

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ÉVÉNEMENT AÉRONAUTIQUE
A97C0195

COLLISION AVEC LE RELIEF
MITCHINSON FLYING SERVICE LIMITED
CESSNA 152 C-GZCT
4 NM AU SUD DE VANSKOY (SASKATCHEWAN)
LE 4 OCTOBRE 1997

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le seul but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête sur un événement aéronautique

Collision avec le relief

Mitchinson Flying Service Limited

Cessna 152 C-GZCT

4 nm au sud de Vanscoy (Saskatchewan)

Le 4 octobre 1997

Rapport numéro A97C0195

Sommaire

Le Cessna 152 portant le numéro de série 15280919 a quitté Saskatoon (Saskatchewan) pour un vol d'entraînement au cours duquel devaient être faits des exercices de vrille, de décrochage et de vol lent. L'équipage s'est rendu dans la zone d'entraînement CYA 306(T) située dans la région terminale de Saskatoon. Le transpondeur de l'avion fonctionnait en mode C, ce qui a permis d'obtenir un enregistrement radar du vol et de conserver, grâce au radar du service la circulation aérienne (ATS), des renseignements sur l'altitude, la vitesse et la route suivie. L'enregistrement a montré que l'avion avait pénétré dans la zone d'entraînement par le coin nord-est et avait effectué des allers et retours dans ce même coin nord-est à mesure que les exercices étaient effectués. Plusieurs manoeuvres, comme des vrilles ayant eu lieu entre 4 000 et 4 500 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl) ont été enregistrées. Après quelque 55 minutes de vol, l'avion est parti en vrille à 4 000 pieds asl. Le dernier signal du transpondeur qui a été enregistré donnait une altitude de 2 000 pieds asl non loin de Vanscoy (Saskatchewan). Aux alentours du dernier signal radar, le relief s'élève à environ 1 700 pieds asl. Le conducteur d'un véhicule qui circulait sur un chemin a vu momentanément l'avion à un quart de mille environ du lieu de l'accident et au moment correspondant grosso modo au dernier signal du transpondeur qui a été enregistré par l'ATS. D'après ce témoin, l'avion semblait être à quelque 200 pieds au-dessus du sol (agl); l'avion s'est incliné rapidement à gauche et est allé s'écraser dans un champ à côté du chemin. Les deux occupants ont été tués.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Au moment des faits, les conditions météorologiques à Saskatoon et dans la zone d'entraînement CYA 306(T) étaient les suivantes : visibilité de 15 milles terrestres¹ avec des nuages épars à 12 000 pieds asl et un plafond de nuages fragmentés à 22 000 pieds asl. Le vent était calme et la température s'élevait à 17 degrés Celsius.

L'avion s'est écrasé dans un champ situé environ un quart de mille au sud d'un chemin en gravier orienté est/ouest. L'épave a laissé une trace de quelque 80 pieds de long qui suivait un cap sud-ouest. D'après les empreintes laissées au sol, l'appareil a percuté le sol en piqué et légèrement incliné à gauche. Les empreintes laissées par les ailes étaient d'égale longueur des deux côtés du point d'impact. Plusieurs coups d'hélice étaient également bien visibles à la surface du sol. Les marques de coups d'hélice retrouvées sur les lieux, les traces de frottement des pales d'hélice dans le sens de la rotation et la déformation d'une des pales montrent que le moteur tournait à un régime allant de moyen à faible au moment de l'impact au sol. Les dommages subis par l'appareil correspondent à un fort taux de descente. L'épave a été examinée sur les lieux autant que faire se pouvait, et aucune défaillance antérieure à l'impact qui aurait pu mener à une perte de maîtrise de l'appareil n'a été constatée.

Un détecteur d'oxyde de carbone en plastique a été retrouvé dans l'épave, imbibé de liquides. Il n'a pu servir à déterminer s'il y avait eu présence d'oxyde de carbone dans le poste de pilotage avant l'accident. Ce genre de détecteur que l'on trouve couramment à bord de petits aéronefs, est collé au tableau de bord. Après la pose, les instructions qui sont imprimées au dos du boîtier ne sont plus visibles. Ces instructions précisent que le détecteur va virer dans des teintes allant du brun foncé au gris ou au noir en cas d'exposition à l'oxyde de carbone et que le moindre passage à une couleur plus foncée peut indiquer un niveau dangereux d'oxyde de carbone. Toujours d'après ces instructions, le détecteur est censé reprendre sa couleur originale dès que l'air redevient plus pur. Il n'a pas été possible de savoir si les membres d'équipage connaissaient ces instructions ou s'ils avaient vérifié l'indicateur pendant le vol.

