

Bureau de la sécurité des transports  
du Canada



Transportation Safety Board  
of Canada

# RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE

## A06W0002



### INCENDIE MOTEUR EN VOL

**DU DOUGLAS C-54G-DC (DC-4) C-GXKN  
EXPLOITÉ PAR BUFFALO AIRWAYS LIMITED  
À NORMAN WELLS (TERRITOIRES DU NORD-OUEST)  
(CYVQ)  
LE 5 JANVIER 2006**

**Canada**

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 aéronautique

### Incendie moteur en vol

du Douglas C-54G-DC (DC-4) C-GXKN  
exploité par Buffalo Airways Limited  
à Norman Wells (Territoires du Nord-Ouest)  
(CYVQ)  
le 5 janvier 2006

### Rapport numéro A06W0002

#### *Sommaire*

Le Douglas C-54G-DC (DC-4) immatriculé C-GXKN et portant le numéro de série 36090, qui est exploité par Buffalo Airways Limited, décolle de Norman Wells (Territoires du Nord-Ouest) à 17 h 49, heure normale des Rocheuses, pour effectuer un vol à vue à destination de Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest); à bord se trouvent quatre membres d'équipage et 2000 livres de fret. Alors qu'il passe en montée à une altitude d'environ 3500 pieds au-dessus du niveau de la mer, l'équipage est confronté à une panne du moteur numéro 2 et un incendie dans le fuseau-moteur. L'équipage effectue les vérifications incendie moteur qui comprennent la décharge des bouteilles extincteurs et la mise en drapeau de l'hélice numéro 2. L'incendie continue avec la même intensité. Pendant ce temps, l'hélice numéro 1 se met en drapeau de façon intempestive et le train d'atterrissage principal sort également de façon intempestive. L'équipage prépare un atterrissage d'urgence hors piste, mais pendant la descente vers l'aire d'atterrissage, il ferme le sélecteur carburant conformément à la liste de vérifications arrêt complet moteur, et l'incendie s'éteint de lui-même. L'équipage prend la décision de revenir à l'aéroport de Norman Wells, où il réussit à atterrir sur deux moteurs à 18 h 4, heure normale des Rocheuses. Les dommages par le feu qui subit l'avion sont importants, mais aucun des quatre membres d'équipage n'est blessé.

*This report is also available in English*

## *Autres renseignements de base*

D'après les dossiers, l'avion était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées. Le commandant de bord était titulaire d'une licence conformément à la réglementation en vigueur. Il détenait une licence de pilote de ligne valide annotée pour plusieurs types d'avions, dont le Douglas DC-4. Il détenait également une qualification de vol aux instruments valide et une qualification de pilote vérificateur agréé (type B). On estime qu'il totalisait plus de 15 600 heures de vol, dont environ 500 sur le Douglas DC-4 (C-54). Le copilote était certifié et qualifié pour le vol conformément à la réglementation en vigueur.

Le message météorologique horaire de 18 h, heure normale des Rocheuses<sup>1</sup>, pour Norman Wells indiquait des vents calmes, un ciel dégagé et une température de -25 °C. Les conditions météorologiques ne sont pas considérées comme un facteur dans cet incident.

Le C-GXKN était configuré comme avion de transport de fret, et il avait été autorisé à décoller de Yellowknife pour effectuer un vol régulier d'approvisionnement avec escales à Deline, Fort Good Hope et Norman Wells avant de retourner à Yellowknife. La masse de l'avion au départ de Norman Wells était de 49 660 livres, et la masse maximale autorisée au décollage était de 66 700 livres. Le centre de gravité de l'avion était dans les limites permises.

Sept minutes environ après le décollage (17 h 56), l'équipage a constaté un accroissement des vibrations, ce qui indiquait l'imminence d'une panne de moteur. Pendant que que l'on déterminait et que l'on vérifiait que le moteur numéro 2 était en cause, le feu est apparu dans le fuseau-moteur numéro 2, puis un voyant d'alarme incendie s'est allumé. Les points de la liste de vérifications incendie moteur ont été passés en revue de mémoire et les bouteilles extincteurs ont été déchargées; toutefois, l'incendie a persisté. L'équipage a ensuite préparé un atterrissage d'urgence hors piste sur la rive du lac Dot. Pendant la descente vers l'aire d'atterrissage, il a vérifié les points de la liste de vérifications arrêt complet moteur (voir l'Annexe A), ce qui comprenait de fermer le sélecteur carburant. L'incendie s'est éteint de lui-même peu après. L'équipage a ensuite pris la décision de tenter de retourner à l'aéroport de Norman Wells.

