



## Recommandation A90-83 du BST

### Altimètres radar

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada recommande que le ministère des Transports le ministère des Transports exige que tous les hélicoptères qui transportent des passagers lors de vols commerciaux soient munis d'altimètres radar.

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien	<a href="#">90-SP002</a>
Date à laquelle la recommandation a été émise	13 novembre 1990
Date de la dernière réponse	Août 2017
Date de la dernière évaluation	Mars 2024
<a href="#">Évaluation</a> de la dernière réponse	Attention non satisfaisante
<a href="#">État</a> du dossier	En veilleuse

### Résumé de l'événement

Les accidents mettant en cause un aéronef exploité selon les règles de vol à vue (VFR) dans des conditions météorologiques défavorables se produisent régulièrement et entraînent un nombre trop élevé de pertes de vie à chaque année. Ces accidents mettent en cause des pilotes professionnels, des pilotes privés et des pilotes d'affaires aux commandes d'appareils de l'aviation générale et d'appareils commerciaux affrétés, y compris des avions et des hélicoptères.

La fréquence avec laquelle ces accidents se produisent et le nombre de pertes de vie ont amené le Bureau canadien de la sécurité aérienne (BCSA) à entreprendre une étude systématique et exhaustive de la question. En mars 1990, au moment où l'étude était presque terminée, le BCSA a été remplacé par le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST). Le présent rapport a été publié sous la direction de ce nouvel organisme, le 13 novembre 1990.

Au cours des 20 dernières années, un certain nombre d'organismes gouvernementaux étrangers ont entrepris des mesures visant à mieux comprendre ces types d'accident. Les études récentes mettent en lumière la nature complexe de la décision de poursuivre le vol VFR dans des conditions météorologiques défavorables ainsi que les conséquences souvent funestes d'une telle décision. La présente étude de sécurité est la première analyse complète sur le sujet à être menée au Canada au cours des dernières années. Elle s'appuie sur les travaux antérieurs.

Le Bureau a approuvé la publication de la recommandation A90-81 dans le cadre du rapport intitulé Rapport au terme d'une étude de sécurité sur le vol VFR dans des conditions météorologiques défavorables (90-SP002), le 13 novembre 1990.

### **Justification de la recommandation**

L'analyse des aéronefs accidentés n'a révélé que peu de lacunes au niveau de l'équipement, tant dans le cas d'avions que d'hélicoptères. Comme nous l'avons toutefois signalé, 27 des 33 accidents d'hélicoptère se sont produits dans des conditions de voile blanc et la plupart sont survenus à un moment où le pilote était encore maître de son appareil. De nombreux accidents VFR en IMC<sup>1</sup> qui mettent en cause des hélicoptères se sont produits à la suite d'une descente involontaire qui s'est poursuivie à l'insu du pilote, au-dessus d'un relief uniforme, dans des conditions où il était souvent impossible de déterminer avec précision son altitude par rapport au sol. Le pilote aurait pu être alerté de la descente si l'aéronef avait été équipé d'un dispositif d'alarme automatisé tel un altimètre radar, indiquant qu'il se trouvait à proximité du sol. Cependant, seuls 2 des hélicoptères accidentés possédaient un altimètre radar. Compte tenu des conditions qui prévalaient lors de nombreux accidents d'hélicoptère survenus à la suite d'une descente involontaire qui s'est poursuivie à l'insu du pilote, le Bureau a recommandé que

le ministère des Transports exige que tous les hélicoptères qui transportent des passagers lors de vols commerciaux soient munis d'altimètres radar.

### **Recommandation A90-83 du BST**

### **Réponses et évaluations antérieures**

#### **Mars 1991 : réponse de Transports Canada**

En réponse à la recommandation, Transports Canada a simplement indiqué que le Groupe de travail sur les vols VFR de Transports Canada étudierait la question.

#### **Mai 2005 : 'évaluation par le BST de la réponse (insatisfaisante)**

Dans sa réponse diffusée en mars 1991, Transports Canada a indiqué que la recommandation A90-83 serait acheminée au Groupe de travail sur les vols VFR qui analyserait la question. Par la suite, au moment de faire le point sur la question, en juillet 1993, Transports Canada a déclaré que son Groupe de travail sur les vols VFR avait examiné la recommandation A90-83 et a conclu que ladite recommandation ne devait pas être adoptée. On indiquait que l'utilisation d'un altimètre radar offrait peu d'avantages pratiques au pilote qui devait maintenir ses références visuelles, et que le coût élevé de l'installation et de l'entretien dépassait largement tout avantage que cela pouvait apporter au pilote. Le personnel du BST était conscient du fardeau financier réel des exploitants, en raison de la conjoncture économique, mais il maintenait son

---

<sup>1</sup> Un aéronef piloté selon les règles de vol à vue (VFR) qui a amorcé ou continué un vol dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC).

argument de base voulant que l'installation d'un altimètre radar offre une protection contre toute descente involontaire dans des conditions IMC.

Compte tenu de la position de Transports Canada sur la question, le BST a jugé que la réponse de Transports Canada était insatisfaisante et le dossier de lacune a été classé comme étant actif. Au fil des ans, le BST devait surveiller les risques associés à la lacune définie dans la recommandation A90-83, afin de cerner les tendances. Comme des risques résiduels se manifestaient toujours et que la position de Transports Canada ne changeait pas, en ce sens, aucune mesure n'avait été prise ou proposée en vue de réduire ou d'éliminer la lacune. Donc, les réévaluations subséquentes sont demeurées **insatisfaisantes**.

La dernière réévaluation enregistrée au sujet de la réponse de Transports Canada à la recommandation A90-83 est datée du 11 mai 2005, et elle stipule que :

Une recherche des données du BST sur les accidents survenus pendant un vol VFR dans des conditions météorologiques de vol aux instruments<sup>2</sup> au Canada, de 1995 à 2004, a permis de relever 74 accidents qui, après un examen superficiel, remplissaient vraisemblablement les critères d'un « vol VFR qui s'est déroulé dans des conditions défavorables ». Ces 74 accidents représentaient environ 2,3 % de tous les 3252 accidents. Par ailleurs, 41 personnes avaient perdu la vie dans ces accidents, représentant environ 6 % de tous les 679 décès; de plus, 31 des 74 accidents, soit moins de 42 %, visaient des avions privés/de loisirs, tandis que 42 de 74 accidents touchaient des exploitations commerciales et 1 des 74 accidents visait l'aviation d'affaires. [Il est important de souligner que les statistiques d'une étude antérieure du BST indiquaient que 6 % de tous les accidents aériens étaient des vols VFR qui s'étaient déroulés dans des conditions IMC, et que ceux-ci avaient donné lieu à 26 % de tous les décès.]

Transports Canada et l'industrie de l'hélicoptère n'ont pas mis en œuvre les mesures spécifiquement recommandées par le BST. Pourtant, un nombre des mesures et des initiatives prises par Transports Canada et le milieu de l'aviation pour éviter les accidents liés aux vols VFR ayant lieu dans des conditions IMC s'appliqueraient de façon générale au pilotage d'hélicoptère. Toutefois, des données récentes, de 1995 à 2004, indiquent que les accidents attribuables à des hélicoptères volant dans de mauvaises conditions météorologiques continuent de se produire, soit 14 des 74 accidents impliquaient des hélicoptères. Il n'a pas été possible de déterminer si les conditions dangereuses sous-jacentes des récents accidents en question auraient été corrigées par les mesures préconisées dans la recommandation A90-83. Par conséquent, l'évaluation demeure **insatisfaisante**.

Néanmoins, comme les données utilisées pour étayer la recommandation A90-83 ont maintenant plus de 20 ans, le BST tentera, dans le cadre d'enquêtes

<sup>2</sup> Un aéronef piloté selon les règles de vol à vue (VFR) qui a amorcé ou continué un vol dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC).

actuelles et futures, de mieux définir la nature des conditions dangereuses menant à des accidents d'hélicoptère effectuant un vol VFR dans des conditions IMC et de présenter, le cas échéant, de « nouvelles » recommandations. Ainsi, rien ne justifie la prise d'autres mesures à l'égard de la recommandation A90-83 et le dossier est classé en veilleuse.

En conséquence, on a estimé que la réponse était **insatisfaisante** et le dossier a été classé **en veilleuse**.

#### **Octobre 2010 : examen par le Bureau concernant l'état du dossier**

Le Bureau a demandé à ce que toutes les recommandations en matière de sécurité aérienne en veilleuse ayant une évaluation autre qu'**entièrement satisfaisante** soient examinées pour déterminer si l'état du dossier de lacune était approprié. Après une évaluation initiale, il a été décidé qu'il fallait mettre à jour l'analyse des lacunes pour plusieurs de ces recommandations afin de confirmer si les risques qui y étaient associés étaient toujours considérables.