Un examen des dossiers de maintenance de la compagnie a montré que l'avion était certifié et entretenu conformément à la réglementation en vigueur. Quelques instruments du poste de pilotage ainsi que le moteur de l'avion et son système d'échappement ont été envoyés au laboratoire technique du BST pour y être examinés plus en détail. L'examen des instruments a montré qu'à l'impact, le tachymètre moteur indiquait un régime d'au moins 1 200 tours/minute, l'anémomètre et le variomètre indiquant respectivement 80 noeuds et 2 000 pieds/minute en descente.

¹ Les unités correspondent à celles des manuels officiels, des documents et des instructions utilisés ou reçus par l'équipage.

Le moteur, un Avco Lycoming O-235-L2C portant le numéro de série L20218-15, avait accumulé quelque 779 heures de service depuis une grande révision. Le plus récent essai de compression différentielle des cylindres du moteur avait eu lieu quelque 76 heures de service avant l'accident, et les résultats obtenus se situaient dans les limites permises. Le moteur a été démonté au laboratoire technique du BST. Il a été établi que les segments d'étanchéité des cylindres numéros 1, 2 et 3 étaient trop usés. La mesure du jeu à la coupe des segments d'étanchéité, une fois ces derniers mis en place dans leurs cylindres respectifs, a montré que l'usure des segments en question atteignait ou dépassait les limites d'utilisation publiées par le motoriste. Les segments d'étanchéité du cylindre numéro 4 étaient proches des limites d'utilisation mais toutes les mesures des segments racleurs répondaient aux spécifications. Des résidus de gaz d'échappement étaient visibles sur les jupes de piston, dans les embrèvements d'axe de piston et autour, et à l'extrémité extérieure des bielles. Les gaz d'échappement qui entrent dans le carter moteur sont évacués sur le côté gauche du ventre de l'avion. L'examen sur place a permis d'établir que le système d'évacuation des gaz du carter moteur avait été monté et posé selon les spécifications du constructeur. En résumé l'examen n'a permis de découvrir aucune anomalie qui aurait pu nuire au fonctionnement du moteur.

Le tuyau d'échappement et le joint d'étanchéité du cylindre numéro 3 ont été déposés au moment de l'examen initial de l'état du moteur effectué sur les lieux de l'accident, et rien n'indiquait la présence d'une fuite d'échappement au niveau de la pipe d'échappement du cylindre numéro 3. Le reste du système d'échappement, identifié par la plaque signalétique posée sur le protecteur du silencieux par les références KMR IND., 1-1000, 01542 LYC O-235 L2C, 1452, a été déposé du moteur dans les installations du laboratoire technique du BST. L'examen visuel a montré une fuite des gaz d'échappement entre le joint d'étanchéité et la culasse au niveau de l'orifice d'échappement du cylindre numéro 4. L'orifice d'échappement du cylindre numéro 4 se trouve à l'arrière gauche du moteur. La fuite a pu être identifiée grâce aux tâches présentes sur l'orifice d'échappement, le déflecteur moteur tout proche et les ailettes de refroidissement du cylindre; toutefois, il s'agissait d'une fuite légère, comme en témoignait l'absence d'usure de l'orifice ou des ailettes. Les cylindres numéros 1 et 2 semblaient avoir été fermés hermétiquement par le joint posé au niveau du tuyau d'échappement.

Le démontage et l'examen du système d'échappement n'ont révélé ni corrosion du manchon du chauffage de la cabine ni tâches sur le manchon qui auraient été le signe d'une fuite des gaz d'échappement du silencieux dans le système de chauffage. L'examen d'une partie usée par frottement sur le tuyau d'échappement du cylindre numéro 4 et située 3/4 de pouce sous la bride de fixation de l'échappement, a révélé la présence de trois trous sur la paroi du tuyau, des tâches de gaz d'échappement rayonnant autour d'un des trous. Un examen détaillé a montré que deux des trous étaient le résultat de la déformation et de la déchirure subies au moment de l'impact par le matériau peu épais qui constituait la partie usée par frottement. Seul le trou entouré de tâches existait avant l'accident. Les gaz d'échappement qui fuyaient par ce petit trou s'accumulaient à l'intérieur du capot moteur, d'où ils pouvaient éventuellement passer dans la cabine de l'avion.