L'hélice numéro 1 s'est mise en drapeau de façon intempestive peu après l'arrêt du moteur numéro 2. Les tentatives de la dévirer et de redémarrer le moteur ont été vaines, puisque le système de mise en drapeau ne réagissait pas. Les relais, le câblage et d'autres composants du système de mise en drapeau des moteurs numéros 1 et 2 étaient logés dans une boîte de raccordement située dans le fuseau-moteur numéro 2.

À l'approche à Norman Wells, l'équipage a commandé la sortie du train d'atterrissage, et une indication inhabituelle et immédiate train principal sorti est apparue. Le temps de sortie du train avant a semblé normal, même si un voyant désaccord train est resté allumé pendant l'atterrissage. Les volets n'ont pu sortir à plus de 10° à cause de dommages au circuit

---

<sup>1</sup> Les heures sont exprimées en heure normale des Rocheuses (temps universel coordonné moins sept heures).

hydraulique. L'équipage a réussi à atterrir sur deux moteurs sur la piste 27 à une vitesse supérieure à la vitesse normale; l'avion s'est posé à 750 pieds environ du seuil de la piste de 6000 pieds.

Pendant la course à l'atterrissage, l'équipage n'a pu utiliser le freinage normal, et il a serré les freins d'urgence. Les marques des bandes de roulement montraient que les deux trains d'atterrissage principaux avaient freiné. À 700 pieds du seuil, l'avion a commencé à virer à droite. À 2600 pieds du seuil, le virage à droite s'est accentué, et environ 100 pieds plus loin, l'avion est sorti de piste. Ce dernier s'est immobilisé complètement dans de la neige profonde, à 60 pieds environ du bord de la piste.

La liste de vérifications incendie moteur (voir l'Annexe A) contenait les étapes à suivre pour arrêter le moteur, fermer les robinets coupe-feu pour interrompre l'alimentation en carburant, en huile et en liquides hydrauliques au moteur, et décharger les extincteurs à CO<sub>2</sub> dans les zones 2 (section des accessoires moteur) et 3 (section fuseau-moteur). La fermeture du robinet coupe-feu n'a pas eu d'effet sur l'alimentation en carburant dans la zone 3 parce que le feu avait touché la conduite de carburant entre le réservoir et le robinet coupe-feu (voir la Figure 1).

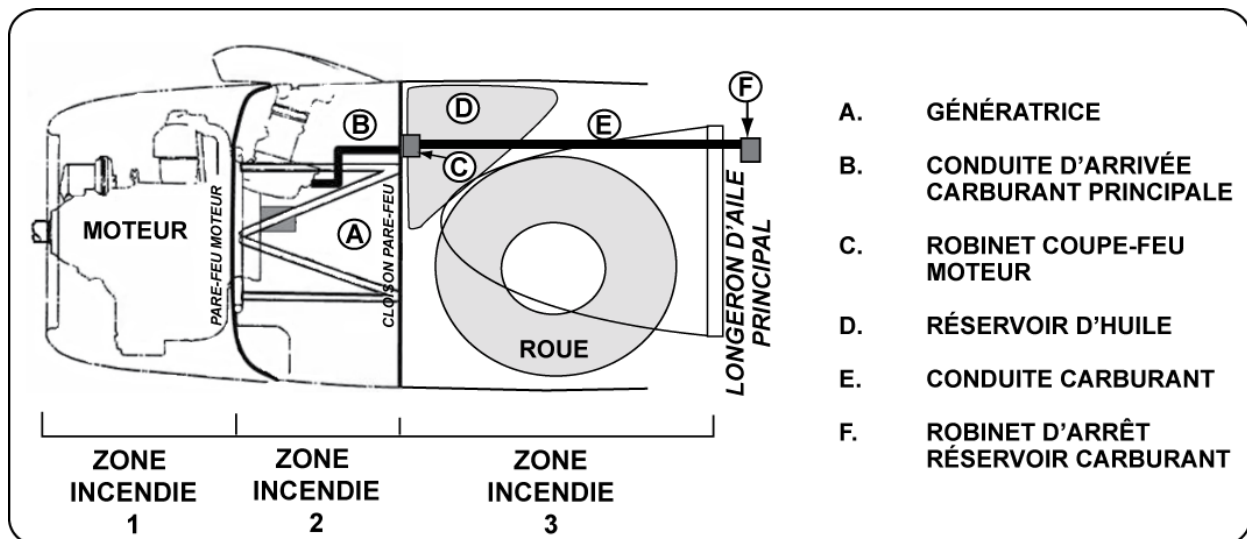
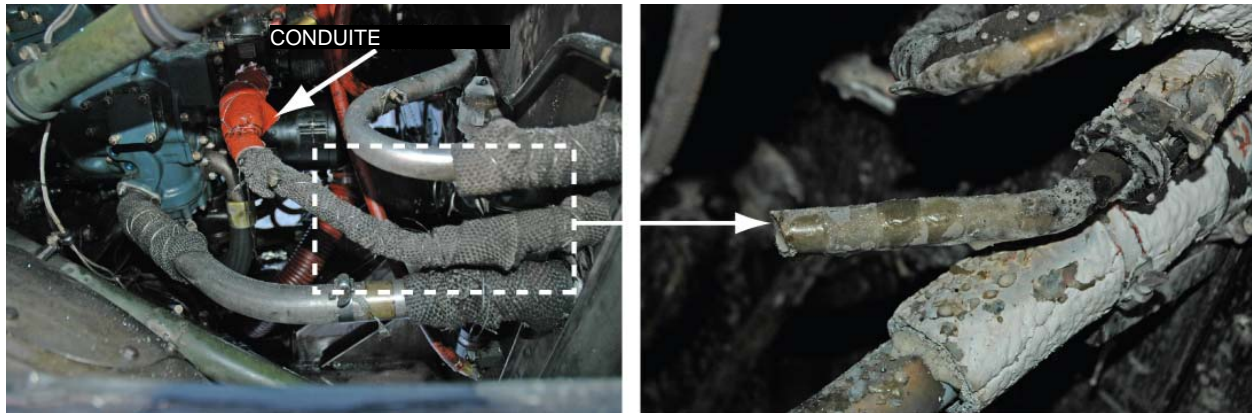