#### **Octobre 2011 : mise à jour de l'analyse des lacunes**

Le Groupe de travail sur le vol VFR de Transports Canada (mis sur pied spécifiquement pour examiner plusieurs recommandations formulées dans le Rapport au terme d'une étude de sécurité sur le vol VFR dans des conditions météorologiques défavorables) a conclu que l'installation d'altimètres radar dans tous les hélicoptères commerciaux entraînerait des coûts élevés. En outre, le coût élevé de l'installation et de l'entretien éclipse largement le peu d'avantages pratiques pour le pilote, qui doit maintenir des références visuelles.

Depuis la réévaluation de 2005, les données du BST démontrent que les vols VFR qui se déroulent dans des conditions météorologiques défavorables demeurent une menace importante pour la sécurité aérienne. Même si les accidents liés au vol VFR dans des conditions IMC ne représentent, de façon relative, qu'une petite partie, soit moins de 10 % de tous les accidents signalés, environ 55 % des accidents découlant de vol VFR dans des conditions IMC ont entraîné des décès, comparativement à 10 % pour tous les autres types d'accidents.

Plus particulièrement, la base de données sur l'aviation du BST a révélé qu'un rapport d'enquête avait été publié pour les 63 accidents d'hélicoptère, de 2005 à aujourd'hui. De ces 63 rapports, 4 d'entre eux, soit 6,3 %, portaient sur un vol VFR qui s'était déroulé dans des conditions météorologiques défavorables. Tous ces accidents, sauf un seul, ont causé des décès, entraînant la mort de 4 personnes.

Depuis la dernière évaluation de la réponse de Transports Canada à la recommandation A90-83, le BST a effectué plusieurs enquêtes sur les vols d'hélicoptère dans des conditions de voile blanc. Toutefois, aucune des constatations publiées ne citait l'absence d'altimètre radar comme étant un risque dans les accidents en question.

De façon intuitive, un altimètre radar semblerait améliorer grandement la connaissance du pilote relativement à sa hauteur au-dessus du sol en vol stationnaire à l'atterrissage dans des

zones non aménagées (piste rudimentaire) et à l'atterrissage dans des zones exiguës, où une approche plus verticale peut s'avérer nécessaire. En outre, les altimètres radar favorisent une meilleure connaissance de la situation lors d'un vol involontaire dans des conditions IMC, pendant un vol de nuit et dans des conditions de journée blanche, de voile blanc ou de voile brun. Dans tous ces cas, les pilotes perdent leurs références par rapport à l'horizon et au sol. On est en droit de penser qu'un altimètre radar en bon état et bien utilisé pourrait présenter un avantage certain lorsqu'un hélicoptère s'engage involontairement dans des conditions IMC. Malheureusement, il n'y a aucune statistique tenant compte de ces hélicoptères qui sont sortis de conditions IMC à l'aide d'un altimètre radar.

Depuis la publication de la recommandation A90-83 du BST, des risques semblables ont été relevés par le National Transportation Safety Board (NTSB), qui a publié la recommandation en matière de sécurité aérienne suivante à l'intention de la Federal Aviation Administration (FAA) : [traduction]

Recommande que la FAA prescrive l'installation d'altimètres radar dans tous les hélicoptères effectuant des vols commerciaux destiné à transporter des passagers dans des zones où des conditions de journée blanche ou de voile blanc se produisent souvent.

(A-02-35)

Le 12 octobre 2010, la FAA, appuyée par des membres de l'industrie de l'hélicoptère, a reconnu les avantages inhérents qui découlaient de l'utilisation d'un altimètre radar à bord d'hélicoptères commerciaux, et elle a publié un avis de projet de réglementation intitulé Air Ambulance and Commercial Helicopter Operations, qui, s'il est adopté, obligera les hélicoptères commerciaux à être équipés d'un altimètre radar. Si une telle exigence est adoptée, il reste à voir si Transports Canada harmonisera, oui ou non, sa réglementation à celle de la FAA, à cet égard.

Présentement, les risques associés au vol VFR dans des conditions météorologiques défavorables demeurent importants, et Transports Canada n'a pas indiqué s'il prévoyait prendre des mesures en vue de réduire les risques associés aux hélicoptères commerciaux qui sont toujours exploités sans les avantages d'un altimètre radar. En conséquence, l'évaluation demeure **insatisfaisante**.

Compte tenu de l'évolution du dossier aux États-Unis, le Bureau croit que la présente recommandation devrait être prise en considération par Transports Canada. En conséquence, le Bureau modifie l'état du dossier en le rendant **actif**.

#### Octobre 2011 : suivi exercé par le BST

En conséquence, le personnel du BST exercera un suivi auprès de Transports Canada pour déterminer si d'autres mesures doivent être prises en vue de réduire les risques.

## Décembre 2011 : réponse de Transports Canada

Après réception du dernier document de réévaluation A90-83, TC a envoyé une lettre au directeur, Direction des enquêtes aéronautiques contenant les éléments suivants [traduction] :

La présente est en réponse à votre lettre du 2 novembre 2011 adressée au directeur général, Aviation civile.

L'Aviation civile de Transports Canada (TCAC) souhaite organiser une réunion avec le BST pour bien comprendre le sens des recommandations. À la suite de cette réunion, un groupe de discussion sera créé pour examiner les recommandations et réaliser une évaluation des risques. TCAC s'attend à ce que l'examen et l'évaluation des risques liés à ces recommandations soient achevés avant la réévaluation annuelle du BST en 2012.

Le personnel du BST a été en mesure d'assurer la liaison avec TC et d'éclaircir la position du Bureau à l'égard de la lacune décrite dans la recommandation A90-83. Par la suite, le 12 janvier 2012, TC a retiré sa demande de réunion et a déclaré qu'une réponse officielle serait à venir.

## Mai 2012 : réponse de Transports Canada

La réponse officielle de TC constitue une réponse globale faisant le point sur sa position concernant les 2 recommandations A90-81 et A90-83. La lettre comprenait les éléments suivants :

### Recommandation du Bureau de la sécurité des transports du Canada A90-81

Le ministère des Transports exige que les pilotes professionnels d'hélicoptère subissent, au cours de leur contrôle annuel de la compétence du pilote, un contrôle de leur aptitude à exécuter les manœuvres de base du vol aux instruments.

### Recommandation du Bureau de la sécurité des transports du Canada A90-83

Le ministère des Transports exige que tous les hélicoptères qui transportent des passagers lors de vols commerciaux soient munis d'altimètres radar.

### Contexte

Transports Canada croit que ces recommandations avaient pour but de remédier au problème continu des hélicoptères pilotés selon les règles de vol à vue (VFR) qui s'engagent involontairement dans des conditions météorologiques de vol aux instruments et qui subissent une perte de maîtrise causant un accident. Le raisonnement étant qu'une vérification du niveau de compétence à l'égard des manœuvres de base du vol aux instruments dans le cadre de la vérification annuelle de la compétence du pilote (PPC) et l'ajout d'un altimètre radar pourraient aider les pilotes à garder la maîtrise de leur appareil durant une telle situation de vol et à se sortir des conditions de vol aux instruments. Ces types d'accidents représentent actuellement environ 10 % des accidents qui surviennent annuellement impliquant des hélicoptères

enregistrés au Canada. De ces 10 %, approximativement 50 % sont cause de décès; la préoccupation est donc légitime.

L'analyse initiale du début des années 1990 avait rejeté les 2 recommandations en indiquant que l'adoption de ces mesures comme modifications réglementaires ne résoudrait pas le problème de façon efficace et que leur mise en œuvre serait coûteuse pour les exploitants.

### Analyse

L'expression « vol involontaire dans des conditions météorologiques de vol aux instruments » donne à penser que les conditions surprennent le pilote, qui ne s'attendait pas à cette détérioration des conditions. La réalité est tout autre. Les pilotes d'hélicoptère ne sont pas tout à coup surpris de constater que le temps s'est détérioré. Le scénario habituel est le suivant : le pilote commence le vol en sachant que les conditions météorologiques le long de la route sont limitées et comprennent des zones de plafond bas ou de faible visibilité. En cette période actuelle dominée par la technologie informatique, il y a peu d'endroits où les prévisions météorologiques de base ne sont pas disponibles avant un vol. Même en l'absence d'une prévision, le plus rapide des hélicoptères permettra au pilote de constater que les conditions météorologiques à venir sont mauvaises, bien avant que l'aéronef s'approche de la zone d'obscurcissement ou du front.

