

RAPPORT D'ENQUÊTE SUR UN ÉVÉNEMENT AÉRONAUTIQUE  
A96C0232

RENTRÉE INTEMPESTIVE DU TRAIN D'ATTERRISSAGE

PERIMETER AIRLINES (INLAND) LTD  
SWEARINGEN SA226-TC METRO C-GYRD  
WINNIPEG (MANITOBA)  
LE 6 NOVEMBRE 1996

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

### Rentrée intempestive du train d'atterrissage

Perimeter Airlines (Inland) Ltd  
Swearingen SA226-TC Metro C-GYRD  
Winnipeg (Manitoba)  
Le 6 novembre 1996

Rapport numéro A96C0232

### *Sommaire*

L'avion affecté au vol 625 de Perimeter Airlines, un Fairchild SA226-TC Metro II, numéro de série TC 278 retournait à Winnipeg (Manitoba) après un vol de transport de fret à Regina (Saskatchewan). L'avion était piloté par un équipage de deux pilotes, et il n'y avait aucun passager à bord. L'équipage a effectué une approche guidée au système d'atterrissage aux instruments (ILS) sur la piste 36, et le copilote était aux commandes. L'avion a touché des roues à environ 1 200 pieds du seuil, a roulé sur environ 2 000 pieds, puis le train d'atterrissage s'est rétracté. L'avion s'est immobilisé sur le ventre sur la piste, près de l'intersection de la piste 07-25, à environ 3 300 pieds du point de toucher des roues. L'équipage a coupé les moteurs et a évacué l'avion. Il n'y a eu aucun blessé.

*This report is also available in English.*

## *Autres renseignements de base*

Le commandant de bord totalisait environ 4 500 heures de vol, dont 70 avait été effectuée au cours des 30 derniers jours. Le copilote avait environ 750 heures de vol à son actif, dont 70 heures au cours des 30 derniers jours. Le commandant de bord et le copilote possédaient les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol. Les deux ont déclaré que la sortie du train d'atterrissage avait été commandée pendant l'approche, que le sélecteur de train d'atterrissage avait été laissé en position sortie et que la pression indiquée du circuit hydraulique était de 2 000 livres par pouce carré (lb/po<sup>2</sup>) après que le train d'atterrissage eut été sorti. La procédure normalisée de la compagnie consiste à sortir le train d'atterrissage au moment où l'avion intercepte la pente de descente au cours de l'approche. La pression normale du circuit hydraulique se situe entre 1 750 et 2 000 lb/po<sup>2</sup>. Selon les déclarations de l'équipage, le voyant de train d'atterrissage indiquait que les trois jambes de train étaient sorties.

On a observé l'avion faire sa percée des nuages à environ 200 pieds au-dessus du sol (agl), un peu à droite de l'axe de piste, puis manoeuvrer en position pendant la descente vers la piste. Plusieurs témoins ont décrit l'atterrissage comme étant normal. Après s'être posé, l'avion a roulé sur environ 2 000 pieds et a ralenti à une vitesse estimée de 40 noeuds avant de disparaître de la vue des témoins. On a indiqué que le train d'atterrissage était sorti pendant l'atterrissage et le début de la course à l'atterrissage. Peu après, les trois jambes de train ont commencé à s'escamoter, et l'avion s'est affaissé sur la piste. Lorsque les hélices de l'avion ont heurté la piste, elles se sont recourbées vers l'arrière et se sont brisées, et plusieurs pièces de celles-ci ont pénétré dans le fuselage, sectionnant un gros faisceau de fils électriques et quelques conduites hydrauliques.

L'accident s'est produit à 12 h 51, heure normale du Centre (HNC). Les conditions météorologiques à Winnipeg à 13 h 00 HNC étaient les suivantes : vent soufflant du 360° vrais à 14 noeuds, visibilité d'un demi-mille terrestre dans de la neige, visibilité verticale de 200 pieds, et température et point de rosée à zéro degré Celsius. Un rapport d'état de la surface à 12 h 00 HNC indiquait qu'une bande centrale de 100 pieds sur la piste 36 étaient recouverte d'une couche de neige et de neige mouillée d'une épaisseur d'un huitième de pouce, le reste étant recouvert de deux pouces de neige et de neige mouillée. Des agents de déglacage avaient été épandus. L'équipage a signalé qu'il y avait de la neige mouillée au départ de Regina.

