

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A02C0227

INCENDIE DANS LE POSTE DE PILOTAGE
ET ATERRISSAGE DE PRÉCAUTION

DU BOEING 777-228ER F-GSPZ

EXPLOITÉ PAR AIR FRANCE

À 290 NM AU NORD-EST DE CHURCHILL (MANITOBA)

LE 17 OCTOBRE 2002

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 dans le poste de pilotage et atterrissage de précaution

du Boeing 777-228ER F-GSPZ
exploité par Air France
à 290 nm au nord-est de Churchill (Manitoba)
le 17 octobre 2002

Rapport numéro A02C0227

Résumé

Le 17 octobre 2002, le Boeing 777-228ER portant le numéro de série 32310 assurant le vol 062 d'Air France (AFR062) quitte Paris (France) pour un vol régulier à destination de Los Angeles (États-Unis), avec 172 passagers et 17 membres d'équipage à son bord. À 14 h 59, temps universel coordonné, pendant que l'avion est en croisière au niveau de vol 360, le personnel de cabine perçoit une odeur anormale dans la cabine. Le commandant de bord se rend dans la cabine pour vérifier et, peu de temps après, un incendie se déclare près du pare-brise gauche du poste de pilotage. Le copilote de relève réussit à l'éteindre, mais deux grandes criques apparaissent dans le pare-brise.

L'équipage se dérouta sur Churchill (Manitoba), posa l'avion et l'immobilisa sur la piste 33 recouverte de neige. L'avion est déplacé par la suite jusqu'à l'aire de trafic de l'aérogare où les passagers évacuent l'avion par le toboggan avant droit. Aucun passager ni membre d'équipage n'est blessé. Seules les parties gauches du pare-brise avant et de l'écran anti-éblouissement sont endommagées.

This report is also available in English.

Table des matières

1.0	Renseignements de base	1
1.1	Déroulement du vol	1
1.2	Victimes	2
1.3	Dommmages à l'aéronef	2
1.4	Autres dommmages	2
1.5	Renseignements sur le personnel.....	2
1.6	Renseignements sur l'aéronef	3
1.6.1	Généralités	3
1.6.2	Renseignements sur le pare-brise	3
1.6.2.1	Problème antérieur.....	3
1.6.2.2	Description du pare-brise.....	4
1.6.2.3	Procédé de fabrication des pare-brise.....	5
1.6.2.4	Bornes d'alimentation de pare-brise ayant déjà fait l'objet d'une enquête	5
1.6.2.5	Écoulement de l'air dans le poste de pilotage	6
1.6.2.6	Avertissements et alertes	6
1.6.2.7	Voyant de contournement du refroidissement de l'équipement.....	7
1.6.2.8	Voyant réchauffage pare-brise avant gauche défectueux.....	7
1.6.3	Systèmes de navigation de bord	8
1.6.4	Porte du poste de pilotage	8
1.7	Renseignements météorologiques	8
1.8	Aides à la navigation	9
1.8.1	Churchill	9
1.8.2	Renseignements sur la compagnie.....	9
1.9	Télécommunications.....	10
1.9.1	Communications internes	10
1.9.2	Communications externes.....	11
1.10	Renseignements sur l'aérodrome.....	12
1.11	Enregistreurs de bord.....	13
1.11.1	Généralités	13
1.11.2	Qualité de l'enregistrement du CVR	13
1.12	Dommmages et examen de l'aéronef	14
1.12.1	Généralités	14

1.12.2	Couple des vis de fixation des bornes	14
1.12.3	Examen du pare-brise	15
1.12.4	Essais de la boîte de commande de réchauffage des pare-brise	15
1.13	Incendie.....	16
1.13.1	Généralités	16
1.13.2	Lutte contre l'incendie	16
1.13.3	Emplacement des extincteurs	17
1.14	Questions relatives à la survie des occupants	17
2.0	Analyse	18
2.1	Avertissements et alertes	18
2.2	Fabrication	18
2.3	Problèmes de pare-brise.....	18
2.4	Contrôle de la qualité	19
2.5	Enregistreurs de bord.....	20
2.6	Intervention de l'équipage	20
2.7	Déroutement	21
2.8	Télécommunications.....	21
2.9	Installations de Churchill	21
3.0	Conclusions.....	23
3.1	Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs	23
3.2	Faits établis quant aux risques.....	23
3.3	Autres faits établis	24
4.0	Mesures de sécurité	25
4.1	Mesures prises	25
4.1.1	Boeing.....	25
4.1.2	Air France	25
4.1.3	Organisation européenne pour l'équipement électronique de l'aviation civile	25
4.1.4	Aeronautical Radio Incorporated.....	26
4.1.5	Association du transport aérien international.....	26
4.1.6	Transports Canada	26
5.0	Annexes	