Le problème réside dans la capacité inhérente unique de l'hélicoptère à voler à basse vitesse et dans le processus décisionnel du pilote. Le pilote est en mesure de ralentir l'appareil à un rythme de marche, ou même plus lent, de descendre à une altitude très basse, puis de se faufiler vers un endroit où les conditions sont meilleures. De cette manière, le pilote peut voler en utilisant des techniques visuelles dans des conditions qui seraient inacceptables (altitude trop basse dans un espace aérien non contrôlé) pour un vol aux instruments. Le danger qui existe est que le pilote peut alors soudainement perdre toute référence extérieure en raison d'une nouvelle détérioration des conditions et qu'il se retrouve piégé dans des conditions de vol aux instruments.

Lorsque cela se produit, plusieurs problèmes convergent et interagissent simultanément, et l'aéronef se trouve en danger imminent de subir un accident grave. L'hélicoptère est déjà à proximité du sol et piloté à une vitesse très basse, entouré d'obstacles inconnus. Une grande accélération est une réponse typique pour éviter de heurter le sol. L'hélicoptère peut effectivement cesser tout mouvement vers l'avant, et peut se déplacer latéralement, vers l'arrière ou vers le haut, plus haut dans les nuages. Les hélicoptères sont dynamiquement et statiquement instables et réagissent très rapidement aux commandes, en particulier dans l'axe de roulis. Tout virage peut rapidement devenir excessif, et l'hélicoptère aura tendance à piquer du nez pendant le virage. Le pilote sentira la panique le gagner, avec très peu de temps pour réagir et, en général, sans expérience récente du vol aux instruments.

La méthode proposée consiste à faire un virage à 180°, en évitant une inclinaison latérale trop rapide, sans monter ou descendre, tout en maintenant la vitesse anémométrique. C'est beaucoup demander à un hélicoptère instable, avec un pilote en état de panique sans

expérience récente du vol aux instruments. Malheureusement, si l'hélicoptère vole dans de mauvaises conditions depuis un certain temps, il n'y a aucune garantie que de meilleures conditions météorologiques se trouvent derrière l'hélicoptère, et toute période prolongée passée dans les nuages accentue la probabilité d'une perte de maîtrise à la suite du virage d'urgence à 180°.

Puisque l'hélicoptère était piloté par référence visuelle au moment où les références ont été perdues, il est très difficile de faire la transition vers le vol aux instruments. Une analyse rapide doit être effectuée pour vérifier que la vitesse anémométrique, l'altitude, le taux de virage et la puissance sont correctement maintenues tout en sachant que vous êtes très près du sol et que vous pourriez percuter un arbre ou une falaise au moment de passer au vol aux instruments.

Enfin, la réglementation canadienne actuelle n'exige pas que les aéronefs en vol VFR de jour soient équipés des instruments de base nécessaires pour accomplir ces manœuvres. Les indicateurs d'assiette, de vitesse verticale, de virage et d'inclinaison latérale ainsi que l'équipement gyroscopique directionnel ne sont pas obligatoires selon la réglementation en vigueur pour les appareils en vol VFR de jour. Afin d'intégrer les recommandations telles qu'elles sont rédigées, il serait nécessaire que tous les hélicoptères commerciaux soient munis de ces dispositifs, ainsi que d'une stabilisation automatique, afin de raisonnablement atteindre l'objectif de sécurité permettant une sortie d'urgence des conditions de vol aux instruments. Cela aurait pour effet d'augmenter considérablement les dépenses des exploitants, car ce matériel devrait être acheté, installé et entretenu, ce qui conduirait alors à une réduction de la charge utile de l'aéronef, sans compter le coût supplémentaire de la formation et de la vérification de tous les pilotes.

#### **Initiatives de la FAA**

Le BST a soulevé le fait que la Federal Aviation Administration (FAA) envisageait l'intégration de ces exigences aux lois américaines pour les missions d'évacuation sanitaire et les activités commerciales, et que l'harmonisation pourrait être une considération légitime pour TC. Il convient de signaler que les États-Unis ont 2 domaines d'activité où leurs taux d'accidents en hélicoptère sont bien au-dessus des normes mondiales et canadiennes : les activités d'évacuation sanitaire d'urgence et les excursions touristiques en hélicoptère, plus particulièrement à Hawaï.

#### **Missions d'évacuation sanitaire aux États-Unis**

Le secteur de l'évacuation sanitaire aux États-Unis diffère sensiblement du modèle canadien : aux États-Unis, la plupart des hélicoptères servant à l'évacuation sanitaire relèvent des hôpitaux et deviennent une source de revenus et un centre de coûts pour l'établissement hospitalier qu'ils desservent. Ils se rendent sur les lieux de l'accident et il ne s'agit pas uniquement d'hélicoptères monomoteurs pilotés par un seul pilote, même la nuit. Cette politique a donné lieu à de nombreux accidents mortels au cours des 20 dernières années. En outre, plusieurs accidents de nuit aux États-Unis survenus dans le cadre d'une évacuation sanitaire ont eu lieu avec des hélicoptères bimoteurs pilotés par un seul pilote qui a pris lui-même la décision de s'envoler.



Au Canada, presque toutes les missions nécessitent 2 pilotes à bord d'un hélicoptère bimoteur, et les activités doivent être menées en conformité avec les procédures de vol aux instruments. En outre, les missions canadiennes sont autorisées et gérées par des organismes médicaux centraux et la rentabilité de l'hôpital n'est pas prise en compte dans l'équation. La FAA a rencontré le National Transportation Safety Board (NTSB) dans le cadre de réunions tenues à Washington en 2009 pour discuter de ce qui devait être changé. Les missions canadiennes d'évacuation sanitaire ont été discutées, mais plutôt que d'adopter le modèle efficace et sécuritaire du Canada, les États-Unis ont choisi d'améliorer la technologie à bord de leurs hélicoptères plutôt que de restreindre les types d'hélicoptères qui peuvent être exploités dans ces conditions.

Il convient de signaler que le Canada a seulement connu un accident lié à une évacuation sanitaire qui a causé des blessures depuis la création de ce service dans le milieu des années 1970. L'harmonisation pour cet aspect des activités canadiennes n'aurait aucune utilité.

### Activités touristiques aux États-Unis

Il y a eu de nombreux accidents d'hélicoptère dans le cadre d'excursions touristiques ces dernières années, particulièrement à Hawaï. Le problème provient de la formation continue de nuages à basse altitude au-dessus des zones montagneuses volcaniques. Les hélicoptères transportant des touristes tentent de passer par ces zones et perdent périodiquement leur référence visuelle, percutant des falaises avec des résultats catastrophiques. Il y a une forte incitation à effectuer les vols, puisqu'ils sont la principale source de revenus de ces entreprises. Toutefois, encore une fois, le non-respect des limites existantes imposées par la FAA relativement aux conditions météorologiques et la poursuite des activités en dépit de phénomènes obscurcissants sont la principale cause de ces accidents.

### Enjeux particuliers

#### 1. Règlement

##### SECTION II — EXIGENCES RELATIVES À L'ÉQUIPEMENT DE L'AÉRONEF

##### Aéronefs entraînés par moteur — Vol VFR de jour

605.14 Il est interdit d'effectuer le décollage d'un aéronef entraîné par moteur en vol VFR de jour, à moins que l'aéronef ne soit muni de l'équipement suivant :

- (a) dans le cas d'un aéronef utilisé dans l'espace aérien non contrôlé, un altimètre;
- (b) dans le cas d'un aéronef utilisé dans l'espace aérien contrôlé, un altimètre de précision réglable selon la pression barométrique;
- (c) un indicateur de vitesse;
- (d) un compas magnétique ou un indicateur de direction magnétique indépendant du système d'alimentation électrique;

Nota : Ce sont les seules exigences d'équipement de vol aux instruments pour un hélicoptère en vol VFR de jour. Un exploitant commercial peut avoir des hélicoptères munis d'équipement supplémentaire, mais il n'est pas nécessaire d'avoir de tels instruments à bord. Pénétrer dans des conditions météorologiques de vol aux instruments de façon involontaire avec l'équipement de base exigé par la réglementation canadienne actuelle ne permettrait pas au pilote de maîtriser l'appareil en ne se référant qu'aux instruments, peu importe la formation qu'il a suivie.

## **2. Certification des aéronefs**

La plupart des hélicoptères ne répondent pas aux critères de stabilité nécessaires pour permettre un vol aux instruments sans l'ajout d'un pilote automatique. À moins que l'équipement ne soit ajouté, ils ne sont approuvés que pour le vol VFR et, dans certains cas, pour le vol VFR de nuit. Afin de répondre aux exigences de stabilité nécessaires pour permettre un vol aux instruments, la stabilisation automatique est normalement un ajout obligatoire.