Figure 1. Schéma du fuseau-moteur numéro 2

L'examen du moteur numéro 2 (Pratt & Whitney USA, R-2000) a montré que l'incendie avait débuté dans la section accessoires inférieure gauche (zone 2). L'intensité du feu était compatible avec un incendie alimenté par le carburant et activé par l'huile et le liquide hydraulique du moteur. Le carburant provenait de la conduite d'arrivée carburant principale, qui passe de la cloison pare-feu extérieure à la pompe carburant entraînée par moteur. La conduite consistait en un tuyau tubulaire rigide en aluminium relié à des raccords faits d'un tuyau souple en caoutchouc au niveau de la cloison pare-feu, des raccords de pompe carburant étant par ailleurs fixés à l'aide de colliers de serrage de tuyau souple. Aucun document n'indiquait à quel moment les raccords en caoutchouc avaient été remplacés la dernière fois, ni leur temps de service. La conduite (voir la Figure 2) était enveloppée et imprégnée de silicate de sodium entre la cloison pare-feu et le raccord de la pompe. Un manchon pare-feu était monté sur le raccord au niveau de la pompe carburant. Aucun critère ni calendrier d'inspection spéciaux pour cette conduite ne sont spécifiés, sauf un essai d'étanchéité au moment d'un remplacement de moteur.

En juin 1948, Douglas Aircraft avait publié le bulletin de service (BS) DC-4 n° 66 concernant la prévention des incendies moteur sur les avions mentionnés dans les modificatifs 41-3, 42-2 et 61-2 du *Civil Air Regulations*. Le BS demandait d'utiliser plutôt un tuyau souple pour éliminer l'ensemble comprenant la conduite en aluminium, les raccords en caoutchouc et les colliers de serrage de tuyau souple. Une consigne de navigabilité (CN 48-12-01) a par la suite été publiée, laquelle exigeait l'application du BS DC-4 n° 66 dans le cas des avions utilisés dans le transport aérien. La modification n'avait pas été incorporée au C-GXKN.

La source d'inflammation n'a pu être déterminée, mais la génératrice (et les étincelles produites par les balais) et le circuit d'échappement étaient très près de l'endroit où l'incendie s'est déclaré.



**Figure 2.** Installation type de la conduite de carburant dans la zone 2 par comparaison avec la conduite de carburant en cause.