Le commandant de bord âgé de 53 ans totalisait plus de 10 000 heures de vol et était instructeur depuis neuf ans. Il possédait la qualification d'instructeur de vol de classe 1. Ses collègues le considéraient comme un instructeur professionnel de très haut calibre, et ses élèves avaient beaucoup d'estime pour lui. Rien n'indiquait qu'il se serait adonné à des exercices de vol périlleux. L'élève instructeur âgé de 30 ans venait d'obtenir sa licence de pilote professionnel à l'école de pilotage même. Le personnel de l'école avait suggéré à l'élève instructeur d'obtenir sa qualification d'instructeur, la direction de l'école ayant l'intention de l'employer à titre d'instructeur. Les responsables de l'école de pilotage essaient d'engager des pilotes qu'ils ont formés chez eux dans le but de maintenir des normes d'instruction élevées. Le commandant de bord s'était occupé de la formation antérieure de l'élève instructeur, et une relation amicale basée sur le respect mutuel s'était, semble-t-il, tissée entre les deux.

Les deux pilotes possédaient des certificats médicaux valides et n'avaient aucun antécédent médical documenté. L'autopsie a permis de découvrir sous microscope des preuves pathologiques de légère artériosclérose des coronaires chez le commandant de bord. Un tel état ne devrait normalement avoir aucune conséquence sur le rendement de la personne et devrait passer inaperçu pendant des examens de routine. Malgré l'absence de preuves pathologiques d'hyperglycémie, d'attaque d'apoplexie ou d'infarctus du myocarde chez les deux membres d'équipage, l'autopsie ne permet pas de déceler avec toute la fiabilité voulue la totalité des diverses sources d'incapacité, comme l'angine, et il est donc impossible d'éliminer la possibilité qu'une de ces sources ait joué un rôle dans l'accident.

Il n'y avait aucune preuve toxicologique attestant de la présence d'alcool ou de drogues interdites; cependant, la spectrophotométrie a montré des niveaux de saturation du sang en oxyde de carbone qui s'élevaient à six pour cent chez le pilote et à deux pour cent chez l'élève. D'après le toxicologue, il faut s'attendre à ce que les analyses portant sur l'oxyde de carbone aient une précision de plus ou moins trois pour cent lorsque les niveaux d'oxyde de carbone sont faibles. Il n'y a aucune diminution significative du niveau d'oxyde de carbone après la mort puisqu'il n'y a plus ni respiration ni circulation sanguine. Par conséquent, les niveaux d'oxyde de carbone dans les présentes circonstances allaient de trois à neuf pour cent chez le commandant de bord, et de zéro à cinq pour cent chez l'élève instructeur. Aucun des deux pilotes ne fumait, et l'école de pilotage garantit un milieu sans fumée.

Des niveaux de saturation en oxyde de carbone inférieurs à dix pour cent ne sont pas considérés comme ayant des effets importants sur le rendement d'une personne, encore que ces effets risquent d'être plus marqués chez un non-fumeur que chez un fumeur. À titre d'exemple, une personne qui fume peut très bien avoir régulièrement un niveau de saturation de l'ordre de six à huit pour cent. Lorsque le niveau de saturation dépasse dix pour cent, il y a apparition éventuelle de maux de tête et d'essoufflement. Un niveau de saturation inférieur compris entre cinq et dix pour cent peut abaisser le seuil de résistance à l'angine chez les personnes ayant un problème d'artériosclérose.

Un document de Santé Canada intitulé *Oxyde de carbone* donne les renseignements suivants : « Il y a interaction entre les hautes altitudes et l'intoxication oxycarbonée. À des altitudes modérées, une ascension de 300 mètres (environ 1 000 pieds) peut équivaloir à une augmentation de 1 % du taux sanguin de HbCO (carboxyhémoglobine). Ainsi, les personnes vivant au-dessus de 1 000 mètres sont particulièrement vulnérables à de petites doses de CO ». Autrement dit, l'effet de l'hypoxie dû à l'appauvrissement en oxygène de l'atmosphère à mesure que l'altitude augmente se traduit par une détérioration de certains éléments du rendement des membres d'équipage qui est similaire à une augmentation du niveau d'oxyde de carbone de un pour cent par 1 000 pieds d'augmentation de l'altitude. Si l'on prend en compte ce facteur lié à l'altitude, le véritable niveau d'oxyde de carbone du pilote se trouvait dans la plage allant de sept à treize pour cent tandis que celui du pilote était compris entre quatre et neuf pour cent.