Annexe A – Bornes de pare-brise	28
Annexe B – Sigles et abréviations	30

1.0 Renseignements de base

1.1 Déroutement du vol

L'équipage prend son service à l'aéroport Charles de Gaulle, en France, à 6 h, temps universel coordonné (UTC)¹ pour un vol ETOPS (vol biréacteur long-courrier). Les préparatifs avant vol se déroulent sans incident, et l'avion décolle à 8 h 47 à destination de Los Angeles (Californie) aux États-Unis, avec trois pilotes (le commandant de bord, le copilote et le copilote de relève), 14 agents de bord et 172 passagers à son bord.

À 14 h 59, les passagers des rangées 42 à 44 perçoivent une odeur inhabituelle et en avisent le personnel de cabine. L'information est transmise au commandant de bord qui quitte alors le poste de pilotage pour aller faire une vérification, laissant la porte du poste de pilotage ouverte derrière lui. Peu après, un incendie se déclare dans le coin inférieur gauche du pare-brise avant. Assis dans la partie avant de la cabine et ayant aperçu le commandant de bord se diriger vers l'arrière de la cabine, le copilote de relève se rend dans le poste de pilotage. En entrant, il aperçoit des flammes qu'il tente aussitôt d'éteindre avec l'extincteur portatif au Halon du poste de pilotage. Il vide complètement l'extincteur, ce qui éteint temporairement les flammes, mais l'incendie reprend. Le copilote de relève trouve un autre extincteur avec l'aide du chef de cabine principal, et il le décharge sur les flammes, ce qui éteint définitivement l'incendie. Le copilote demande au chef de cabine principal de rappeler le commandant de bord dans le poste de pilotage. Le commandant de bord revient dans le poste en moins d'une minute et il assume les tâches du pilote qui n'est pas aux commandes.

Au moment de l'incident, le terrain de dégagement ETOPS désigné pour le vol AFR062 est l'aéroport international de Winnipeg (Manitoba). Cependant, l'aérodrome le plus proche et qui possède les pistes et les aides à l'approche convenant à un Boeing 777 en situation d'urgence est l'aérodrome de Churchill (Manitoba) qui se trouve droit devant sur la trajectoire prévue au plan de vol. Le copilote passe en revue les données de l'aéroport de Churchill dans le *Complément aérodromes de secours* afin d'aider à la prise de décision concernant le déroutement de l'avion.

L'équipage amorce une descente, largue du carburant et se prépare en vue d'un atterrissage à Churchill (Manitoba). L'avion se pose en toute sécurité et s'immobilise sur la piste C33 recouverte de neige. Les pompiers de la Ville de Churchill inspectent l'avion et ne décèlent aucun signe d'incendie. La voie de circulation A est inspectée puis sablée, les moteurs de l'appareil sont remis en marche, et l'avion se dirige vers l'aire de trafic trois heures environ après son arrivée. Les passagers évacuent l'avion par le toboggan avant droit, puis ils sont transportés à l'aérogare.

¹

Les heures sont exprimées en UTC, sauf indication contraire.

1.2 Victimes

	Équipage	Passagers	Tiers	Total
Tués	-	-	-	-
Blessés graves	-	-	-	-
Blessés légers/Indemnes	17	172	-	189
Total	17	172	-	189

1.3 Dommages à l'aéronef

L'incendie s'est déclaré dans un bornier du pare-brise avant gauche du commandant de bord. Les principaux dommages ont été limités au pare-brise et aux connecteurs électriques du bornier qui ont dû être remplacés. Le revêtement d'un montant de fenêtre voisin a été légèrement terni.

1.4 Autres dommages

Il n'y a pas eu d'autres dommages.