Des variations de pression du carburant avaient été constatées sur l'indicateur de pression du moteur numéro 2 au cours des vols précédents, et on avait présumé qu'il s'agissait de problèmes d'indicateur; par conséquent, on ne les avait pas signalés au personnel de maintenance. Au cours du vol en cause, la fréquence des variations a augmenté et on a également remarqué des vapeurs excessives s'échappant de l'évent du moteur numéro 2. Le tableau de dépannage contenu dans le manuel de maintenance du Douglas DC-4 indique que le desserrement des conduites ou des raccords entre le réservoir et la pompe est l'une des causes possibles des variations de pression du carburant.

Des dommages importants dus à l'incendie ont été causés à la cellule, dans le moteur numéro 2 et autour, y compris des perforations dans les revêtements inférieur et supérieur du fuseau-moteur, dans l'entrée d'air et dans l'âme du longeron principal de l'aile. Le volet derrière le fuseau-moteur était carbonisé, et tout le revêtement de toile de la gouverne de profondeur gauche avait brûlé. La contrefiche du train principal gauche et les composants hydrauliques étaient endommagés ou manquaient, le réservoir d'huile avait brûlé et s'était détaché, le refroidisseur d'huile manquait, et la boîte de connexion électrique avait brûlé. Les pneus du train d'atterrissage principal gauche n'avaient pas brûlé. L'incendie s'est propagé du côté intérieur le long du bord d'attaque de l'aile, à la section D, vers le fuselage, et du côté extérieur vers le fuseau-moteur numéro 1. L'intégrité structurale du support moteur et du fuseau-moteur a été affaiblie, comme le montre l'affaissement du moteur au-dessous de l'axe de traction.

La rupture de la base du cylindre numéro 6 et la rupture non confinée de la bielle connexe (bielle maîtresse) témoignaient de la défaillance mécanique du moteur numéro 2. Les dommages correspondaient à un manque d'huile causé par l'endommagement de la conduite de retour d'huile au refroidisseur. Il n'y avait pas de résidu brûlé dans le réservoir d'huile, et l'indicateur de quantité d'huile affichait que le réservoir était vide.

Une recherche dans la base de données concernant les incendies de moteur sur le DC-4 a révélé qu'il s'agissait de la onzième fois qu'un incendie impossible à maîtriser en vol dans les moteurs et les fuseaux-moteur numéro 2 ou numéro 3 était signalé depuis la publication de la CN 48-12-01. Ces événements ont fait 23 victimes. Dans la plupart des cas, les causes spécifiques des incendies n'ont pu être documentées à cause de l'importance des dommages. Dans neuf cas, l'avion s'est écrasé, dans deux cas, les moteurs numéros 2 ou 3 se sont détachés de l'avion en vol, et dans un cas, l'avion s'est disloqué en vol.

## *Analyse*

Interrompre immédiatement l'arrivée de carburant est une mesure essentielle à prendre en cas d'incendie en vol. La fermeture du robinet coupe-feu conformément à la liste de vérifications incendie moteur n'a pas interrompu l'arrivée de carburant dans la zone d'incendie. Lorsque par la suite, le sélecteur carburant a été fermé conformément à la liste de vérifications arrêt complet moteur, l'arrivée de carburant a été interrompue. Si le sélecteur carburant avait été fermé dans le cadre des vérifications de la liste initiale de vérifications incendie moteur, l'incendie se serait éteint plus tôt.

La conduite carburant étant en métal et munie de raccords faits d'un tuyau souple en caoutchouc et de colliers de serrage de tuyau souple, le risque de fuites à cause des différents taux de dilatation des matériaux était accru. Les caractéristiques d'étanchéité sont plus cruciales en raison des variations de température draconiennes en service, du vieillissement des tuyaux souples en caoutchouc et de la détérioration due à la chaleur. Le revêtement enveloppant et la gaine pare-feu risquent de dissimuler tout signe de fuite légère jusqu'à ce que la fuite ait augmenté considérablement. Les modifications indiquées dans le BS et la CN, lesquels exigeaient le remplacement de la conduite carburant, n'avaient pas été incorporées au C-GXKN.

L'indication de variations de pression carburant avant l'événement avait été attribuée à un problème d'indicateur, et elle n'a pas été signalée au personnel de maintenance. Une investigation technique conformément au tableau de dépannage du manuel de maintenance aurait pu révéler une fuite de la conduite de carburant sous pression.

L'indication immédiate de sortie du train principal, lorsque cette sortie a été commandée, révélait que le train était déjà sorti de façon intempestive et à l'insu de l'équipage. Cette situation correspondrait à la perte de pression hydraulique dans le système de rentrée du train à cause des dommages causés par le feu dans la section des accessoires. La sortie du train dès le début de l'événement est démontrée par le fait que les pneus gauches n'ont pas brûlé, contrairement à ce qui se serait produit s'ils étaient restés dans le fuseau-moteur.