Les exploitants n'ajoutent pas ces dispositifs parce que l'aéronef peut être utilisé pour un vol VFR sans aucune limitation, et l'ajout de tout équipement à la cellule de base entraîne un poids supplémentaire qui réduit la portée de l'aéronef et la charge utile qu'il peut transporter.

Si un pilote s'engage involontairement dans des conditions météorologiques de vol aux instruments sans dispositif de stabilisation, il doit piloter l'aéronef dans des conditions qui ne répondent pas aux critères de certification obligatoires en situation d'urgence. Il est évident que les chances de réussite dans ce scénario sont minces.

## **3. Capacité des aéronefs**

Les hélicoptères sont tous soumis à des limites de distance franchissable comparativement aux engins similaires à voilure fixe. Après avoir pénétré dans des conditions de vol aux instruments, la plupart des pilotes d'hélicoptère n'ont pas la possibilité de prendre de l'altitude et de se diriger vers un aéroport équipé d'instruments. La plupart des hélicoptères ne disposent pas d'équipements de dégivrage autre que le système rudimentaire de dégivrage des moteurs, et les pilotes n'ont pas à leur disposition de feuilles de percée, de cartes ou le rayon d'action pour mener à bien l'atterrissage.

De plus, les instruments à bord de l'hélicoptère qui indiquent notamment la vitesse anémométrique sont fondés sur des instruments conçus pour les appareils à voilure fixe. Les hélicoptères volant aux faibles vitesses typiques du moment où survient une perte de références visuelles afficheront des relevés inexacts de la prise statique du tube de Pitot en raison de la déflexion de l'air vers le bas sous la barre des 20 à 30 nœuds, et peuvent même afficher une vitesse anémométrique nulle à un moment critique en situation d'urgence.

## **4. Limites des pilotes**

La plupart des entreprises au Canada sont régies par des certificats d'exploitation en VFR, et la quasi-totalité des vols est effectuée pendant la journée. Contrairement à la situation qui prévaut

pour les aéronefs à voilure fixe, de nombreux pilotes d'hélicoptère n'obtiennent jamais les compétences de vol aux instruments tout au long de leur carrière, parce que les vols IFR ne sont pas courants au Canada.

Par conséquent, de nombreux pilotes de vol VFR n'apprennent pas à utiliser les instruments de vol de l'appareil à un point tel qu'ils pourraient voler uniquement au moyen de ces instruments. Lorsqu'ils sont aux prises avec une situation d'urgence qui nécessite l'utilisation d'instruments, il est facile de comprendre pourquoi ces pilotes hésitent à recourir à un système inconnu, alors que leur carrière est fondée sur un système de contrôle visuel. Les hélicoptères volent généralement à très basse altitude au moment de la perte de références, de sorte que le temps de transition aux instruments avant qu'un accident se produise est extrêmement court. Même avec une formation annuelle et une procédure de vérification en place, une pratique de vol aux instruments limitée une fois par année et une seule vérification ne sont probablement pas suffisantes pour assurer les compétences nécessaires en cas d'urgence extrême.

## **5. Limites de l'entreprise**

Il existe actuellement 2 systèmes de vérification en vol en place au Canada pour les exploitants régis par la partie 703 du RAC — le contrôle de la compétence du pilote mené par un pilote vérificateur agréé (PVA) et la vérification de la compétence du pilote (PCC), qui peut être réalisée par le pilote en chef de l'exploitant ou son délégué.

Dans les 2 cas, un exploitant peut ne pas disposer du personnel capable de dispenser une formation de vol aux instruments ou ne pas avoir à sa disposition un PVA ayant les qualifications appropriées en matière de vol aux instruments. Comme mentionné précédemment, le même exploitant peut ne pas avoir un hélicoptère muni de l'équipement de vol aux instruments approprié pour réaliser la formation ou le vol de vérification, tout en étant en totale conformité avec le Règlement de l'aviation canadien.

## **Conclusion**

La pénétration involontaire dans des conditions de vol aux instruments repose sur 3 scénarios et causes primaires : des nuages à basse altitude, du brouillard durant le vol et des conditions de voile blanc ou brun lors de l'atterrissage ou du décollage. Les conditions de voile blanc peuvent également se produire durant le vol de croisière si un pilote survole une grande étendue gelée comme un lac où l'horizon est difficile à distinguer. Encore une fois, le pilote doit bénéficier de repères visuels appropriés et doit ressentir de l'inconfort pour qu'il ait une connaissance préalable du danger. Lorsque l'horizon s'obscurcit ou que les repères visuels sont indistincts ou peu nombreux, le pilote aura du mal à maintenir le niveau de vol et l'assiette en tangage peut osciller. Ces signes doivent servir d'avertissement préalable et des mesures appropriées doivent être prises.

Il existe des stratégies pour éviter les conditions de voile blanc ou brun qui reposent sur la vigilance et les techniques du pilote lorsque surviennent ces phénomènes, notamment l'évitement d'une pénétration involontaire dans des conditions de vol aux instruments en faisant demi-tour tôt ou en retardant le vol jusqu'à ce que les conditions respectent les

exigences réglementaires en matière de vol à vue dans des zones non contrôlées. L'application de ces techniques prévient les accidents et sauve des vies. Selon l'information portant sur la prise de décisions, nous savons que la reconnaissance du danger et la connaissance des mesures à prendre sont essentielles pour choisir la bonne option.

Il est impératif d'exploiter son entreprise conformément à la réglementation existante en matière de vol VFR et de respecter les critères de certification de l'hélicoptère en vue de prévenir ces accidents. L'éducation et la prévention sont les éléments clés pour réduire ces accidents. Les exploitants qui insistent pour que leurs pilotes ne volent pas en cas d'intempéries et qui soutiennent ces décisions sont moins susceptibles d'avoir un accident.

#### **Réponse de Transports Canada aux recommandations A90-81 et A90-93 du Bureau de la sécurité des transports**

L'analyse actuelle de Transports Canada n'a pas changé par rapport à sa position initiale; la stratégie actuelle du pilote pour éviter le phénomène est le moyen évident et le plus efficace de prévenir ces accidents. La seule approche raisonnable consiste à s'assurer que les exploitants et les pilotes respectent les limites actuelles du Règlement de l'aviation canadien ainsi que la certification de leurs hélicoptères.

#### **Septembre 2012 : évaluation par le BST de la réponse (attention non satisfaisante)**

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) ne conteste pas les affirmations de Transports Canada (TC) selon lesquelles les événements de vol VFR dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC) « par inadvertance » constituent une faible proportion du nombre total des « vols VFR en IMC ». Toutefois, le BST estime qu'étant donné le taux d'accidents mortels liés à ces événements, les efforts de la part de TC pour réduire les causes de tels événements sont inadéquats. En conséquence, la recommandation A90-83 vise principalement à fournir aux pilotes d'hélicoptère des altimètres radars qui agiraient en tant que dispositif d'avertissement automatisé conçu pour aider les pilotes à se sortir d'une situation de vol VFR en IMC.

Cette réponse reprend les exigences du Règlement de l'aviation canadien (RAC) visant à doter les hélicoptères VFR de jour d'un altimètre pour leur exploitation dans l'espace aérien non contrôlé, et d'un altimètre de précision ajustable en fonction de la pression barométrique, pour leur exploitation dans l'espace aérien contrôlé. Outre certains commentaires d'ordre général concernant les dépenses additionnelles nécessaires pour doter les hélicoptères au-delà des exigences courantes, la réponse ne mentionne pas les avantages d'utiliser un altimètre radar plutôt qu'un altimètre barométrique pour composer avec une descente par inadvertance en situation de vol VFR en IMC.

La comparaison qu'établit TC entre les États-Unis et le Canada concernant les hélicoptères commerciaux dans des situations de vol VFR en IMC, porte principalement sur les limites des ambulances aériennes aux États-Unis et un phénomène du tourisme régional. L'avis de projet de réglementation (NPRM) de la FAA, dont il est question dans l'évaluation du BST, s'intitule *Air Ambulance and Commercial Helicopter Operations*, et la recommandation du National

Transportation Safety Board (NTSB) citée en référence et réclamant l'utilisation d'altimètres radars concernait des accidents d'hélicoptères commerciaux survenus par temps laiteux.

À l'heure actuelle, les risques associés aux vols VFR dans des conditions météorologiques adverses demeurent importants. TC admet que ce problème est bien réel, comme en fait foi le taux de perte de vie, et pourtant il ne prévoit prendre aucune mesure pour réduire les risques associés aux vols d'hélicoptère commerciaux sans l'avantage d'un altimètre radar, comme nous le décrivons dans la Recommandation A90-83. En conséquence, la réévaluation du Bureau demeure **insatisfaisante**.