1.5 Renseignements sur le personnel

	Commandant de bord	Copilote	Copilote de relève
Licence	pilote de ligne	pilote de ligne	pilote de ligne
Date d'expiration du certificat de validation	1 déc 2002	1 nov 2002	1 déc 2002
Heures de vol totales	19 647	6052	2095
Heures de vol sur type	1253	1142	1095
Heures de vol dans les 90 derniers jours	146	201	49
Heures de vol sur type dans les 90 derniers jours	146	201	49
Heures de service avant l'événement	9	9	9
Heures libres avant la prise de service	40	73	56

Les dossiers de la compagnie indiquent que le chef de cabine principal avait terminé sa formation initiale sur B777 en mai 2002, qu'il avait suivi la formation obligatoire sur la sécurité de la cabine et qu'il totalisait 683 heures de vol sur B777 au moment de l'événement.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Généralités

Constructeur	Boeing
Type et modèle	777-228ER
Année de construction	2002
Numéro de série	32310
Certificat de navigabilité	Délivré le 18 juillet 2002
Nombre total d'heures de vol cellule	1359
Type et nombre de moteurs	Deux moteurs General Electric GE-90-94B
Masse maximale au décollage	646 800 lb
Types de carburant recommandés	Jet A1 et Jet B
Type de carburant utilisé	Jet A1

1.6.2 Renseignements sur le pare-brise

1.6.2.1 Problème antérieur

Le 21 mai 2002, l'avion a été livré à l'état neuf directement chez Air France à partir de l'usine. L'aéronef a été remis pendant deux mois dans le désert avant sa mise en service le 18 juillet 2002. Le 16 août 2002, un mois environ après la mise en service, l'équipage a remarqué que le couvre-borne en polyéthylène noir du bornier J5, dans la partie gauche du pare-brise avant du commandant de bord présentait des signes de surchauffe et avait fondu pendant un vol de routine entre Shanghai (Chine) et Paris (France). Il n'y a eu aucune odeur, aucun avertissement ni aucune alerte associés à l'événement. Après consultation du personnel de maintenance, l'équipage a poursuivi le vol jusqu'à destination en gardant le réchauffage des pare-brise éteint. Il n'est pas possible pour le pilote en position assise de voir le couvre-borne en polyéthylène. Le pilote doit se pencher vers l'avant ou se lever de son siège pour le voir. Au moment de l'événement, le pare-brise totalisait 456 heures en service et 58,5 cycles.

Une fois l'avion au sol, le personnel de maintenance a remplacé la boîte de commande de réchauffage des pare-brise et a serré le connecteur électrique. Puisqu'il n'y avait pas de connecteur ni de couvre-borne de remplacement disponible, le connecteur J5 a été étanchéisé avec un scellant au silicone CAF4. Une vérification a révélé que le circuit de réchauffage pare-brise était en bon état de fonctionnement. La boîte de commande de réchauffage des pare-brise a par la suite fait l'objet d'une vérification complète au banc d'essai, et aucune anomalie n'a été décelée.

Le centre de contrôle de la maintenance a publié des instructions demandant que le connecteur électrique du pare-brise soit remplacé avant le 26 août 2002. Le 27 août 2002, le personnel du centre de contrôle de la maintenance a constaté que le remplacement n'avait toujours pas eu lieu. Il l'a donc reporté à la prochaine vérification de maintenance régulière de l'aéronef prévue entre le 9 et le 12 octobre 2002. Le remplacement n'a pas été effectué non plus pendant cette vérification, et les travaux sont demeurés en suspens. On s'est rendu compte par la suite que le connecteur et le couvre-borne étaient disponibles depuis le 27 août 2002, mais que le système d'entretien et d'inventaire des pièces de l'exploitant avait indiqué le contraire. Les pièces étaient disponibles, et le système d'entretien et d'inventaire des pièces les avait réservées à cette fin. Le système était incapable de différencier les pièces non en stock de celles qui étaient réservées, ce qui explique pourquoi il a indiqué au personnel de maintenance que les pièces n'étaient pas disponibles. D'après les dossiers de l'exploitant, rien n'indique que d'autres bornes d'alimentation de pare-brise aient fait l'objet d'un entretien depuis la mise en service de l'avion.

La silicone CAF4 peut être utilisée entre -65 °C et 225 °C, et jusqu'à 250 °C pendant de brèves périodes. Elle se décompose à environ 482 °C. Le couvre-borne est fait de polyéthylène L-P-390, type 1, classe L; il fond à 132 °C et s'enflamme à environ 355 °C.

1.6.2.2 Description du pare-brise

Le pare-brise avant gauche, pièce numéro 141W7400-1, numéro de série 02039H8228, a été fabriqué par PPG Industries Aircraft and Specialty Products de Huntsville (Alabama), en février 2002. Il a été monté sur l'aéronef à l'état neuf et, au moment de l'événement du 17 octobre 2002, il totalisait 1365 heures en service et 168,5 cycles.

