurs, entre 1994 et 2022, les procédures incohérentes ou manquantes sont ressorties dans 39 faits établis (divers) dans les rapports d'enquête sur la sécurité du transport aérien du BST. Les lacunes identifiées étaient principalement liées à l'absence de directives précises et aux divergences dans les procédures.

## Analyse

Rien n'indique qu'il y a eu une défaillance de la cellule, des moteurs ou d'un système pendant le vol à l'étude. Par ailleurs, la performance de l'aéronef n'a pas été un facteur dans l'événement.

## Décision d'effectuer une approche finale à haute vitesse

Au moment de l'exposé d'approche avant la descente du niveau de vol 270, le commandant a informé le P/O qu'il allait lui montrer que le Pilatus PC-12 permettait de faire une descente tardive à un taux de descente d'environ 3 000 pi/min. Le message du service automatique d'information de région terminale pour l'aéroport de Sept-Îles indiquait des conditions de vol à vue, des averses de pluie modérée et des vents soufflant de l'ouest à 8 kt avec des rafales à 15 kt. Ces conditions étaient favorables à un atterrissage sur la piste 27; toutefois, le commandant a informé le P/O qu'il allait faire une approche directe vers la piste 09 par le point de cheminement d'approche initiale ETBAR, et un atterrissage avec les volets configurés à 15° avec une  $V_{ref}$  de 95 kt.

L'avion a franchi le point de cheminement ETBAR à environ 250 pi au-dessus de la pente d'approche de 3°, à une vitesse de 213 KIAS. L'équipage avait la piste 09 en vue, et le commandant a pris la décision d'accélérer pour effectuer une approche finale à haute vitesse, avec une décélération juste avant la piste. Toutefois, puisqu'il croyait que la limite de vitesse de 210 kt publiée sur la carte d'approche aux points de cheminement IGSUK et VOKON s'appliquait également à l'approche directe par ETBAR, il a demandé au P/O d'annuler le plan de vol IFR. Par la suite, sans consulter le P/O, le commandant a augmenté la puissance. La vitesse de l'aéronef a atteint la  $V_{mo}$  de 240 KIAS. Le P/O a annoncé une vitesse élevée.

<sup>8</sup> Les sept facteurs accompagnés d'un astérisque (\*) étaient présents lors de l'approche à l'étude.

Le commandant a réduit la puissance pour stabiliser la vitesse aux environs de 230 KIAS. À ce moment-là, le P/O a exprimé son inconfort relatif à cette vitesse élevée. Toutefois, le commandant a confirmé qu'il continuait l'approche à haute vitesse. L'aéronef s'est ensuite retrouvé à 3 NM de la piste à 1 000 pi AGL (point désigné d'approche stabilisée des SOP) en configuration lisse à une vitesse de 236 KIAS.

Quelques mois avant l'événement à l'étude, une approche finale à haute vitesse similaire avait été effectuée par un autre équipage, et la manœuvre de décélération avec une descente rapide près de la piste s'était soldée par une plainte de passagers. La compagnie avait réprimandé le pilote en question et publié une note de service destinée aux équipages pour les informer formellement que ces manœuvres étaient inappropriées et ne devaient pas être exécutées.

Ainsi, la décision d'effectuer une approche finale à haute vitesse malgré les instructions contraires de la compagnie a vraisemblablement été influencée par le fait qu'il n'y avait aucun passager à bord et par le fait que l'équipage ne connaissait pas la capacité réelle d'enregistrement du système de surveillance des tendances du moteur (ECTM). Par conséquent, l'équipage a fort probablement supposé que l'équipe de gestion de la compagnie n'aurait pas connaissance des écarts par rapport aux SOP et qu'il ne risquait pas de sanctions administratives.

### Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Lors du vol à l'étude, le commandant, jumelé à un P/O ayant peu d'expérience sur le Pilatus PC-12, a décidé de faire la démonstration d'une approche finale à haute vitesse avec décélération juste avant la piste. Par conséquent, le point désigné d'approche stabilisée défini dans les SOP (1 000 pi AGL) a été franchi en configuration lisse à une vitesse de 236 KIAS.

### Point désigné d'approche stabilisée

À son passage au point désigné d'approche stabilisée défini dans les SOP, l'aéronef pouvait encore atteindre le seuil de la piste à 50 pi AGL à la  $V_{ref}$  de 95 kt, en configuration d'atterrissage avec les volets à 15°, en exécutant une manœuvre de décélération en montée suivie d'une descente à taux élevé avant le seuil de la piste.