Le Bureau estime que puisque le risque résiduel lié à la lacune énoncée dans la recommandation A90-83 demeure important et que TC ne prévoit prendre aucune autre mesure, les réévaluations ne donneront vraisemblablement aucun nouveau résultat.

Le présent dossier est classé comme étant **en veilleuse**.

## Réponse et évaluation les plus récentes

### Août 2017 : réponse de Transports Canada

En 1990, le BST a publié le rapport sur une étude concernant des accidents mettant en cause des vols selon les règles de vol à vue (VFR) qui sont entrés dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC). Le rapport comprenait trois recommandations visant à réduire l'incidence des impacts sans perte de contrôle (CFIT) d'hélicoptères utilisés à des fins commerciales<sup>3</sup>.

Cette recommandation est liée à deux autres recommandations du BST. Toutes visent à réduire l'incidence des accidents de type CFIT.

A90-81 Le ministère des Transports exige que les pilotes professionnels d'hélicoptère subissent, au cours de leur vérification annuelle de compétence pilote, un contrôle de leur aptitude à exécuter les manœuvres de base du vol aux instruments.

A90-83 Le ministère des Transports exige que tous les hélicoptères qui transportent des passagers lors de vols commerciaux soient munis d'altimètres radar.

Les recommandations s'appliquent aux hélicoptères légers certifiés pour les vols VFR seulement. TC a renvoyé les recommandations au groupe de travail sur les VFR du Conseil consultatif sur la réglementation aérienne canadienne (CCRAC). Le groupe de travail a recommandé à TC de ne pas adopter les recommandations, concluant que leur adoption

<sup>3</sup> Les réponses présentées sont celles des intervenants du BST dans le cadre de communications écrites et sont reproduites intégralement. Le BST corrige sans indiquer les erreurs typographiques et les problèmes d'accessibilité dans le contenu qu'il reproduit, mais utilise des crochets [ ] pour indiquer d'autres changements ou montrer qu'une partie de la réponse a été omise parce qu'elle n'était pas pertinente.

imposerait des coûts extrêmement élevés, tout en ne générant aucun rendement au chapitre de la réduction des risques. Le groupe de travail croyait que l'on pouvait faire beaucoup plus en dispensant une éducation et une formation continues sur la prise de décisions du pilote, le vol en régions montagneuses et le voile blanc.

Il existe deux écoles de pensée sur les moyens de réduire les risques de collision d'hélicoptère avec le relief à la suite d'une perte des repères visuels. Certains pensent que l'apprentissage et des exercices occasionnels des techniques de base du vol aux instruments permettront au pilote de maintenir la maîtrise de l'hélicoptère suffisamment longtemps pour revenir à des conditions météorologiques de vol à vue (VMC). D'autres pensent que la meilleure option est d'éviter les IMC, car les aéronefs sont trop instables pour être maîtrisés avec fiabilité par un pilote qui ne possède que des compétences de base en matière de vol aux instruments (IFR) et dont les connaissances ne sont pas à jour.

Bien que TC appuie la réduction des accidents de type CFIT, l'évaluation interne et les consultations avec l'industrie ont permis de conclure qu'exiger des pilotes d'hélicoptère qu'ils acquièrent des compétences minimales en matière de vol aux instruments ne constitue pas une option sûre ou efficace. Les positions des deux organismes (TC et le BST) n'ont pas changé dans les 27 dernières années. Les arguments des deux parties sont bien résumés dans le rapport A96W0072 du BST (p. 4).

### **Le risque**

Bien qu'ils soient relativement rares, les accidents d'hélicoptères de type CFIT sont particulièrement sérieux, car le taux de mortalité est assez élevé. Ils se produisent typiquement la nuit ou dans des conditions de visibilité réduite. La plupart des hélicoptères au Canada sont certifiés pour les vols VFR seulement. Ces règles exigent que l'aéronef soit piloté et contrôlé en utilisant des repères visuels situés à l'extérieur du poste de pilotage.

Les aéronefs dotés de l'équipement approprié peuvent également être pilotés et contrôlés en consultant les instruments et les écrans situés à l'intérieur du poste de pilotage. C'est ce qu'on appelle le vol aux instruments, et il est régi par les IFR.

Pour s'orienter dans l'espace, on emploie plusieurs systèmes sensoriels. Les systèmes kinesthésiques nous indiquent où se trouvent nos membres par rapport au corps et entre eux. Les organes vestibulaires de l'oreille perçoivent l'accélération en trois dimensions et nous permettent de distinguer le haut du bas. La vision donne de très forts indices pour l'orientation spatiale. Lorsque les indices visuels externes sont absents, en raison d'un manque de lumière ou d'une vision entravée, les humains sont sujets à des illusions. Il s'agit de perceptions qui ne correspondent pas à la réalité objective et qui, en vol, peuvent être mortelles.

Des chercheurs de l'Université de l'Illinois ont placé des pilotes sans qualification de vol aux instruments dans un dispositif d'entraînement au vol. Les expérimentateurs ont retiré tous les repères visuels externes, une situation semblable à une entrée soudaine par inadvertance dans

des IMC. Tous ont perdu la maîtrise de l'appareil. Le temps moyen écoulé entre la perte des repères visuels et la perte de maîtrise était de 178 secondes<sup>4</sup>.

Le vol IFR nécessite beaucoup de formation et de pratique. Les pilotes doivent apprendre à faire confiance aux instruments, indépendamment de ce qu'ils perçoivent à ce moment-là. Pour maîtriser un aéronef en se référant aux instruments, un pilote doit :

1. observer les écrans;
2. interpréter chaque écran;
3. intégrer l'information pour comprendre la situation actuelle (au minimum l'altitude, la vitesse, l'inclinaison latérale et le tangage);
4. se projeter dans l'avenir (que dois-je faire pour atteindre l'objectif?).

Voler en ne se référant qu'aux instruments représente une compétence complexe, sujette à une dégradation rapide si l'on ne s'y exerce pas régulièrement. Si les pilotes volent normalement selon les VFR, on ne peut pas supposer qu'ils peuvent passer au vol aux instruments dans une situation où ils ne disposent que de quelques secondes pour effectuer le rétablissement et où l'aéronef n'est déjà plus maîtrisé.

#### Hélicoptères et vol IFR

Plus de 80 % des hélicoptères utilisés à des fins commerciales au Canada sont autorisés à effectuer des opérations VFR de jour ou de nuit seulement, et sont équipés des instruments requis par la réglementation pour ce rôle. La plupart des hélicoptères immatriculés au Canada sont de type monomoteur, et le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) n'autorise pas les hélicoptères monomoteurs à voler dans des conditions IFR ou VFR de nuit avec des passagers. (Les articles 703.22 du RAC et 723.22 des NSAC y font référence.)

Les modèles d'hélicoptères à un seul rotor principal sont intrinsèquement instables, tant sur le plan statique que dynamique, et ces attributs aérodynamiques exigent qu'un hélicoptère destiné à être utilisé dans des conditions de vol aux instruments soit également équipé d'un pilote automatique / système d'augmentation de la stabilisation au minimum, afin de compléter les instruments nécessaires au vol dans des conditions de vol aux instruments. Sans système de stabilisation, un pilote confronté à une perte soudaine de ses repères visuels serait contraint de passer immédiatement aux instruments sans l'assistance du pilote automatique pour maintenir la maîtrise du tangage, du roulis et du lacet; une compétence difficile à laquelle on ne s'exerce pas régulièrement dans un aéronef destiné uniquement aux vols VMC et qui ne peut pas non plus être certifiée pour le vol aux instruments en l'absence d'un tel équipement.

Les systèmes d'augmentation de la stabilisation nécessitent des modifications de la cellule et des commandes de vol, des approbations, une installation, une maintenance, des changements de procédures de vol et une formation des pilotes. Des instruments additionnels dans le poste

---

<sup>4</sup> TC. Un instant! pour votre sécurité. (TP 2228). <https://tc.canada.ca/fr/aviation/publications/instant-votre-securite-tp-2228>

de pilotage pour la surveillance et le contrôle du système de stabilisation ainsi que pour la performance et la navigation de l'aéronef sont également nécessaires pour permettre au pilote de voler dans des conditions de vol aux instruments. Les systèmes de stabilisation et les instruments IFR supplémentaires dans le poste de pilotage ajoutent du poids, des coûts et des complications opérationnelles, réduisent la charge utile et ne sont pas exigés dans le cas de vols qui se déroulent entièrement dans des VMC. Pour ces raisons, les exploitants VFR n'installent actuellement pas ces systèmes intégrés.