Le pare-brise comporte trois feuilles de verre, dont une surface extérieure anti-givrante et des surfaces extérieure et intérieure anti-buée. Les feuilles sont en verre trempé chimiquement, séparées par des pellicules intercalaires de polybutyral de vinyle et d'uréthane. Le verre et les pellicules intercalaires sont collés ensemble dans une autoclave à une température et à une pression précises pendant une période déterminée. Le pare-brise peut résister à des charges de pressurisation à sécurité intégrée lorsqu'une seule feuille se rompt, et à des charges de pression normale si plus d'une feuille de verre se rompt. Le circuit de réchauffage pare-brise est alimenté lorsque le circuit électrique de bord est sous tension.

Les éléments anti-givrage et anti-buée sont connectés à des borniers et à des capteurs distincts situés sur les côtés supérieur et inférieur du pare-brise. Les connecteurs sont numérotés de J1 à J15 (voir l'Annexe A). Les borniers sont en résine époxyde moulée et des blocs en laiton y sont intégrés pour être fixés aux fils de la barre omnibus du pare-brise. Les borniers ont une cavité qui permet de souder aux blocs en laiton les fils plats tressés en cuivre reliés à la barre omnibus. Cette cavité est ensuite remplie d'un adhésif de remplissage au polysulfure appelé PR1425. L'adhésif de remplissage contient du noir de carbone comme agent anti-UV. Une fois les fils en cuivre soudés au bornier, le bornier est fixé au pare-brise avec l'adhésif de remplissage PR1425.

Chaque connecteur électrique est une pièce rapportée en alliage de cuivre au béryllium plaqué étain ou plaqué or. Cette pièce est moulée dans un bloc époxyde dans lequel est serti un fil électrique de calibre 12. Le connecteur est relié au bornier au moyen d'une vis en acier inoxydable et d'une rondelle de sécurité serrée selon un couple spécifique. Dans le bornier, le coefficient de dilatation thermique de la vis en acier inoxydable est différent de celui du laiton. Un joint torique en caoutchouc silicone est monté à la périphérie extérieure du connecteur afin d'assurer l'étanchéité de la connexion au bornier. D'après le manuel de maintenance de l'avion, les bornes d'alimentation doivent être serrées selon un couple de 25 à 30 livres-pouce, et les bornes des capteurs, selon un couple de 12 à 15 livres-pouce. On clipse ensuite un couvre-borne en plastique noir sur le bloc époxyde pour protéger la connexion.

1.6.2.3 Procédé de fabrication des pare-brise

Pendant la fabrication, une longueur d'environ 2½ pouces de fil plat tressé en cuivre relié aux éléments anti-givrage et anti-buée dépasse le bord de la feuille de verre intermédiaire afin qu'elle puisse être soudée à la main à la pièce rapportée en laiton, puis repliée pour être fixée au bord du pare-brise. Ce bout de fil tressé en cuivre est recouvert d'une gaine thermorétractable. Avant que le fil ne soit soudé à la borne, on fait fondre la gaine au moyen d'un pistolet à souder pour dénuder de ½ à ¾ de pouce de fil en vue du soudage. Si le fil est coupé trop court, il sera trop tendu lorsque le bloc sera remis en place, et s'il est laissé trop long, il s'empilera sous le bloc. Quand ce dernier est collé en place, il est impossible de voir l'état du fil.

Pendant le soudage, le fil tressé est placé contre le bloc en laiton et retenu à la main. Idéalement, ce fil devrait se trouver au milieu du bloc en laiton. Un pistolet à souder est utilisé pour faire fondre la soudure à âme de résine étain et plomb 60/40 et unir les deux pièces. La soudure fond à 190 °C environ. Pendant le soudage, il faut s'assurer que le joint soudé soit suffisamment chauffé et que le fil ne soit pas déplacé avant que la soudure se solidifie pour éviter une soudure froide. Une telle soudure est fragile et risque de se briser si elle est déplacée.

1.6.2.4 Bornes d'alimentation de pare-brise ayant déjà fait l'objet d'une enquête

Le 27 septembre 1993, Boeing a diffusé un message à tous les exploitants (7240-93-1844) dans lequel on demandait d'augmenter le couple de serrage des vis de fixation des bornes d'alimentation et des capteurs de toutes les fenêtres du poste de pilotage des Boeing 747 et 767. Dans son message, Boeing indiquait que le couple initial était sans doute insuffisant pour éviter que les vis se desserrent en service. Quand une vis est desserrée, le cheminement du courant peut être interrompu, et des arcs peuvent se produire, ou encore, le courant peut passer par la vis au lieu de passer directement de la borne de fil à la pièce rapportée du bornier. Lorsqu'un courant puissant passe par la vis, celle-ci risque de surchauffer et de rougir, et le produit d'étanchéité se trouvant à proximité de la pièce rapportée fileté risque de produire de la fumée.