Selon les calculs effectués à partir des données du constructeur de l'aéronef, la distance d'atterrissage normale est de 2 945 pi pour la configuration de volets à 15° et les conditions du vol à l'étude. Cette distance d'atterrissage comprend une distance de 1 707 pi pour la course à l'atterrissage dans des conditions de freinage moyen sans inverseur de poussée.

Le commandant, sachant que le Pilatus PC-12 lui permettait de se poser sur des pistes courtes et ayant la piste en vue, était confiant de pouvoir se poser dans le premier 1/3 de la piste (2 184 premiers pi) et estimait alors disposer de plus de 4 300 pi de piste pour la course à l'atterrissage. Ainsi, le commandant était convaincu qu'il pouvait s'arrêter sur la piste mouillée, malgré le vent de dos.

### Rapport d'autorité et assertivité

À environ 6 NM de la piste, l'aéronef volait à une vitesse de 230 KIAS. Le P/O a exprimé son doute quant à la réussite de l'atterrissage et le commandant a confirmé son intention de poursuivre l'approche à haute vitesse. Cependant, le commandant n'ayant pas communiqué son intention de s'écarter des SOP au P/O — ni pour la configuration à 1 000 pi AGL, ni pour la décélération et la configuration de l'aéronef avant d'atteindre le seuil de piste — il est vraisemblable que le P/O avait une autre compréhension de la situation. Ainsi, les deux pilotes n'avaient plus une conscience situationnelle commune de l'exécution de cette approche en dehors des paramètres définis dans les SOP ni de la manœuvre à venir pour effectuer l'atterrissage selon l'exposé, soit à la  $V_{ref}$  de 95 KIAS et avec les volets configurés à 15°.

Les deux pilotes se connaissaient bien, mais le commandant ayant trois fois plus d'expérience de vol en tout que le P/O et dix fois plus d'expérience de vol sur le Pilatus PC-12, le rapport d'autorité était élevé pour l'expérience de vol sur le Pilatus PC-12. Lors de l'approche, le P/O a verbalisé son inconfort et par la suite son doute quant à la réussite de l'atterrissage. Cependant, ses communications n'étaient pas de nature exécutoire comme c'est le cas d'une annonce de remise des gaz. Le P/O a senti qu'il n'avait pas suffisamment d'expérience pour passer de la consultation passive à une assertivité suffisante pour convaincre le commandant d'effectuer une remise des gaz.

### Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Le P/O avait des doutes quant à la réussite de l'atterrissage lors de l'approche à haute vitesse; toutefois, en raison du rapport d'autorité, il s'en est remis à l'expérience du commandant et n'a pas osé donner l'ordre exécutoire de remise des gaz.

### Poursuite de l'approche à haute vitesse

Après le passage des 1 000 pi AGL, l'approche à haute vitesse (236 KIAS) s'est poursuivie pendant dix-sept secondes, soit jusqu'au passage des 500 pi AGL (238 KIAS) à environ 1,7 NM de la piste. Pendant ces dix-sept secondes, le commandant, concentré sur l'approche, a probablement subi un rétrécissement de l'attention entravant une pleine conscience de la vitesse si près de la piste.

Une seconde plus tard, la vitesse a dépassé la  $V_{mo}$  de 240 KIAS et le commandant a immédiatement réduit la puissance au minimum. Quatre secondes après la réduction de la puissance, le commandant a amorcé une montée afin de réduire la vitesse plus rapidement. Malgré cette manœuvre, l'aéronef était à vingt-huit secondes du seuil de piste alors que le temps théorique de décélération pour atteindre la  $V_{ref}$  de 95 kt était de trente-cinq secondes. Par conséquent, il n'était plus possible de ralentir l'aéronef, de le configurer pour l'atterrissage, d'atteindre la  $V_{ref}$  de 95 KIAS et en même temps de descendre en vue de franchir le seuil de piste à 50 pi AGL. Toutefois, percevant qu'il était toujours possible de se poser sur le premier  $\frac{1}{3}$  de piste, le commandant a poursuivi l'approche.

### Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Lorsque l'aéronef était à environ 1,7 NM de la piste, à une vitesse de 238 KIAS à 500 pi AGL, il n'était plus possible de décélérer et de poursuivre la descente pour atteindre le seuil de piste à 50 pi AGL en configuration d'atterrissage stabilisé à la  $V_{ref}$  de 95 KIAS. Toutefois, percevant qu'il était toujours possible de se poser sur le premier  $\frac{1}{3}$  de piste, le commandant a poursuivi l'approche.