Puisque l'instrumentation de performance s'appuie sur les circuits statiques du système Pitot des avions, l'hélicoptère doit voler vers l'avant à une vitesse minimale pour assurer sa maîtrise et garantir l'affichage de renseignements exacts. Cette vitesse minimale en vol aux instruments est appelée « Vmini » et correspond typiquement à une vitesse indiquée (IAS) de 60 à 70 nœuds ou plus. La plupart des accidents en IMC par inadvertance impliquant des hélicoptères se produisent à des vitesses faibles qui sont nettement inférieures à la Vmini. Par conséquent, un pilote qui a perdu ses repères visuels doit d'abord accélérer jusqu'à la Vmini en disposant de données limitées, voire contradictoires, fournies par le pilote automatique en raison des effets de la déflexion vers le bas du rotor sur le circuit Pitot et de l'introduction subséquente de données erronées dans le calculateur de données aérodynamiques.

Les scénarios les plus courants d'accidents dans des IMC par inadvertance impliquant un hélicoptère sont les suivants :

- au décollage ou à l'approche, lorsque la recirculation de l'air soufflé par le rotor principal provoque une perte de repères dans la neige poudreuse (parfois appelée « boule de neige »);
- le voile blanc, qui survient lors de vols au-dessus de zones où l'horizon n'est plus discernable;
- l'entrée dans un système météorologique où la visibilité et le plafond semblent se dégrader, mais où le pilote poursuit son vol à une altitude et à une vitesse de plus en plus basses.

Le voile blanc à l'approche ou au départ se produit très près du sol, à une vitesse bien inférieure à la Vmini, et il ne laisse généralement que peu ou pas de temps pour rétablir l'appareil. Ces accidents entraînent typiquement un basculement. Les instruments sont touchés par la déflexion vers le bas du rotor à des vitesses inférieures, et le pilote automatique ne peut pas réagir correctement aux données altérées qu'il reçoit en raison des turbulences du débit d'air. De plus, les instruments ne permettent pas de détecter les vols latéraux ou arrière.

Le voile blanc qui se produit en vol de croisière est subtil, et bien que l'aéronef puisse être à une vitesse supérieure à la Vmini, le pilote n'a généralement pas conscience qu'une descente progressive s'effectue vers le sol avant qu'il y ait contact; il est alors trop tard effectuer pour toute manœuvre de rétablissement.

La perte de repères visuels causée par la poursuite du vol dans une zone où la visibilité et le plafond diminuent manifestement est également subtile. Les pilotes s'habituent rapidement à



voler plus bas et plus lentement pendant le vol. Au fur et à mesure qu'ils avancent, ils ont fortement tendance à continuer et à prêter attention aux indices qui les incitent à continuer, tout en ignorant ou en négligeant les indications qu'un changement de plan est justifié. Ils peuvent alors entrer dans une zone où tous les repères visuels sont soudainement perdus, ce qui survient typiquement à une vitesse et à une altitude très basses. À ce moment-là, il est très difficile de passer au vol aux instruments, auquel ils ne se sont pas exercés récemment. Toutes ces situations d'urgence seront aggravées par le stress inévitable et, possiblement, par la panique.

S'il n'est pas en mesure de revenir rapidement dans des conditions VMC, le pilote devra passer au vol aux instruments, monter à une altitude sécuritaire et finir par effectuer une approche aux instruments à une installation connue située à une distance franchissable pour l'hélicoptère compte tenu de son autonomie en carburant. Dans de nombreuses régions du Canada, cette option n'existe pas, et il est peu probable que les cartes d'approche et de navigation nécessaires soient à bord. Certains pilotes préconisent un virage à 180° pour revenir dans des conditions VMC, mais rien ne garantit que les VMC existent toujours; de plus, le virage est une manœuvre très difficile. À basse vitesse, avec des instruments qui ne fonctionnent pas et en l'absence d'un système d'augmentation de la stabilité, un virage à 180° sans repères visuels entraînerait très probablement une perte de maîtrise.

### **Le dossier des accidents**

L'analyse précédente des hélicoptères monomoteurs et du vol IFR représente la position de longue date de TC sur la question. TC a toujours cru que le moyen le plus efficace de prévenir les accidents de collision avec le relief est d'éviter de voler dans des IMC. Pour vérifier cette position et appuyer une évaluation complète de la recommandation A90-84, les divisions de l'Analyse de la sécurité aérienne et des Normes d'opérations aériennes commerciales ont entrepris un examen exhaustif des accidents d'hélicoptères mettant en cause une collision avec la surface. Cet examen avait pour but de déterminer si l'installation d'instruments et l'exigence d'une vérification périodique des compétences de base en matière de vol aux instruments auraient permis d'éviter de tels accidents. Une recherche dans le Système d'information sur la sécurité aérienne (SISA) a recensé 465 accidents d'hélicoptère caractérisés comme des collisions avec le relief entre 1988 et 2016 inclusivement. Les analystes ont pu localiser et examiner 55 rapports d'enquête (catégorie 3, 2 ou équivalente).

### **Résultats**

Les accidents ont été regroupés en fonction de leurs caractéristiques principales. Le groupement suivant a été établi :

- panne moteur – 57;
- inconnu – 8;
- collision avec le relief liée à la visibilité – 68;
- collision avec le relief non liée à la visibilité – 332.

Les collisions avec le relief à la suite d'une panne moteur ont été jugées sans lien avec les repères visuels et ont été écartées de l'étude.

Pour cinq accidents, les renseignements étaient insuffisants pour déterminer les causes probables de l'accident. Ces accidents ont donc été écartés de l'étude.

Dans la plupart des événements, les renseignements étaient suffisants pour permettre de tirer des conclusions raisonnables sur l'accident et de déterminer si des instruments et de la formation IFR auraient pu changer le résultat. Tous les événements ont été analysés. Parmi eux, 332 se sont révélés sans lien avec la visibilité et 68 se sont produits par visibilité réduite ou dans des conditions de luminosité difficiles. Parmi les collisions avec le relief non liées à la visibilité, on compte les collisions du rotor dans des zones restreintes ou les descentes avec de la puissance dans des VMC.

Les « autres » événements sont uniques, mais ne sont pas liés à la visibilité. Par exemple, une collision avec le relief s'est produite parce qu'un manteau s'est coincé dans les pédales du rotor de queue. Dans un autre cas, il y a eu perte de maîtrise lorsqu'un passager a mis du poids sur un patin lors d'un atterrissage en équilibre sur le bout des patins. Les repères visuels étaient mauvais, mais la perte de maîtrise n'était pas attribuable à la visibilité.

Chacun des 68 cas de collision avec le relief liés à la visibilité a ensuite été évalué par un spécialiste en facteurs humains et un pilote d'hélicoptère expérimenté afin de déterminer si la présence d'instruments et des compétences de base auraient pu permettre d'éviter l'accident. Des rapports d'enquête finaux étaient disponibles pour 16 de ces accidents. Les autres ont été évalués en fonction du résumé narratif inclus dans le rapport détaillé du SISA.

Huit accidents sont survenus alors que la visibilité était inférieure au minimum réglementaire pour le vol VFR. Puisque l'objectif de cette analyse est de déterminer le nombre d'accidents qu'il serait possible d'éviter en exigeant davantage d'instruments et en imposant une démonstration annuelle des compétences en matière de vol aux instruments, les accidents découlant de violations volontaires de la réglementation relative à la visibilité minimale ont été écartés de l'analyse. Ces cas sont recensés dans le tableau 1.

Tableau 1. Violations volontaires de la réglementation relative à la visibilité minimale

Numéro d'événement	Sommaire
A94H0001	Violation volontaire. Vol dans des IMC par neige forte.
A94Q0182	Violation volontaire. Évacuation médicale. Vol de nuit. Présence de cumulonimbus. Perte de maîtrise
A99P0105	Visibilité d'environ 75 pieds sur les lieux. Aéronef piloté dans des IMC. Violation volontaire.
A00O0082	Départ à 3 h 11 (HAE). Nuit noire. Ciel couvert et visibilité inférieure à la visibilité minimale de vol VFR. Vitesse inférieure à la Vmini à l'impact.

A01Q0118	Le pilote a volé sur une courte distance et a percuté des arbres à 30 pieds au-dessus du sol. Les témoins ont rapporté la présence d'un brouillard épais à ce moment-là. Violation volontaire probable.
A04C0051	Vol-voyage de Regina à Swift Current. Poursuite du vol dans des IMC. CFIT 3,8 milles avant la destination. Violation volontaire
A07O0238	Poursuite du vol dans l'obscurité et dans des IMC. Violation
A15C0130	Vol dans des conditions météorologiques qui se détériorent et dans l'obscurité. Violation volontaire.