La masse maximale autorisée de l'avion au décollage est de 12 500 livres. La masse brute de l'avion au décollage de Regina était de 11 145 livres, et sa masse à l'atterrissage à Winnipeg était de 10 295 livres. Les limites de centrage autorisées à 10 295 livres sont comprises entre 256.3 et 277 pouces à l'arrière du point de référence. Le centrage de l'avion à l'atterrissage était de 257.5 pouces derrière le point de référence.

Le train d'atterrissage est actionné par l'énergie hydraulique. Le circuit hydraulique comprend deux pompes entraînés par moteur qui fournissent du fluide sous pression à un distributeur hydraulique. Dans le distributeur, des électro-robinets dirigent le liquide dans les conduites de « rentrée » et de « sortie » du train d'atterrissage. Le sélecteur de train d'atterrissage a été retrouvé en position sortie après l'accident. L'avion a été soulevé avec des grues. On a pu alors observer que le train principal gauche se trouvait en position rentré et verrouillé, tandis que le train principal droit et le train avant étaient partiellement sortis. Une fois que les trappes de train d'atterrissage et les verrous trains rentrés ont été ouverts, le train d'atterrissage est facilement sorti dans sa position géométrique. Il n'a pas été possible de faire fonctionner les circuits électrique et hydraulique du fuselage à cause des dommages qu'ils avaient subis; toutefois, l'avion a fait l'objet d'inspections et d'essais dans la mesure où c'était possible de le faire.

Le sélecteur de train d'atterrissage et le sélecteur des volets du poste de pilotage commandent chacun des circuits électriques de 28 volts de « rentrée » et de « sortie » reliés au distributeur hydraulique. Le circuit électrique allant de ces sélecteurs jusqu'à la barrette de raccordement dans la nacelle du moteur gauche a été mis à l'essai, et aucune anomalie n'a été décelée. Cependant, ce circuit comprend plusieurs connecteurs entre le poste de pilotage et la barrette, et l'on ne peut donc écarter la possibilité d'une défektivité intermittente. Le circuit électrique comprend des contacteurs d'interdiction sur chaque jambe de train. Les contacteurs d'interdiction sont conçus pour éviter qu'un signal de rentrée du train émanant du sélecteur de train d'atterrissage ne parvienne au distributeur hydraulique lorsque le poids de l'avion repose sur les amortisseurs oléopneumatiques du train d'atterrissage. Le sélecteur de train d'atterrissage et les contacteurs d'interdiction ont été mis à l'essai et ils fonctionnaient correctement. On a découvert que la course de déploiement de la jambe oléopneumatique du train d'atterrissage était supérieure à ce que recommandait l'avionneur, mais qu'elle se situait dans la plage qui permettait un bon fonctionnement des contacteurs d'interdiction.

L'examen du circuit électrique a révélé que les faisceaux de fils du train d'atterrissage et des volets dans la nacelle du moteur gauche, entre les fiches Cannon du distributeur et la barrette de raccordement de la nacelle, avaient été remplacés après l'entrée en service de l'avion chez l'exploitant. En de nombreux endroits, ce câblage était dénudé sur des petites surfaces, et l'isolant en nylon des faisceaux de fils semblait avoir été usé par abrasion. Le faisceau de fils des volets était partiellement enveloppé dans un tube isolant souple (spaghetti), et le faisceau de fils du train d'atterrissage était enveloppé de ruban stratifié. Aucun des faisceaux de fils n'était fixé à la structure de l'avion dans la partie située entre la barrette de raccordement et le distributeur hydraulique. Un peu d'huile maculait les faisceaux de fils dans la zone du distributeur.

Les dossiers de l'exploitant indiquaient que l'avion avait été entretenu conformément à la réglementation de navigabilité en vigueur. Il n'y avait aucune inscription mentionnant spécifiquement la réparation des faisceaux de fils entre la barrette de raccordement et le distributeur hydraulique. Néanmoins, une inscription datée du 9 août 1994 indiquait que « le disjoncteur de commande du train d'atterrissage se déclenche tout le temps; réparé le câblage de la vanne de commande hydraulique selon le S/B 226 29 008, installé la barrette de raccordement et remplacé les diodes du câblage des volets et du train d'atterrissage au niveau du distributeur.»