### Décision d'effectuer l'atterrissage

Généralement, une charge de travail élevée a tendance à provoquer un rétrécissement de l'attention. Dans ces circonstances, certaines tâches risquent d'être omises ou de ne pas être exécutées dans le bon ordre, et certaines informations critiques risquent de ne pas être saisies ou prises en compte.

Compte tenu de la vitesse élevée de l'aéronef lorsqu'il était à environ 1,7 NM de la piste et à 500 pi AGL, il restait très peu de temps aux pilotes pour exécuter les tâches requises pour décélérer et configurer l'aéronef avant l'atterrissage. Cette charge de travail élevée si près de la piste a influencé la décision de ne pas respecter la limite de vitesse pour sortir le train et de ne pas tenir compte de l'effet que peut avoir la composante vent arrière combinée à la vitesse élevée sur le freinage sur piste mouillée. De plus, le commandant s'étant fait un modèle mental selon lequel il était possible d'atterrir sur le premier  $\frac{1}{3}$  de la piste, sa perception et sa compréhension d'éléments critiques ont pu être entravées.

Lors de la manœuvre de décélération, le commandant a fait l'annonce « gear down » [train sorti] à environ 195 KIAS, et le P/O a annoncé une vitesse élevée, la vitesse maximale de manœuvre du train d'atterrissage étant de 180 KIAS. Le commandant, concentré sur l'exécution des tâches requises pour atterrir, a demandé « gear down » à nouveau, confirmant ainsi au P/O son intention d'atterrir. Bien que ressentant un inconfort à l'idée de poursuivre l'approche et l'atterrissage, le P/O a choisi de ne pas contredire le commandant à ce moment critique du vol, soit à 0,5 NM du seuil de la piste. Il a sélectionné la sortie du train d'atterrissage à 188 kt. Ce geste du P/O a pu être interprété par le commandant comme une validation de sa décision. Il est à noter que, à ce moment, le P/O disposait de très peu de temps pour analyser la situation et les options. En effet, l'indication du train sorti et verrouillé est survenue seulement sept secondes avant le poser des roues sur la piste.

Même si une remise des gaz avant d'atteindre le seuil de la piste était possible sans difficulté particulière, celle-ci se serait soldée par l'émission d'un rapport d'événement d'aviation par le spécialiste de l'information de vol et, fort probablement, par un suivi de la compagnie auprès des pilotes sur les circonstances entourant la remise des gaz.

Le commandant ayant déjà fait l'objet de sanctions administratives par la compagnie en raison d'événements précédents, il pouvait raisonnablement croire qu'il ferait l'objet de nouvelles sanctions administratives et disciplinaires si la compagnie apprenait qu'il avait effectué cette approche à haute vitesse en s'écartant largement des SOP. Ainsi, il est probable que cette situation ait influencé sa décision de poursuivre l'approche pour éviter un rapport d'événement à la suite d'une remise des gaz.

#### **Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs.**

À environ 0,5 NM de la piste à 500 pi AGL, alors qu'il était concentré sur l'exécution de l'atterrissage sur le premier 1/3 de piste, le commandant a insisté pour que le train d'atterrissage soit sorti même si la vitesse de l'aéronef dépassait à ce moment-là la vitesse maximale de manœuvre du train d'atterrissage. Le P/O a exécuté l'ordre et le train a été sorti, ce qui a permis à l'atterrissage de se poursuivre.

Selon les SOP (liste de vérification avant atterrissage), le pilote aux commandes fait l'annonce « gear down, landing checks, flaps 15 » [train sorti, vérifications d'atterrissage, volets 15] lorsque la vitesse est inférieure ou égale à 170 KIAS et qu'elle diminue. Dans le cas du vol à l'étude, puisqu'après la sélection de « gear down », la vitesse était aux environs de 185 KIAS et que la vitesse maximale avec volets sortis était de 165 KIAS, le P/O a vérifié avec le commandant s'il devait bien sortir les volets à 15°. Le commandant lui a répondu que l'atterrissage allait être effectué sans volets. Cette décision était stratégique dans le contexte de son intention de se poser sur le premier 1/3 de la piste. Cependant, un atterrissage sans volets entraîne une augmentation de la distance de roulage au sol d'environ 680 pi sur piste sèche, et ce, seulement si la vitesse est stabilisée à la  $V_{ref}$  de 115 KIAS sans volets.

