



Recommandation A90-84 du BST

Instrumentation des hélicoptères

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada recommande que 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.

Rapport d'enquête sur la sécurité du transport aérien	90-SP002
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
Évaluation de la dernière réponse	Attention non satisfaisante
État 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

À cause de la proportion importante des accidents d'hélicoptère qui ont lieu dans des conditions de voile blanc (27 des 33 accidents), le Bureau a été amené à recommander que les pilotes professionnels d'hélicoptère démontrent régulièrement une connaissance pratique suffisante des manoeuvres élémentaires du vol aux instruments (voir la rubrique 4.5). Cependant, il est bien connu que de nombreux hélicoptères commerciaux ne possèdent pas d'horizon artificiel, instrument qui joue un rôle important lorsque le pilote doit maîtriser son appareil en ne se référant qu'à ses instruments. Afin de s'assurer que les pilotes professionnels d'hélicoptère utilisent des appareils munis d'une instrumentation leur permettant de sortir des conditions de voile blanc, le Bureau a recommandé que

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

Recommandation A90-84 du BST

Réponses et évaluations antérieures

Mars 1991 : réponse de Transports Canada

Transports Canada a examiné le rapport et a conclu que la mise en œuvre des recommandations concernant les règles de vol à vue [VFR] entraînerait une modification majeure des concepts relatifs au déroulement des opérations de vol à vue. Les mesures réglementaires nécessaires à l'instauration de ces changements nécessiteront de nombreuses consultations avec le milieu de l'aviation, comme il se doit normalement dans le processus d'élaboration des règles.

Transports Canada a donc l'intention de mettre sur pied un groupe de travail sur les VFR chargé d'étudier et d'élaborer, conjointement avec une représentation appropriée du milieu de l'aviation, les changements à apporter au *Règlement de l'Air* pour intégrer les recommandations du BST concernant les opérations VFR.

Ce groupe de travail tiendra compte des recommandations A90-65, 66, 67, 68, 69, 70 et A90-71 du BST relatives aux règles VFR ainsi que des recommandations A90-78 et A90-81 relatives aux privilèges conférés par la licence. Il inclura également les recommandations A90-83 et A90-84 concernant l'équipement obligatoire pour les aéronefs à voilure tournante. Transports Canada fournira les réponses à ces recommandations lorsque le groupe de travail aura conclu ses activités.

Juin 1991 : évaluation par le BST de la réponse

Le Bureau a examiné l'évaluation que le personnel a faite de la réponse du ministre aux recommandations A90-65 à A90-90 transmises au ministre à la suite d'une étude de sécurité sur le thème des accidents VFR en IMC.

Il a été décidé à l'unanimité que le Bureau suspendra sa décision et ses commentaires jusqu'à ce que le groupe de travail sur les VFR du ministre ait produit son rapport.

Juillet 1993 : réponse de Transports Canada

Un groupe de travail sur les VFR de Transports Canada (convoqué spécialement pour examiner plusieurs des recommandations de l'étude sur les accidents VFR en IMC du BST) a déclaré que la mise en œuvre de la recommandation A90-84 entraînerait des coûts extrêmement élevés, tout en ne générant aucun rendement au chapitre de la réduction des risques. Il a aussi affirmé qu'il serait possible d'accomplir beaucoup plus en dispensant une éducation et une formation continues sur la prise de décisions du pilote, le vol en régions montagneuses, le voile blanc, etc.

Septembre 1993 : évaluation par le BST de la réponse (attention non satisfaisante)

Transports Canada a recommandé que cette recommandation ne soit pas adoptée. D'après lui, la mise en œuvre entraînerait des coûts extrêmement élevés, tout en ne générant aucun rendement au chapitre de la réduction des risques, et il est possible d'accomplir beaucoup plus en encourageant et en dispensant une éducation et une formation continues sur la prise de décisions du pilote (PDP), le vol en régions montagneuses, le voile blanc, etc. Encore une fois, le personnel peut comprendre les arguments avancés par les exploitants; toutefois, les conditions de voile blanc sont toujours problématiques pour les opérations par hélicoptère.

Par conséquent, la réponse à la recommandation A90-84 dénote une **attention non satisfaisante**.