Vingt-deux accidents étaient attribuables à un voile blanc induit par le rotor lors de manœuvres au-dessus de la neige à basse altitude et à basse vitesse, la plupart se produisant pendant l'approche et l'atterrissage. À des vitesses aussi faibles, les instruments anémométriques ne fonctionneraient pas avec précision et ne fourniraient donc pas au pilote des renseignements utiles pour maîtriser l'aéronef. Même si des renseignements utiles étaient disponibles, il est peu probable que le pilote puisse passer des repères visuels aux instruments à temps pour être en mesure d'éviter l'accident. Pour illustrer la difficulté de ces conditions, l'aéronef à l'étude dans l'événement A13C0182 était entièrement équipé d'instruments, et l'équipage de conduite possédait une qualification valide de vol aux instruments.

Tableau 2. Perte de repères visuels en cas de voile blanc induit par un rotor (boule de neige)

Numéro d'événement	Sommaire
A93P0003	B 212. Hélicoptère. Visibilité réduite. Maintien du cap et réduction de la vitesse. Atterrissage et basculement
A94P0029	Décollage vertical en vol stationnaire. Vol au-dessus d'un ravin et descente de l'aéronef. Ensuite, visibilité réduite à 0. Collision avec des arbres.
A91W0046	Atterrissage sur un lac gelé. Basculement de l'aéronef.
A96Q0203	Atterrissage dans une zone restreinte. La déflexion de l'air vers le bas a soulevé de la neige, ce qui a réduit la visibilité. Impact du rotor de queue
A97P0207	Atterrissage sur la neige. Perte de visibilité et collision avec des arbres.
A98P0054	Atterrissage. À 10 pieds, perte des repères visuels dans un voile blanc induit par le rotor.
A99P0030	Hélicoptère. Perte des repères visuels dans un voile blanc induit par le rotor.
A01W0102	Élingage. Ramassage d'un chargement sur un lac gelé. Perte de tous les repères visuels. Perte de maîtrise
A03C0109	Vol-voyage. Bourrasque de neige. Le choix a été fait d'atterrir dans une zone de gravier dégagée. À l'approche, voile blanc induit par le rotor. Basculement dynamique.
A03Q0189	Atterrissage. Voile blanc. Déviation de l'aéronef. Impact du rotor principal.
A04P0395	Perte des repères visuels dans la neige et dans la poudrière. Tentative d'atterrissage. Atterrissage dur. Dommages considérables.

A05Q0008	Atterrissage. Conditions de voile blanc. Descente verticale effectuée. Enfoncement d'un patin. Basculement de l'aéronef. Impact du rotor principal.
A05P0044	Héliski. À l'approche pour récupérer des skieurs, le pilote a perdu les repères visuels, mais voyait toujours les skieurs, s'est dirigé vers eux. Impact du rotor de queue.
A09P0060	Déclenchement préventif des avalanches. Les rafales de vent et la déflexion de l'air vers le bas ont créé un voile blanc et ont projeté l'aéronef dans la pente.
A10P0004	Héliski. À l'approche, voile blanc.
A10P0073	Héliski. Voile blanc à l'atterrissage.
A13C0182	Voile blanc pendant l'atterrissage sur la neige. Équipage et aéronef IFR.
A14W0105	Perte de contact visuel en courte finale. L'aéronef était en vol stationnaire et a dérivé, et le rotor principal a heurté un arbre.
A15P0049	Décollage vers le bas de la pente et en vent arrière. L'aéronef a commencé à se stabiliser, puis a rencontré un voile blanc (boule de neige). Le rotor principal a heurté un arbre.
A16P0223	Héliski. Atterrissage sur une aire non aménagée. Voile blanc induit par le rotor. Enfoncement d'un patin. Basculement de l'aéronef.
A11C0038	Exploitation à 150 pieds en suivant une ligne de levé. Rencontre d'un voile blanc et perte des repères visuels sur le lac gelé.
A16Q0166	Vol lent (5 mi/h) et bas (1 pied). Neige soulevée. Perte des repères visuels. Impact du rotor principal sur un arbre.

Certaines conditions de luminosité, même si elles ne nuisent pas à la vue, comme le brouillard ou la poudrerie, rendent très difficile le vol à l'aide de repères visuels. La brume ou un relief uniformément coloré sur un fond atmosphérique blanc peuvent rendre très difficile le maintien d'une hauteur constante. Une surface d'eau lisse, appelée eau miroitante, peut rendre impossible la perception de la hauteur au-dessus de l'eau. Ces conditions difficiles peuvent être insidieuses. La visibilité peut être excellente, de sorte que les pilotes n'ont aucun indice pour les prévenir que les conditions sont propices à une collision avec le relief ou à une perte de maîtrise. La nuit, les pilotes sont sujets à l'« illusion de trou noir », qui leur fait croire que leur aéronef est plus haut qu'il ne l'est réellement.

Les 25 accidents suivants se sont produits dans ce type de conditions de luminosité difficiles. La difficulté du vol dans de telles conditions est illustrée par le fait que deux hélicoptères entièrement équipés d'instruments et dont l'équipage était qualifié pour effectuer le vol aux instruments ont percuté le sol (A08O0029, A13H0001). Des compétences de base en matière de vol aux instruments et des instruments supplémentaires n'auraient probablement pas permis d'éviter ces accidents.

Tableau 3. Conditions de luminosité difficiles

Numéro d'événement	Sommaire
A03O0344	Levé aérien. Virage. Le pilote a jeté un coup d'œil à l'altimètre radar. Il a surveillé le GPS pendant le virage. La manœuvre a causé un impact avec la surface gelée du lac.
A88A0223	L'hélicoptère a décollé après la tombée de la nuit dans le cadre d'un vol-voyage. Collision avec relief élevé.
A91A0062	Déterioration de la visibilité. Tentative de demi-tour. Perte des repères visuels. Collision avec la glace.
A93A0060	B 206. Survol de la glace à basse altitude pour observer des phoques. Voile blanc. Collision avec la surface.
A93W0019	Voile blanc. Ralentissement à 40 à 45 mi/h. Enfoncement d'un patin. Basculement de l'aéronef.
A94C0015	Traversée d'un lac gelé. Vérification des instruments. Perte des repères visuels, collision avec la surface et basculement.
A95C0046	Ciel couvert à 300 pieds. Visibilité OK, >8 milles. Rencontre de brouillard. Voile blanc. Collision de l'aéronef avec la surface de la glace
A96W0072	CFIT. Voile blanc probable.
A96C0087	L'aéronef a heurté la glace à une vitesse de croisière à peu près normale et dans une assiette droite et en palier.
A97P0298	Visibilité de 2 milles dans la pluie et le brouillard. Eau miroitante. CFIT dans l'eau.
A98C0089	Décollage. Transition du vol stationnaire au vol vers l'avant. Descente de l'aéronef et collision avec le relief. Ciel couvert. Neige modérée
A01P0173	Eau miroitante. Après le décollage, avertissement de faible régime du rotor. Impact de l'aéronef avec l'eau.
A04C0190	Vol IFR. Bien qu'étant équipé pour les IFR, l'aéronef a percuté le relief peu après le décollage dans des conditions de voile blanc.
A05P0262	Atterrissages sur de l'eau miroitante. L'aéronef a touché l'eau avant le moment prévu par le pilote. Enfoncement des flotteurs. Basculement de l'aéronef.
A02P0256	Vol de Terrace à Sandspit Island. Nuages bas. Eau miroitante. CFIT
A07C0094	Vol-voyage. Plafond et visibilité OK au décollage. Rencontre de voile blanc. Collision avec le sol à une vitesse très basse. Aucun blessé
A08O0029	Équipage possédant une qualification IFR. Aéronef équipé d'instruments. Atterrissage court à l'approche de l'héliplateforme par nuit noire.
A08W0162	Départ au-dessus de l'eau. Vision possiblement entravée par l'éblouissement. Possible illusion somatogravique.
A08P0288	Vol au-dessus d'un glacier. Lumière plate. Collision avec la surface.
A09Q0111	Poursuite du vol dans des conditions météorologiques défavorables et une topographie inconnue. Le pilote se considérait comme un expert en vols par visibilité réduite.

A10Q0133	Indéterminé. L'aéronef a heurté la surface de la mer alors que les plafonds étaient bas. VMC probable, mais réduction des repères visuels possible.
A13H0001	Ornge. Aéronef entièrement équipé d'instruments et pilotes possédant une qualification IFR. CFIT.
A10O0145	Poursuite du vol dans une zone avec un plafond bas et une visibilité réduite. On n'a pas obtenu toutes les conditions météorologiques pour la route. Collision avec une tour à une hauteur très basse.
A13C0073	IMC probables dans la fumée et la pluie. Perte d'orientation et collision avec la surface d'un lac. L'impact à haute vitesse indique que le pilote croyait être en VMC.
A13W0073	Conditions météorologiques en détérioration. Déroutement. Collision avec des arbres pendant des manœuvres à faible vitesse.