L'aéronef a franchi le seuil de piste à 200 pi AGL, à 180 KIAS (vitesse sol de 191 kt), avec un taux de descente de 2 000 pi/min, le train d'atterrissage en transition et les volets entièrement rentrés. Dans une telle situation, même si le pilote gère la trajectoire de vol en vue d'un atterrissage sur le premier 1/3 de piste, l'aéronef a une vitesse verticale et une vitesse horizontales excessives. Pour qu'il reconnaisse qu'un changement de plan s'impose et réagisse à temps, le pilote doit percevoir la condition ou le stimulus comme étant suffisamment important pour réagir immédiatement. De plus, la tendance à s'en tenir au plan est encore plus forte lorsque l'objectif est sur le point d'être réalisé.

Selon les calculs réalisés, au moment où l'aéronef a franchi le seuil de piste, avec un freinage maximal sur piste sèche, sans inverseur de poussée et sans volets, la distance d'atterrissage était de 7 170 pi et dépassait la longueur de piste, qui était de 6 552 pi. En alternative, une application maximale de l'inverseur de poussée procurait une marge théorique de 157 pi. Cependant, la piste était mouillée.

### Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

L'aéronef a franchi le seuil de piste à 200 pi AGL à une vitesse de 180 KIAS, à un taux de descente de 2 000 pi/min, le train d'atterrissage en transition et les volets entièrement rentrés. Dans ces conditions, il n'était pas possible d'arrêter l'aéronef sur la piste mouillée. Toutefois, le commandant, étant sous l'influence du biais de tendance à s'en tenir au plan et concentré sur l'exécution de l'atterrissage sur le premier 1/3 de la piste, a poursuivi l'approche.

### Atterrissage et sortie en bout de piste

Les conditions de piste n'étaient pas disponibles au moment de l'approche. Toutefois, l'équipage a observé que la piste était mouillée. L'inspection des pneus après le vol a révélé des marques qui confirment que de l'usure du caoutchouc par hydroplanage s'était produit lors du freinage sur la piste. La distance de freinage augmentant avec l'hydroplanage, il est raisonnable de conclure que l'augmentation de la distance de freinage sur la piste mouillée dépassait la marge théorique de 157 pi disponible pour un atterrissage sur piste sèche avec l'inverseur de poussée au maximum.

Le poser des roues s'est fait relativement en douceur, à environ 2 525 pi au-delà du seuil de la piste, à 159 KIAS (vitesse sol de 167 kt). Les freins ont ensuite été appliqués fortement et l'inverseur de poussée, de la façon habituelle (c'est-à-dire au régime de ralenti en inversion). Le pilote n'a pas utilisé l'inverseur de poussée au maximum et ne l'avait jamais fait dans le passé. Lors du freinage, l'aéronef s'étant retrouvé en hydroplanage, la sortie en bout de piste était inévitable. Ainsi, l'utilisation habituelle de l'inverseur de poussée n'était qu'un facteur additionnel de sortie en bout de piste, qui a en réalité uniquement influencé la vitesse à laquelle l'avion a quitté le bout de la piste et la distance parcourue dans le prolongement dégagé de piste.

Le commandant était concentré sur le freinage ainsi que sur le contrôle latéral de l'aéronef sur la piste mouillée, et n'a ainsi pas perçu immédiatement que la sortie en bout de piste était probable. Quinze secondes après le poser des roues, à environ 750 pi du bout de la piste, soit quand l'équipage a réalisé qu'une sortie en bout de piste était imminente, le commandant a augmenté l'inverseur de poussée. Six secondes plus tard, l'aéronef a fait une sortie en bout de piste à une vitesse sol de 57 kt.

### Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

L'aéronef s'est posé sur la piste à environ 2 525 pi du seuil à 159 KIAS, soit à une vitesse sol de 167 kt. Étant donné que la vitesse excessive, combinée aux autres facteurs, a augmenté la distance d'atterrissage, l'aéronef a fait une sortie en bout de piste à une vitesse sol de 57 kt, vingt et une secondes plus tard.