Les fils dénudés sont sujets à des courts-circuits s'ils viennent en contact avec un autre fil non isolé ou un matériau conducteur, ou à la suite d'un contact avec des polluants comme de l'eau, de la neige mouillée ou des liquides de dégivrage. La réglementation en matière de navigabilité ne précise pas de méthode pour protéger le câblage de l'usure par frottement. Toutefois, les normes de méthode préconisent que le câblage soit protégé des courts-circuits résultant de l'abrasion et de la contamination. Les normes de méthode recommandent de poser des attaches ou des colliers pour fixer le câblage à la structure de l'avion, ou de faire passer le câblage dans des tubes ou des guides-fils aux endroits où il y a risque d'abrasion.

Le distributeur hydraulique a été déposé et examiné au Laboratoire technique du BST, à Ottawa (voir le rapport LP 166/96). Le distributeur ne présentait aucun dommage et il fonctionnait normalement. Aucun intervalle de révision relatif au distributeur ou au câblage qui lui est associé ne figure dans les procédures de maintenance agréées de l'exploitant ou dans les exigences de l'avionneur. La maintenance de ces pièces s'effectue « selon état », et ils n'ont pas à être remplacés tant qu'ils fonctionnent de façon satisfaisante. Le distributeur avait été fabriqué en 1983; toutefois, aucun dossier n'a été retrouvé indiquant quand il avait été monté sur l'avion, ni la durée de service totale de ce composant.

Pour que le distributeur rentre le train d'atterrissage après l'atterrissage, il faudrait que le signal électrique « sortie » du train soit supprimé et qu'un signal « rentrée » soit envoyé. Le fil dénudé dans la nacelle du moteur

gauche se situait électriquement en aval du sélecteur de train d'atterrissage. Il est aussi situé en aval des contacteurs d'interdiction du train d'atterrissage. Ces contacteurs sont conçus pour éviter qu'un signal « rentrée » ne se rende au distributeur à la suite de l'actionnement accidentel du sélecteur de train d'atterrissage dans le poste de pilotage alors que l'avion est au sol.

L'avion en question figure au programme d'inspection par phases de Fairchild. Le programme d'inspection prévoit la division de l'inspection de l'avion en 10 segments désignés « zones ». Pendant un cycle de 800 heures, chaque zone doit être inspectée au moins une fois lors d'une inspection « approfondie » et une fois lors d'une inspection « sommaire ». Une inspection sommaire n'est qu'une inspection visuelle, sans dépose de panneaux; une inspection approfondie est plus détaillée, et elle nécessite la dépose de panneaux et de portes de visite. Selon le manuel de contrôle de la maintenance (MCM) de l'exploitant agréé par Transports Canada, les inspections par phases doivent être exécutées selon des intervalles de 150 heures pour un cycle total de 1 200 heures. L'inspection de la servocommande et des faisceaux de fils qui lui sont associés figurent dans un objectif énoncé dans la section 1 du programme d'inspection par phases.

Tant l'avionneur que le MCM exigent que l'inspection de chaque zone soit faite selon les feuilles d'inspection. Dans le cas des inspections approfondies, des diagrammes des panneaux sont fournis. Selon le diagramme des panneaux, la zone 5 comprend le train d'atterrissage et les logements de roues, tandis que la zone 9 comprend les moteurs. Toutefois, le diagramme des panneaux de la zone 9 comprend non seulement les moteurs, mais aussi toute la nacelle, laquelle se trouve à l'extérieur du logement de roues. Les feuilles d'inspection indiquent qu'une inspection approfondie de la zone 5 nécessite la dépose de 11 panneaux de visite, mais elle n'exige pas la dépose du panneau de visite du transmetteur du distributeur hydraulique. En fait, le panneau de visite du transmetteur n'est pas indiqué. Les listes de vérification prescrivent que la zone du distributeur doit être inspectée par l'intermédiaire du panneau 551 situé dans le logement de roues avant. Toutefois, rien n'indique spécialement qu'il faille vérifier les faisceaux de fils ou la barrette de raccordement et les diodes associés au distributeur. Il est difficile d'inspecter l'état du distributeur par le panneau du logement de roues. Une inspection complète, notamment l'inspection des composants électriques, nécessite la dépose du panneau de visite du transmetteur.