Le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) définit une acrobatie aérienne comme étant « une manoeuvre au cours de laquelle un changement de l'assiette d'un aéronef donne lieu à un angle d'inclinaison latérale de plus de 60 degrés, à une assiette inhabituelle ou à une accélération inhabituelle non compatibles avec le vol normal ». Par conséquent, une virile est une acrobatie aérienne. L'article 602.27 du RAC qui s'intitule « Acrobaties aériennes - Interdictions relatives aux endroits et aux conditions de vol » précise qu'il est interdit d'utiliser un aéronef pour effectuer une acrobatie aérienne à moins de 2 000 pieds agl à moins de détenir un certificat d'opérations aériennes spécialisées. Pour se conformer à cet article, il faudrait donc que les pilotes évoluant dans la zone d'entraînement CYA 306(T) terminent leurs acrobaties aériennes au minimum à 3 700 pieds asl. L'examen de l'enregistrement des données radar de l'ATS a montré que, une fois

l'avion à l'intérieur de la zone CYA 306(T), il y avait eu plusieurs exercices qui s'étaient traduits par des manoeuvres verticales mais que, en aucun temps, l'équipage n'était descendu au-dessous de 3 700 pieds asl avant la manoeuvre ayant précédé l'accident.

L'enregistrement radar de l'ATS a montré que la manoeuvre avait été déclenchée à basse vitesse et à quelque 4 000 pieds asl puis qu'il avait eu apparition d'un fort taux de descente verticale. La vitesse enregistrée est restée très faible, le cap de l'avion changeant rapidement. Le temps qui s'est écoulé entre l'altitude de 4 000 pieds asl et l'impact au sol a été estimé à 45 secondes environ. Les trois derniers signaux radar de l'ATS ont montré que l'avion avait fait route vers l'ouest pendant la quinzaine de secondes ayant immédiatement précédé l'impact au sol. Un témoin qui conduisait en direction ouest sur un chemin adjacent au champ dans lequel l'accident s'est produit, a observé l'avion pendant plusieurs secondes avant l'impact. Au début, l'appareil est apparu dans le champ de vision périphérique du témoin à travers la vitre latérale de son véhicule. La personne en question a remarqué que l'avion est resté momentanément à l'horizontale à quelque 200 pieds agl. L'avion ne semblait pas rattraper le véhicule qui circulait à 60 mi/h environ. Presque immédiatement après, l'aile gauche s'est enfoncée rapidement, puis l'avion s'est incliné et s'est mis à descendre jusqu'à ce qu'il percute le relief.

Analyse

Au moment de l'accident, les conditions météorologiques étaient idéales pour une séance de formation au pilotage, et elles n'ont joué aucun rôle dans les présentes circonstances.

Les renseignements radar de l'ATS montrent que, au moment de la dernière manoeuvre verticale qui a débuté à quelque 4 000 pieds asl, l'avion était descendu tout en tournant à un fort taux de descente. Compte tenu de la faible vitesse observée, il s'agissait d'une vrille et non pas d'un piqué en spirale. Les trois derniers échos du radar de l'ATS montrant l'avion qui poursuivait sa descente tout en se dirigeant vers l'ouest, combinés aux observations faites par le témoin au sol comme quoi l'avion avait semblé rester momentanément à l'horizontale tout en volant vers l'ouest, étaient l'hypothèse voulant qu'au moins l'un des deux pilotes avait pu sortir l'avion de la vrille et essayait de stopper la descente de l'avion qui s'en était suivie. Par la suite, la brusque abattée de l'aile et la descente en piqué observées par le témoin au sol tout juste avant l'impact au sol indiquent probablement qu'il y a eu apparition d'un décrochage secondaire pendant la tentative de sortie de vrille. Compte tenu de la très faible altitude, il était impossible de faire un rétablissement.

On ne sait pas pourquoi la vrille aurait été prolongée au-dessous de 3 700 pieds asl. Compte tenu du niveau d'expérience et de la réputation de l'instructeur, il est peu probable qu'il se soit lancé dans un exercice d'entraînement dangereux ou qu'il ait permis intentionnellement à son avion de rester en vrille au-dessous de l'altitude minimale prévue dans le RAC. Jusqu'à la manoeuvre ayant mené à l'accident, le pilote a respecté l'altitude minimale exigée en vertu du RAC et a fait preuve d'une discipline aéronautique à la hauteur de sa réputation professionnelle. Il est peu probable que l'un ou l'autre des pilotes ait permis intentionnellement à l'avion de rester en vrille jusqu'à basse altitude par rapport au sol. Il est plus probable qu'un autre facteur est intervenu, lequel aurait retardé la manoeuvre de rétablissement jusqu'à ce que le contact avec le sol soit imminent.