Les données de vol ont été comparées aux données obtenues lors des vols de certification effectués sur piste sèche. Le taux de décélération obtenu lors du vol à l'étude sur la piste mouillée, avec un freinage et une application habituelle de l'inverseur de poussée (régime de ralenti en inversion), était légèrement plus élevé que les taux de décélération obtenus pendant les essais en vol de certification, avec un freinage maximal et sans inverseur de poussée. Avant d'amorcer le virage, l'aéronef a parcouru environ 600 pi dans le prolongement dégagé de piste, ce qui équivaut à une distance d'atterrissage d'environ 7 142 pi. Cette distance d'atterrissage est similaire à la distance d'atterrissage estimée par le constructeur de 7 170 pi sur piste sèche avec freinage maximal et sans inverseur de poussée. Ainsi, il est possible de conclure que l'application habituelle de l'inverseur de poussée (régime de ralenti en inversion) a uniquement compensé les effets de l'hydroplanage.

### Approches stabilisées

Dans l'AC 91-79A, la FAA considère que [traduction] « le respect des SOP et l'utilisation des pratiques exemplaires pour les approches stabilisées constitueront toujours la première ligne de défense pour éviter une sortie en bout de piste ». De son côté, TCAC stipule que [traduction] « comme l'importance accordée aux SOP est

considérable, il incombe à TCAC de revoir les SOP des exploitants pour en évaluer la qualité, la cohérence, l'exactitude, la concision, la clarté, la pertinence et le contenu ».

L'interprétation des ambiguïtés et contradictions des SOP n'est pas un phénomène propre au vol à l'étude. Entre 1994 et 2022, les procédures incohérentes ou manquantes sont ressorties dans 39 faits établis (divers) dans les rapports d'enquête sur la sécurité du transport aérien du BST. Dans bien des cas, les procédures avaient fait l'objet d'une revue de la part de TCAC et aucune irrégularité n'avait été détectée. Ces incohérences et ces manquements laissent aux pilotes la possibilité d'interpréter certaines situations, qui parfois réduisent les marges de sécurité.

Le manuel d'exploitation de vol de la compagnie ne contient pas de politique générale sur l'obligation de faire des approches stabilisées ni sur l'obligation d'effectuer une remise des gaz si l'approche est instable. Les SOP de la compagnie quant à elles définissent les critères d'approche stabilisée, les annonces requises en cas de déviation (marge de vitesse et taux de descente), ainsi que le moment où l'approche « devrait » être stabilisée. Par ailleurs, les SOP sont assez claires pour les approches visuelles : l'aéronef « doit être » configuré pour l'atterrissage et toute la liste de vérification avant atterrissage « doit être » consultée entièrement avant d'atteindre 1 000 pi AGL. Toutefois, l'utilisation du mot « devrait » si l'approche n'est pas stabilisée peut donner l'impression d'une suggestion plutôt qu'une directive formelle et que la poursuite de l'approche est à la discrétion du commandant. Ainsi, ne se sentant pas dans l'obligation formelle de faire une remise des gaz, le pilote se fie sur son expérience et son évaluation de la situation présente pour déterminer si la réussite de l'atterrissage est toujours possible. Lors du vol à l'étude, étant convaincu qu'il pouvait réussir l'atterrissage sur le premier  $\frac{1}{3}$  de la piste, le commandant a poursuivi l'approche et l'atterrissage.

Les SOP de la compagnie ont été revues par TCAC, qui a vérifié que les sujets exigés par la réglementation étaient couverts, et a délivré une lettre de conformité à la compagnie. Toutefois, la qualité, la cohérence, l'exactitude, la concision, la clarté et la pertinence de ces SOP n'ont pas été vérifiées par TCAC.

### Fait établi quant aux risques

Si TCAC n'évalue pas la qualité, la cohérence, l'exactitude, la concision, la clarté et la pertinence des SOP d'un exploitant, ces procédures pourraient ne pas être efficaces, ce qui augmente les risques pour les opérations de vol.

L'inspection de processus (IP) réactive effectuée par TCAC après l'événement a donné lieu, entre autres, à une observation visant la formulation des SOP qui « ne prévoient pas d'appel standard à altitudes déterminées pour déterminer si les critères de stabilisation [lire : critères d'approche stabilisée] sont rencontrés ou non » et qui pouvaient « laisser croire aux membres d'équipage qu'ils ont une discrétion sur l'application des critères de stabilisation ». Afin d'éviter une situation similaire à celle du vol à l'étude, certains exploitants imposent, dans leurs SOP, une annonce de nature exécutoire de remise des gaz si les critères d'approche ne sont pas respectés au point désigné d'approche stabilisée ou plus tard.