Dans le cas d'une inspection approfondie de la zone 9, les feuilles d'inspection prescrivent la dépose des panneaux 958 et 959, mais ces panneaux ne sont pas illustrés. Les feuilles d'inspection de la zone 9 mentionnent l'inspection de certains éléments qui ne sont accessibles que par le panneau de visite du transmetteur situé sous le distributeur.

L'enquête a donné lieu au rapport de laboratoire suivant :

LP166/96 - Hydraulic Power Pack and Wiring (distributeur hydraulique et câblage).

## *Analyse*

La masse et le centrage de l'avion se trouvaient dans les limites approuvées pendant le vol en question. Selon toute apparence, les circuits électrique et hydraulique de l'avion fonctionnaient normalement pendant le vol, jusqu'à ce que l'avion se pose à Winnipeg.

Même si l'équipage a coupé les moteurs de l'avion dès que ce dernier s'est affaissé sur la piste, des morceaux des hélices se sont détachés et ont pénétré dans le fuselage, sectionnant des câbles électriques et des conduites hydrauliques.

Les rapports de l'équipage et des témoins indiquent que l'équipage avait commandé la sortie du train pendant l'approche, et que le train d'atterrissage s'était déployé en position sortie bien avant que l'avion se pose. La distance parcourue par l'avion sur son train d'atterrissage et le ralentissement pendant ce temps indiquent que selon toute vraisemblance le poids de l'avion reposait en grande partie sur le train d'atterrissage avant que celui-ci ne rentre après l'atterrissage. Le bon état de fonctionnement des contacteurs d'interdiction de train d'atterrissage et le déploiement des amortisseurs oléopneumatiques rendent peu probable la réception d'un signal « rentrée » provenant du sélecteur de train dans le poste de pilotage après le toucher des roues de l'avion.

Une partie du faisceau de fils des volets au niveau de la barrette de raccordement était enveloppée dans un tube en plastique tendre, et le faisceau de fils du train à cet endroit était enveloppé de ruban stratifié. Toutefois, ces éléments n'ont pas suffi à protéger convenablement le câblage, et il s'en est suivi que ce dernier a subi des dommages par abrasion. Ces mesures n'allaient pas à l'encontre de la réglementation en vigueur, mais elles n'étaient pas conformes aux normes de méthode acceptées.

Le scénario le plus probable de l'accident est le suivant : la servocommande hydraulique aurait reçu un signal électrique de « rentrée » et aurait perdu son signal électrique normal de « sortie », ce qui a fait rentrer le train d'atterrissage. Le bon état de fonctionnement du train d'atterrissage et du circuit électrique menant à la barrette de raccordement indique que la source la plus probable du signal électrique « rentrée » se trouvait dans la zone située entre la barrette et le distributeur hydraulique, zone où se trouvaient des fils électriques dénudés dans les circuits des volets et du train d'atterrissage. La présence d'huile sur ces fils, combinée à l'eau et à la neige mouillée de la piste à Winnipeg et à Regina ainsi qu'à l'utilisation de liquides de déglacage chimiques, ont augmenté la probabilité que des courts-circuits électriques se produisent dans la zone de la barrette de raccordement et des connecteurs du distributeur.

Bien que les feuilles d'inspection de Fairchild exigent la dépose de 11 panneaux pour exécuter l'inspection approfondie de la zone 5, elles ne montrent ni ne mentionnent le panneau de visite du transmetteur du distributeur hydraulique. Le détail poussé des feuilles et des diagrammes des panneaux laisse croire que les procédures qui y sont indiquées suffisent à exécuter l'inspection, et qu'une inspection plus poussée et la dépose de panneaux ne sont pas nécessaires. Toutefois, les procédures figurant dans l'inspection de la zone 5 ne peuvent permettre de réaliser l'objectif énoncé dans la section 1 du programme d'inspection par phases, soit l'inspection de l'état du distributeur et du faisceau de fils qui lui est associé, sans la dépose du panneau de visite du transmetteur. Comme la maintenance des composants en question s'effectue « selon état », sans intervalle de remplacement obligatoire, il est peu probable que cet endroit soit inspecté dans le cadre du programme d'inspection en vigueur à moins qu'un composant tombe en panne.