Un risque de confusion ou de conflit quant à savoir quel pilote a les commandes de l'avion et prend les mesures correctives qui s'imposent est toujours possible, notamment dans une situation mettant aux prises un pilote instructeur et un élève instructeur; il se peut alors qu'une manoeuvre se poursuive de façon intempestive jusqu'à en devenir dangereuse. Compte tenu du niveau d'expérience de l'instructeur et de la relation harmonieuse qui

s'était apparemment instaurée entre les pilotes, il est peu probable qu'un conflit entre l'instructeur et l'élève soit apparu pendant le vol au point de nuire au jugement de ces personnes ou à leur aptitude à maîtriser l'avion.

Aucune défaillance mécanique des commandes de vol qui serait survenue avant l'impact et qui aurait pu provoquer une perte de maîtrise ou des difficultés à rester maître de l'avion n'a été découverte. De plus, l'éventuelle tentative de rétablissement qui a été observée indique que les commandes de l'avion fonctionnaient. Bien que la puissance fournie par le moteur n'ait pu être établie avec précision, le moteur fonctionnait et l'état du moteur n'aurait pas pu nuire à la sortie de la vrille ou d'un décrochage subséquent. La seule anomalie technique découverte tient à une fuite des gaz d'échappement du cylindre numéro 4, fuite qui aurait pu éventuellement se propager au-delà de la cloison pare-feu et se traduire par l'entrée d'oxyde de carbone dans la cabine. Comme aucun des deux pilotes ne fumait, les niveaux d'oxyde de carbone allaient de quelque trois à neuf pour cent dans le cas du commandant de bord, et de quelque zéro à cinq pour cent dans le cas de l'élève pilote; il est probable qu'une certaine quantité de gaz d'échappement provenant de la fuite soit passée dans la cabine de l'avion pendant le vol et qu'elle s'est retrouvée dans le sang des pilotes à mesure qu'ils respiraient l'air de la cabine. Compte tenu de l'emplacement de la fuite des gaz d'échappement, à savoir à l'arrière gauche du moteur, il est possible que la concentration d'oxyde de carbone ait été plus importante du côté du commandant de bord, ce qui pourrait expliquer pourquoi son niveau de saturation en oxyde de carbone était plus élevé que celui de l'élève pilote.

Les niveaux de saturation en oxyde de carbone retrouvés chez les deux pilotes au moment des analyses toxicologiques ne sont généralement pas jugés importants quant à leurs conséquences sur le rendement d'une personne; toutefois, si l'on ajoute un facteur de quatre pour cent afin de tenir compte de la raréfaction de l'oxygène à 4 000 pieds asl, on en arrive à une plage allant de sept à treize pour cent chez le commandant de bord, et de quatre à neuf pour cent chez l'élève pilote. Même si de tels niveaux d'oxyde de carbone ne sont pas censés avoir eu d'importants effets sur le rendement des pilotes, il est toutefois impossible d'éliminer complètement la présence d'un certain effet. De plus, la légère artériosclérose découverte pendant l'examen microscopique des coronaires du commandant de bord, associée au léger niveau d'oxyde de carbone, a peut-être induit une certaine forme d'incapacité inhérente à la présence d'angine. En supposant qu'une telle incapacité soit survenue, notamment au cours d'une manoeuvre aussi critique qu'une vrille, la maîtrise de l'avion a pu s'en ressentir. Cette hypothèse n'a pu être corroborée.

Les instructions du détecteur d'oxyde de carbone sont imprimées au dos du boîtier et ne sont donc plus visibles une fois que le dispositif a été posé. Comme le détecteur en question retrouve sa couleur normale lorsque l'air redevient plus pur, le fait de ne vérifier le détecteur qu'au moment des vérifications du poste de pilotage avant le démarrage ne peut mettre l'équipage en garde contre la présence d'une fuite antérieure d'oxyde de carbone dans le poste de pilotage. Le détecteur aurait dû être vérifié périodiquement en vol pour alerter l'équipage de la présence d'oxyde de carbone. On ne sait pas si l'équipage était au courant des caractéristiques de fonctionnement du détecteur ni s'il a remarqué ce qu'indiquait le détecteur d'oxyde de carbone pendant le vol.