Le commandant du vol à l'étude, qui avait une charge de travail élevée, était concentré sur la manœuvre à exécuter et était toujours convaincu qu'il était possible de réussir l'atterrissage, n'était pas en mesure de prendre en considération tous les facteurs de risque de sortie en bout de piste. À ce moment-là, le P/O avait des doutes quant à la réussite de l'atterrissage à la suite de cette approche instable, mais il n'avait plus le temps de discuter et de convaincre le commandant d'effectuer une remise des gaz. Ainsi, un ordre exécutoire de remise des gaz était la seule solution pour stopper l'atterrissage à la suite d'une approche instable.

### Fait établi quant aux risques

Si les SOP n'incorporent pas d'annonces obligatoires et exécutoires de remise des gaz lorsque les approches deviennent instables, les pilotes pourraient choisir de poursuivre des approches instables, ce qui augmente le risque de sortie en bout de piste.

### Gestion des approches à risque

En août 2021, à la suite d'un incident similaire survenu quelques mois avant l'événement à l'étude, la compagnie avait pris des mesures afin d'éviter que ce type d'approche à haute vitesse ne se reproduise. Toutefois, à la lumière de l'événement à l'étude, celles-ci n'ont pas empêché une répétition de ce type d'approche.

### Enregistreurs de données légers et suivi des données de vol

Les avions de la compagnie sont dotés d'un système d'enregistrement de certaines données de vol qui sont utilisées pour le contrôle de l'état du moteur. Toutefois, les avions ne sont pas munis d'enregistreurs de données légers (LDR) et ne sont pas tenus de l'être du point de vue de la réglementation. La présence même d'un LDR à bord peut avoir une influence positive sur le comportement des pilotes. Le suivi des données de vol (SDV) quant à lui offre la possibilité de surveiller l'exécution des vols, c'est-à-dire de vérifier le respect des procédures de la compagnie et des limites opérationnelles, et de déceler les manœuvres à risque afin de prendre des mesures correctives avant qu'un accident ne se produise.

Depuis des décennies, les exploitants d'aéronefs multimoteurs à turbomoteurs utilisés pour le transport de passagers s'aident de systèmes de SDV pour gérer la sécurité de façon préventive. À plusieurs reprises dans ses rapports d'enquête sur la sécurité du transport aérien, le BST a fait ressortir le potentiel que représentent les LDR et les systèmes de SDV pour aider les autres exploitants à repérer de manière proactive les lacunes de sécurité avant qu'elles ne provoquent un accident. De plus, le BST a émis deux recommandations liées à la mise en œuvre du SDV et à l'installation de LDR.

Transports Canada (TC) a indiqué être d'accord en principe avec ces recommandations et, en 2021, a publié un Avis de proposition de modification (APM) sur les LDR. À la suite de cette publication, TC a reçu des contributions et des commentaires importants du secteur qui ont donné lieu à une réévaluation de l'approche et de la portée des exigences en matière de LDR. Un nouvel APM révisé devrait être publié en 2023. La révision de l'APM et la consultation supplémentaire viendront retarder les échéanciers de mise en œuvre de la réglementation tels qu'ils sont décrits dans le Plan prospectif de la réglementation de TC. Jusqu'à ce que l'APM révisé soit accessible pour un examen, on ne saura pas si les exigences proposées précédemment seront préservées. Par contre, dans un contexte de gestion proactive des dangers opérationnels, les exploitants pourraient prendre des mesures sans attendre d'y être contraints par la réglementation.

Comme nous l'avons constaté dans le cadre de l'événement à l'étude, la compagnie a accès à certaines données lorsqu'un dépassement des paramètres est décelé. Cependant, la compagnie n'a pas accès aux données dans les autres cas et ne peut pas effectuer de suivi au besoin.

### Fait établi quant aux risques

Si les exploitants ne disposent pas de LDR ni de systèmes de SDV, ils pourraient ne pas être en mesure de surveiller le respect des politiques, des procédures et des limites opérationnelles, ce qui augmente le risque que les écarts ou les pratiques dangereuses ne soient pas détectés et se poursuivent.

## Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

Il s'agit des conditions, actes ou lacunes de sécurité qui ont causé l'événement ou y ont contribué.