Si l'avion avait volé à une masse brute plus élevée, la perte de puissance de deux moteurs, combinée à la traînée supplémentaire du train principal sorti, aurait pu empêcher le retour à l'aéroport ou produire une perte de maîtrise en vol.

### *Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs*

1. La consigne de navigabilité CN 48-12-01 exige le remplacement de la conduite de carburant susceptible de présenter un danger, mais cette conduite n'avait pas été remplacée sur l'avion en cause.
2. Une fuite de la conduite d'arrivée carburant principale dans le compartiment moteur de l'avion de transport de fret DC-4 en question a causé un incendie en vol qui s'est propagé dans le fuseau-moteur et dans l'aile.
3. L'incendie alimenté par le carburant a brûlé pendant un long moment parce que la liste de vérifications incendie moteur principale ne demande pas de fermer le sélecteur carburant.

### *Mesures de sécurité*

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a fait parvenir deux lettres d'information sur la sécurité aérienne à Transports Canada concernant les préoccupations suivantes que soulève l'événement en question :

- La Lettre d'information sur la sécurité aérienne A060003-1 (A06W0002) *Emergency Checklist – Engine Fire Procedure for Douglas C54G-DC Aircraft* (Liste de vérifications en cas d'urgence – Procédure en cas d'incendie moteur du Douglas C54G-DC), a été envoyée à Transports Canada le 23 février 2006. Cette lettre faisait état de la préoccupation concernant le moment sur la liste de vérifications où il faut fermer le sélecteur carburant.

L'exploitant a modifié la liste de vérifications incendie moteur et les procédures d'utilisation normalisées en cas d'un incendie moteur en vol en ajoutant « Fuel Selectors Off » (Sélecteurs carburant fermés) immédiatement après « Mixtures to Idle Cut Off » (Mélanges sur « étouffoir »).

- La Lettre d'information sur la sécurité aérienne A060005-1 (A06W0002) – *Fuel Line Installation Configuration and Maintenance* (Configuration et maintenance des conduites carburant), a été envoyée à Transports Canada le 2 mars 2006. Cette lettre faisait état de la préoccupation concernant l'applicabilité de la CN 48-12-01 à l'avion de transport de fret C-54G-DC.

Le 6 juin 2006, Transports Canada a fait parvenir une réponse au BST concernant la Lettre d'information sur la sécurité aérienne A060005-1 (A06W0002). Transports Canada indiquait qu'il avait communiqué avec le seul exploitant de ce type d'avion au Canada pour déterminer si

ledit exploitant avait incorporé les mesures de la consigne de navigabilité AD 48-12-01 à ses avions. Il est apparu que deux des quatre avions n'étaient pas conformes à la CN en question, et la compagnie a entrepris les démarches nécessaires pour corriger la situation.

*Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 22 février 2007.*

*Visitez le site Web du BST ([www.bst.gc.ca](http://www.bst.gc.ca)) pour plus d'information sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.*



*Annexe A – Listes de vérifications incendie moteur et arrêt complet moteur pour les DC-4 de Buffalo Airways Limited*

[Traduction]

**LISTE DE VÉRIFICATIONS INCENDIE MOTEUR**

1	MÉLANGE .....	ÉTOUFFOIR
2	HÉLICE.....	EN DRAPEAU
3	POMPE D'APPOINT.....	COUPÉE
4	ALCOOL.....	COUPÉ
5	GÉNÉRATRICES .....	COUPÉES
6	ROBINET COUPE-FEU.....	TIRÉ
7	VOLETS DE CAPOT : ZONE 1 .....	OUVERTS
8	VOLETS DE CAPOT : ZONES 2 ET 3.....	FERMÉS
9	EXTINCTEUR AU CO <sub>2</sub> (ZONES 2 ET 3) .....	TIRÉ

**LISTE DE VÉRIFICATIONS ARRÊT COMPLET MOTEUR**

1	VOLETS DE CAPOT .....	FERMÉS
2	SÉLECTEUR CARBURANT .....	COUPÉ
3	INTERCOMMUNICATION CARBURANT.....	COUPÉE
4	POMPE D'APPOINT.....	COUPÉE
5	GÉNÉRATRICE .....	COUPÉE
6	ALLUMAGE .....	COUPÉ
7	SÉLECTEUR DÉPRESSION.....	AU BESOIN