L'enquête a donné lieu aux rapports de laboratoire suivants :

LP 2/98 - Exhaust System Examination (Examen du système d'échappement)

LP 196/97 - Instrument Examination (Examen d'instruments)

Faits établis

1. D'après les dossiers, les deux membres d'équipage détenaient les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur.
2. Les conditions météorologiques n'ont joué aucun rôle.
3. Les dossiers de maintenance de la compagnie montre que l'avion était certifié et entretenu conformément à la réglementation en vigueur.
4. Rien n'indique qu'il y ait eu défaillance de la cellule ou du moteur avant ou pendant le vol.
5. Les segments d'étanchéité des cylindres du moteur étaient usés au-delà des spécifications du motoriste, ce qui permettait à des gaz de combustion de passer dans le carter moteur, les résidus de combustion étant évacués par la mise à l'air libre du collecteur du carter.
6. Une fuite des gaz d'échappement par un petit trou dans la pipe d'échappement du cylindre numéro 4 s'est traduite par une accumulation d'oxyde de carbone dans le compartiment moteur. Une partie de cet oxyde de carbone s'est probablement rendue au-delà de la cloison pare-feu, ce qui a exposé l'équipage à un léger niveau d'oxyde de carbone à l'intérieur de la cabine.
7. Les examens toxicologiques ont révélé l'absence d'alcool et de drogues illicites.
8. Les examens toxicologiques portant sur la présence d'oxyde de carbone ont révélé un niveau de zéro à cinq pour cent chez l'élève pilote, et de trois à neuf pour cent chez le commandant de bord.
9. Compte tenu de la raréfaction de l'oxygène avec l'altitude, les effets physiologiques ressentis par l'équipage correspondaient à un niveau d'oxyde de carbone allant de sept à treize pour cent dans le cas du pilote, et de quatre à neuf pour cent dans celui du copilote.
10. L'équipage a pu ressentir quelques légers effets physiologiques dus à la présence d'un léger niveau d'oxyde de carbone dans la cabine; toutefois, on ne s'attend généralement pas à ce qu'un niveau aussi faible d'oxyde de carbone ait de grandes répercussions sur le rendement des personnes.
11. L'examen microscopique effectuée pendant l'autopsie a montré que le commandant de bord souffrait d'une légère artériosclérose des coronaires.
12. Bien que la légère artériosclérose du commandant de bord ait pu rendre ce dernier plus sujet à de l'angine à cause des effets de l'oxyde de carbone présent dans la cabine, il n'a pas été possible de déterminer si le commandant de bord avait véritablement souffert d'une telle incapacité.
13. La manoeuvre entamée à 4 000 pieds asl s'est poursuivie au-dessous de l'altitude minimale de sortie d'une acrobatie aérienne prévue dans le RAC, et ce, sans que l'on sache pourquoi.
14. Il semble qu'il y ait eu tentative de sortie d'un décrochage aérodynamique secondaire près du sol, l'altitude restante ne permettant toutefois pas de faire un rétablissement.

15. Les instructions du détecteur d'oxyde de carbone sont imprimées au dos du boîtier et ne sont plus visibles une fois que le dispositif a été posé.

Causes et facteurs contributifs

Pendant la sortie d'une manoeuvre d'entraînement qui s'est poursuivie au-dessous d'une altitude sécuritaire, l'avion a subi un décrochage secondaire à une altitude qui ne permettait plus de faire un rétablissement. Il n'a pas été possible de savoir pourquoi la manoeuvre d'entraînement s'était prolongée au-dessous d'une altitude sécuritaire. Il se peut que le niveau d'oxyde de carbone mesuré chez les deux pilotes ait eu un certain effet physiologique sur leur rendement, mais l'importance de cet effet n'a pu être déterminée.

Mesures de sécurité

Les services de la formation au pilotage de Transports Canada effectuent actuellement une étude sur les accidents consécutifs à des vrilles ou à des décrochages pendant l'entraînement des pilotes.

Le présent rapport met fin à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports sur cet accident. La publication de ce rapport a été autorisée le 10 février 1999 par le Bureau qui est composé du Président Benoît Bouchard et des membres Maurice Harquail, Charles Simpson et W.A. Tadros.