Janvier 2004 : évaluation par le BST de la réponse (attention non satisfaisante)

Dans sa réponse de mars 1991 au BST, Transports Canada a déclaré que la recommandation A90-84 serait renvoyée à un groupe de travail sur les VFR pour que d'autres mesures soient prises. Par la suite, dans une mise à jour de juillet 1993, Transports Canada a déclaré que son groupe de travail sur les VFR avait examiné la recommandation A90-84 et a conclu qu'elle ne serait pas adoptée. D'après lui, la mise en œuvre entraînerait des coûts extrêmement élevés, tout en ne générant aucun rendement au chapitre de la réduction des risques, et il est possible d'accomplir beaucoup plus en encourageant et en dispensant une éducation et une formation continues sur la prise de décisions du pilote (PDP), le vol en régions montagneuses, le voile blanc, etc. Le personnel du BST a compris les arguments avancés par les exploitants, en soutenant toutefois que les conditions de voile blanc sont toujours problématiques pour les opérations par hélicoptère et en maintenant l'argument de base selon lequel il faut garantir que les pilotes d'hélicoptères commerciaux exploitent des aéronefs qui sont dotés d'instruments adéquats pour sortir des conditions de voile blanc.

Aucune mesure apparente n'a été prise depuis la dernière réévaluation. Cette recommandation est l'une des 15 recommandations encore « actives » (parmi les 36 recommandations initiales) formulées lors de l'étude des années 1980 sur les accidents « VFR dans des conditions météorologiques défavorables » (documents de référence : recommandations A90-65, A90-66, A90-68, A90-69, A90-74, A90-75, A90-77, A90-78, A90-81, A90-83, A90-84, A90-87, A90-88 et A90-89). Certaines lacunes de sécurité associées aux recommandations initiales ne présentent peut-être pas le même degré de risque et d'urgence si elles sont analysées en fonction des priorités et des normes d'aujourd'hui (l'étude initiale s'est appuyée sur des statistiques sur les vols récréatifs et commerciaux). On suggère que ces recommandations soient traitées comme un « ensemble », que les évaluations de chacune demeurent inchangées, qu'elles aient le statut SUIVI en attendant les conclusions d'une analyse/étude statistique visant à établir si l'enjeu « macro » des « vols VFR dans des conditions météorologiques défavorables » constitue toujours un enjeu de sécurité majeur dans le secteur de l'aviation « d'aujourd'hui » au Canada.

Par conséquent, la réponse à la recommandation A90-84 dénote une **attention non satisfaisante**.

Mars 2005: évaluation par le BST de la réponse (attention non satisfaisante)

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 A90-84.

Par conséquent, la réponse à la recommandation A90-84 continue à dénoter une **attention non satisfaisante**.

Néanmoins, comme les données utilisées pour étayer la recommandation A90-84 ont maintenant plus de 20 ans, le BST tentera, dans le cadre d'enquêtes 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 A90-84, et le dossier est désormais **inactif**.

Avril 2014 : examen par le BST de l'état du dossier de lacune

Le Bureau a demandé que la recommandation A90-84 soit examinée pour déterminer si l'état du dossier de lacune était approprié. Une évaluation initiale a permis de déterminer que la lacune de sécurité soulevée dans la recommandation A90-84 devait être réévaluée.

Une demande de renseignements additionnels a été transmise à Transports Canada, dont la réponse donnera lieu à une réévaluation du dossier.

Par conséquent, la réponse à la recommandation A90-84 continue à dénoter une **attention non satisfaisante**.

En conséquence, l'état du dossier est maintenant **actif**.

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 commerciales¹.

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 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

¹ 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.

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 secondes².

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 :

² TC. Un instant! pour votre sécurité. (TP 2228). <https://tc.canada.ca/fr/aviation/publications/instant-votre-securite-tp-2228>

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 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. Héliiski. 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	Héliiski. 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	Héliiski. 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	Héliiski. À l'approche, voile blanc.
A10P0073	Héliiski. 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	Hélicoptère. 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 poudrierie, 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	Détérioration 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 Vmini 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 _{mini} 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 _{mini} .
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	Hélicoptère. 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 V _{mini} .
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**.