1. Lors du vol à l'étude, le commandant, jumelé à un P/O ayant peu d'expérience sur le Pilatus PC-12, a décidé de faire la démonstration d'une approche finale à haute vitesse avec décélération juste avant la piste. Par conséquent, le point désigné d'approche stabilisée défini dans les SOP (1 000 pi AGL) a été franchi en configuration lisse à 236 KIAS.
2. Le P/O avait des doutes quant à la réussite de l'atterrissage lors de l'approche à haute vitesse; toutefois, en raison du rapport d'autorité, il s'en est remis à l'expérience du commandant et n'a pas osé donner l'ordre exécutoire de remise des gaz.
3. Lorsque l'aéronef était à environ 1,7 NM de la piste, à 238 KIAS à 500 pi AGL, il n'était plus possible de décélérer et de poursuivre la descente pour atteindre le seuil de piste à 50 pi AGL en configuration d'atterrissage stabilisé à la  $V_{ref}$  de 95 KAIS. Toutefois, percevant qu'il était toujours possible de se poser sur le premier tiers de piste, le commandant a poursuivi l'approche.
4. À environ 0,5 NM de la piste à 500 pi AGL, alors qu'il était concentré sur l'exécution de l'atterrissage sur le premier tiers de piste, le commandant a insisté pour que le train d'atterrissage soit sorti même si la vitesse de l'aéronef dépassait à ce moment-là la vitesse maximale de manœuvre du train d'atterrissage. Le P/O a exécuté l'ordre et le train est sorti, ce qui a permis à l'atterrissage de se poursuivre.
5. L'aéronef a franchi le seuil de piste à 200 pi AGL à 180 KIAS, à un taux de descente de 2 000 pi/min, le train d'atterrissage en transition et les volets entièrement rentrés. Dans ces conditions, il n'était pas possible d'arrêter l'aéronef sur la piste mouillée. Toutefois, le commandant, sous l'influence du biais de tendance à s'en tenir au plan et concentré sur l'exécution de l'atterrissage sur le premier tiers de la piste, a poursuivi l'approche.
6. L'aéronef s'est posé sur la piste à environ 2 525 pi du seuil à 159 KIAS, soit à une vitesse sol de 167 kt. Étant donné que la vitesse excessive, combinée aux autres facteurs, a augmenté la distance d'atterrissage, l'aéronef a fait une sortie en bout de piste à une vitesse sol de 57 kt, vingt et une secondes plus tard.

## Faits établis quant aux risques

Il s'agit des conditions, des actes dangereux, ou des lacunes de sécurité qui n'ont pas été un facteur dans cet événement, mais qui pourraient avoir des conséquences néfastes lors de futurs événements.

1. Si les enregistrements de conversations de poste de pilotage ne sont pas disponibles aux enquêteurs du BST, il est impossible d'évaluer avec exactitude la prise de décision du pilote, la CRM, la gestion de la charge de travail, et l'exécution et le respect des SOP, ce qui risque de nuire à la détection des lacunes de sécurité et donc à l'amélioration de la sécurité des opérations de vol.
2. Si les SOP et la formation n'incorporent pas les facteurs de risque de sortie en bout de piste, il est possible que ces facteurs de risque ne soient pas pris en considération pendant l'approche, ce qui augmente le risque de sortie en bout de piste.

3. Si TCAC n'évalue pas la qualité, la cohérence, l'exactitude, la concision, la clarté et la pertinence des SOP d'un exploitant, ces procédures pourraient ne pas être efficaces, ce qui augmente les risques pour les opérations de vol.
4. Si les SOP n'incorporent pas d'annonces obligatoires et exécutoires de remise des gaz lorsque les approches deviennent instables, les pilotes pourraient choisir de poursuivre des approches instables, ce qui augmente le risque de sortie en bout de piste.
5. Si les exploitants ne disposent pas de LRD ni de systèmes de SDV, ils pourraient ne pas être en mesure de surveiller le respect des politiques, des procédures et des limites opérationnelles, ce qui augmente le risque que les écarts ou les pratiques dangereuses ne soient pas détectés et se poursuivent.