Les procédures d'inspection décrites dans le programme d'inspection par phases de l'avionneur et dans le MCM, pour ce qui est des panneaux qui ne sont pas illustrés et de l'exigence d'inspecter des éléments qui ne sont pas accessibles si l'on suit les procédures énoncées, sont ambiguës et elles réduisent l'efficacité des inspections.

## *Faits établis*

1. L'équipage possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol.
2. La masse et le centrage de l'avion se trouvaient dans les limites approuvées pendant tout le vol en question.
3. L'équipage a commandé la sortie du train d'atterrissage pendant l'approche, et le train était sorti avant que l'avion ne se pose.
4. L'avion a roulé sur les roues de son train d'atterrissage sur environ 2 000 pieds sur la piste 36 avant que le train ne rentre de façon intempestive.
5. Les dossiers de l'avion indiquent que ce dernier était certifié et entretenu conformément à la réglementation en vigueur.
6. Il est peu probable que le distributeur hydraulique ait reçu un signal « rentrée » émanant du sélecteur de train d'atterrissage dans le poste de pilotage après le toucher des roues de l'avion.
7. L'isolant des faisceaux de fils électriques des circuits des volets et du train d'atterrissage situés entre la barrette de raccordement et le distributeur hydraulique de la nacelle du moteur gauche était usé par endroits, mettant les fils à nu.
8. Les réparations qui avaient été faites aux faisceaux de fils après l'entrée en service de l'avion chez l'exploitant n'incluaient pas l'installation d'une protection adéquate des faisceaux pour éviter l'usure par frottement et elles n'étaient pas conformes aux normes de méthode acceptées.
9. Les pistes mouillées et recouvertes de neige mouillée au départ et à l'atterrissage ainsi que la présence d'huile sur les faisceaux de fils favorisaient l'apparition d'anomalies électriques dans les fils non protégés.
10. Le programme d'inspection par phases de l'avionneur et le programme de maintenance approuvé de l'exploitant sont ambigus et n'exigent pas clairement l'inspection du distributeur hydraulique ni de son faisceau de fils.
11. Des morceaux de pales d'hélice ont pénétré dans le fuselage et ont sectionné les circuits électrique et hydraulique.

## *Causes et facteurs contributifs*

Le train d'atterrissage a commencé à rentrer de façon intempestive après l'atterrissage, probablement à la suite d'un ou de plusieurs courts-circuits électriques dans les faisceaux de fils du train d'atterrissage et des volets, près du distributeur hydraulique. Ont contribué aux défauts électriques les conditions ambiantes de la piste, les conditions météorologiques, le manque de protection du câblage à la suite d'une réparation aux faisceaux de fils et les procédures ambiguës des programmes d'inspection de l'avionneur et de l'exploitant.

## *Mesures de sécurité prises*

En janvier 1997, l'exploitant a révisé les feuilles d'inspection approfondie de la zone 5. La révision comprend les ajouts suivants : « Zone d'inspection approfondie 5L, article 3 : Enlever le panneau situé sous le distributeur. Vérifier l'état du câblage. Nota : Si la zone sous le distributeur est sale, laver au Varsol avant de procéder à l'inspection. »

Les nouveaux avions Fairchild Metro sont équipés d'écrans en matériau composite, montés sur le fuselage, près des hélices pour les protéger de la glace ainsi que de matelas en Kevlar à l'intérieur du fuselage pour une protection contre les éclats de métal. Selon ce qui a été rapporté, le montage de ces écrans et matelas réduit la probabilité que des morceaux de pales d'hélice pénètrent dans le fuselage.

En vue de clarifier le manuel d'inspection par phases, réf. 27-10054-031, en ce qui a trait aux procédures d'inspection, Transports Canada indique qu'il va demander à Fairchild de modifier le formulaire 2.609 des exigences d'inspection de la zone 9 afin que soit identifié l'emplacement des panneaux 958 et 959. De plus, Transports Canada va demander à Fairchild de déterminer si le faisceau de fils du distributeur, la barrette de raccordement et les diodes devraient être identifiés comme étant des éléments à inspecter en ouvrant le panneau 959.

*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 23 décembre 1997 par le Bureau qui est composé du Président Benoit Bouchard et des membres Maurice Harquail, Charles Simpson et W.A. Tadros.*