Le dernier groupe est constitué de 12 accidents mettant en cause des vols VFR dans des IMC. Dans chaque cas, il est fort probable que l'aéronef volait à une faible vitesse, comme le démontrent les accidents A01W0241, A06W0066, A10Q0148 et A12P0079. Dans ces cas, l'aéronef volait à une vitesse inférieure à la V<sub>mini</sub> et les instruments anémométriques étaient inexacts. La transition du pilotage selon les VFR au pilotage selon les IFR, même pour un pilote possédant une qualification valide pour le vol aux instruments, prend du temps, et il est peu probable que la transition puisse se faire à temps pour conserver la maîtrise d'un aéronef intrinsèquement instable.

Tableau 4. Transition des VFR aux IMC

Numéro d'événement	Sommaire
A97P0009	Perte de maîtrise. Visibilité réduite probable dans les montagnes. Vitesse estimée inférieure à la V <sub>mini</sub> à l'impact.
A97P0207	Perte de maîtrise dans des IMC. Pilote ayant peu d'heures de vol. Recherche de plateforme d'atterrissage, probablement sous la V <sub>mini</sub> .
A99A0127	Visibilité de ¾ mille à 1 mille. Vol-voyage en suivant une route à 500 pieds. Entrée dans le brouillard. Perte des repères visuels. Perte de maîtrise
A00C0099	Vol-voyage. Après le décollage, virage à 400 pieds. Constatation de repères visuels inadéquats. Virage amorcé pour retrouver les repères visuels. Perte de maîtrise.
A01W0241	Vol VFR. Apparition de conditions météorologiques en détérioration. Collision avec des arbres à 20 pieds. Aucun blessé.
A05A0155	Apparition d'une forte averse de neige et désorientation. Réduction de la vitesse à 60 nœuds. Vents de 30 nœuds.
A06W0066	Vol de convoyage. Apparition de conditions météorologiques en détérioration. Atterrissage par précaution. Impact du rotor principal.
A10Q0132	Poursuite du vol dans des conditions VFR marginales, probablement IMC. Collision avec le relief ascendant à une faible vitesse –26 nœuds.
A10Q0148	Atterrissage par précaution en raison de la pluie et des orages. En finale, perte des repères visuels en raison de la pluie sur le pare-brise.

A11P0025	Héliski. Apparition de conditions VMC marginales. Tentative de descente à travers une brèche dans les nuages. Impact de l'aéronef avec la neige. Le pilote n'a pas subi de blessures. Sous la Vmini.
A11W0152	Poursuite du vol dans des IMC. L'aéronef est passé au-dessus des nuages et a dû descendre à travers les nuages. Aucune demande d'assistance des services de la circulation aérienne.
A12P0079	Apparition probable d'IMC. Perte d'orientation spatiale. Vitesse au sol de 45 nœuds.

## Conclusion

Cet examen de 465 accidents n'a pas permis de trouver un seul accident qui aurait pu être évité grâce à l'installation d'un ensemble complet d'instruments et grâce à l'acquisition par les pilotes VFR de compétences de base en matière de vol aux instruments. La difficulté est illustrée par le fait que le dossier des accidents comprend des hélicoptères entièrement équipés d'instruments, avec des membres d'équipage qualifiés pour le vol aux instruments qui ont été incapables de conserver la maîtrise dans des conditions difficiles. TC croit que l'adoption de cette recommandation et des recommandations connexes n'améliorerait pas la sécurité des hélicoptères légers.

Puisque la mise en œuvre des recommandations A90-84, A90-81 et A90-83 a peu de chances d'améliorer la sécurité des hélicoptères, TC n'est pas d'accord avec ces recommandations et ne fournira aucune autre mise à jour à leur sujet.

## Mars 2024 : évaluation par le BST de la réponse (attention non satisfaisante)

La réponse de Transports Canada (TC) traite des trois recommandations suivantes formulées dans l'étude de sécurité aérienne 90-SP002 du BST :

Le ministère des Transports exige que les pilotes professionnels d'hélicoptère subissent, au cours de leur vérification annuelle de compétence pilote, un contrôle de leur aptitude à exécuter les manœuvres de base du vol aux instruments.

### **Recommandation A90-81 du BST**

Le ministère des Transports exige que tous les hélicoptères qui transportent des passagers lors de vols commerciaux soient munis d'altimètres radar.

### **Recommandation A90-83 du BST**

Le ministère des Transports exige que tous les hélicoptères utilisés à des fins commerciales soient munis d'une instrumentation suffisante permettant l'exécution des manœuvres élémentaires de vol aux instruments.

### **Recommandation A90-84 du BST**

Dans sa dernière réponse officielle de 2017, TC a déclaré qu'il n'était pas d'accord avec ces recommandations et a réitéré que le moyen le plus efficace d'atténuer les lacunes de sécurité

sous-jacentes était d'éviter de faire voler les hélicoptères dans des conditions météorologiques défavorables lorsqu'ils volent selon les règles de vol à vue. La réponse de TC était principalement fondée sur les conclusions de son analyse de 465 accidents d'hélicoptères survenus entre 1988 et 2016 qui, selon TC, n'auraient pas été prévenus par les recommandations A90-81, A90-83 et A90-84.

Le BST n'est pas d'accord avec l'évaluation de TC. Il y a toujours des événements mettant en cause des hélicoptères commerciaux qui volent par inadvertance dans des conditions météorologiques de vol aux instruments. Le BST a constaté une perte de perception spatiale dans 13 enquêtes portant sur des vols d'hélicoptères commerciaux effectués entre 2010 et 2018.

L'un de ces événements est l'accident de l'hélicoptère AS 350 B2 d'Airbus Helicopters survenu à l'île Griffith (Nunavut) le 25 avril 2021 (A21C0038), qui a donné lieu à l'émission de quatre recommandations, dont trois visaient l'exploitation d'hélicoptères commerciaux. Ces recommandations sont les suivantes :

Le ministère des Transports exige que les exploitants d'hélicoptères commerciaux s'assurent que les pilotes possèdent les compétences nécessaires pour sortir d'un vol par inadvertance dans des conditions météorologiques de vol aux instruments.

**Recommandation A24-01 du BST**

Le ministère des Transports exige que les exploitants d'hélicoptères commerciaux mettent en œuvre une technologie qui aidera les pilotes à éviter les vols par inadvertance dans des conditions météorologiques de vol aux instruments et à en sortir.

**Recommandation A24-02 du BST**

Le ministère des Transports renforce les exigences imposées aux exploitants d'hélicoptères qui effectuent des opérations par visibilité réduite dans un espace aérien non contrôlé, afin de s'assurer que les pilotes bénéficient d'un degré de protection acceptable contre les accidents liés aux vols par inadvertance dans des conditions météorologiques de vol aux instruments.

**Recommandation A24-04 du BST**

Bien que les recommandations A90-81, A90-83 et A90-84 aient été émises il y a plus de 30 ans, TC n'a toujours pas mis en œuvre des mesures adéquates pour remédier aux lacunes de sécurité qui y sont décrites. Les événements récents mettant en cause des hélicoptères commerciaux volant dans des conditions météorologiques de vol aux instruments soulignent la pertinence et l'urgence de telles recommandations.

Par conséquent, les réponses aux recommandations A90-81, A90-83 et A90-84 dénotent une **attention non satisfaisante**.



## État du dossier

TC a indiqué qu'aucune autre mesure ne serait prise pour donner suite à ces recommandations; pourtant, les lacunes de sécurité n'ont pas été suffisamment atténuées, et les risques de sécurité associés à l'exploitation des hélicoptères commerciaux persistent. Ces lacunes de sécurité sont décrites dans des recommandations plus récentes (A24-01, A24-02 et A24-04), qui remplacent les recommandations A90-81, A90-83 et A90-84. Le BST exhorte TC à mettre rapidement en œuvre des mesures de sécurité en réaction à ces nouvelles recommandations, et il surveillera de près les mesures que le Ministère prendra et les progrès qu'il réalisera en vue d'atténuer les lacunes de sécurité relevées dans les nouvelles recommandations.

Le Bureau réexaminera l'état de ce dossier de lacune une fois que TC aura fourni sa réponse initiale aux trois recommandations les plus récentes susmentionnées.

Le présent dossier est **en veilleuse**.