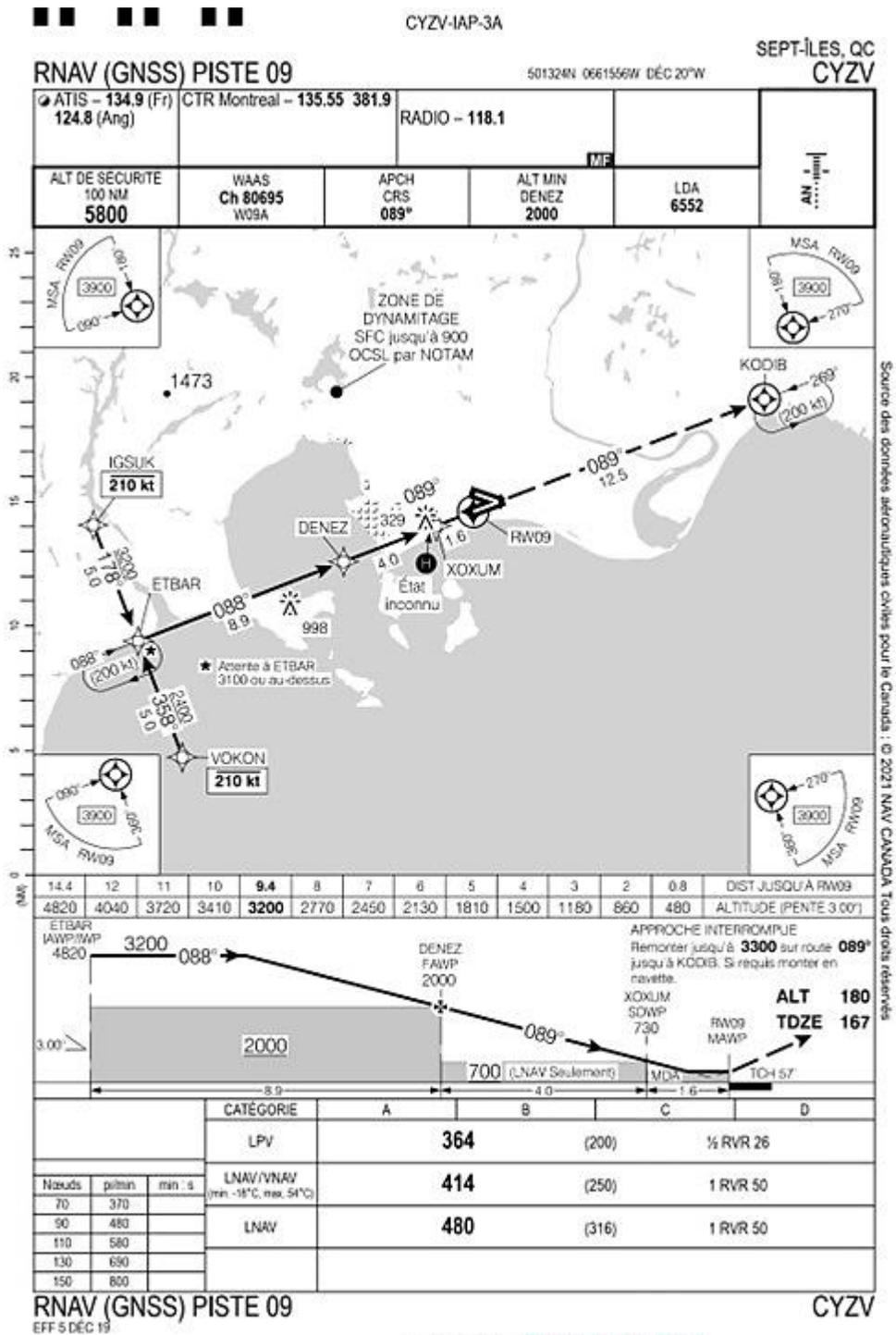
### Autres faits établis

Ces éléments pourraient permettre d'améliorer la sécurité, de régler une controverse ou de fournir un point de données pour de futures études sur la sécurité.

1. Selon l'interprétation de TCAC, l'aéroport de Sept-Îles est un aéroport non contrôlé, car il n'est pas doté d'une tour de contrôle. Par conséquent, la limite de vitesse de 200 kt stipulée à l'alinéa 602.32(1)b) du *Règlement de l'aviation canadien* ne s'applique pas.

**Annexe**

**Annexe A – Carte d’approche de l’aéroport de Sept-Île**



**NE PAS UTILISER POUR LA NAVIGATION**

Source : NAV CANADA, Canada Air Pilot (CAP), CAP 6 : Québec, en vigueur du 12 août 2021 au 7 octobre 2021

# LA SÉCURITÉ AÉRIENNE

COMMENCE ICI



[canada.ca/securite-taxi-aerien](https://canada.ca/securite-taxi-aerien)



Transports  
Canada

Transport  
Canada

Canada