Pendant la conception du Boeing 777, Boeing avait eu connaissance de trois cas où de la fumée s'était dégagée dans le poste de pilotage de Boeing 767, et qui était attribuable à des arcs ou à la surchauffe de la borne d'alimentation de la fenêtre numéro un. Un couple de serrage supérieur avait été intégré à la conception des Boeing 777 et aux directives qui figurent dans le manuel de maintenance de l'avion.

En 1996, le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a mené une enquête sur un arc électrique et la présence de fumée à la borne J5 du pare-brise droit du poste de pilotage d'un Boeing 767 et sur l'incendie qui a suivi (rapport n° A96A0146 du BST). En raison des dommages importants, la cause de l'incident n'avait pu être déterminée. Cependant, il y a lieu de croire que les fils tressés en cuivre (à proximité de la pièce rapportée dans le bloc en laiton) avaient dû se rompre et ensuite produire l'arc électrique.

En juillet 2003, un Boeing 777 qui effectuait un vol entre Rome (Italie) et New York (États-Unis) a également connu un incendie au niveau de la borne J5 du pare-brise du commandant de bord. L'équipage a aussitôt amorcé une descente d'urgence et a pu se poser en toute sécurité à Shannon (Irlande).

1.6.2.5 Écoulement de l'air dans le poste de pilotage

Quand les deux groupes de conditionnement d'air sont en marche, l'alimentation en air dans le poste de pilotage est constituée de 100 % d'air frais de l'extérieur qui entre par le groupe de conditionnement d'air gauche, sans recirculation d'air de la cabine. L'air entre en quantité suffisante dans le poste de pilotage pour maintenir une légère pression positive afin d'évacuer l'air dans la baie d'équipement électrique et électronique sous le poste de pilotage et dans le reste de l'avion, où l'air entre aux environs des rangées 42 et 44. Une bonne ventilation est ainsi assurée, ce qui permet d'évacuer toute fumée du poste de pilotage et d'empêcher la fumée d'un incendie dans la baie de s'infiltrer dans le poste de pilotage.

1.6.2.6 Avertissements et alertes

Les voyants d'avertissement EQPT COOLING OVRD (contournement du refroidissement de l'équipement) et WINDOW HEAT L FWD INOP (réchauffage pare-brise avant gauche en panne) se sont allumés pendant la lutte contre l'incendie. Ces deux avertissements ont également été affichés sur le système d'affichage des paramètres réacteurs et d'alerte de l'équipage (EICAS). En outre, deux messages d'anomalie de maintenance du système d'échange de données techniques avion-sol en temps réel (ACARS) ont été générés par la fonction de calcul de maintenance centrale (CMCF) à 15 h 3. L'enregistreur de données de vol (FDR) a également enregistré un avertissement de fumée dans la baie d'équipement électrique et électronique à 15 h 3 m 22 s, pendant environ 17 minutes. Lors de l'urgence, l'équipage a exécuté la liste de vérifications WINDOW HEAT L FWD INOP (une des mesures à prendre est de placer l'interrupteur du réchauffage pare-brise sur OFF), EQPT COOLING OVRD et WINDOW DAMAGE (anomalies non annoncées).

1.6.2.7 Voyant de contournement du refroidissement de l'équipement

Le voyant EQPT COOLING OVRD s'allume lorsque le détecteur de fumée à distance du système de refroidissement de l'équipement électrique et électronique est déclenché. Le détecteur ne se déclenche qu'en présence de particules optiques réfléchissantes. Le système d'évacuation de l'air de refroidissement de l'équipement électrique et électronique prend son air de plusieurs sources, notamment derrière le tableau de bord avant du poste de pilotage. Une petite partie de l'air d'évacuation passe par le détecteur. En vol, ce détecteur de fumée est conçu pour déclencher l'alarme lorsque l'air qui le traverse est obscurci à 3 % par des particules. Par conséquent, il lui est impossible de déceler de petites quantités de fumée de soudure causée par la surchauffe d'un équipement ou des fils court-circuités.

Quand le détecteur de fumée à distance se déclenche :

- Le système de refroidissement de l'équipement électrique et électronique passe en mode contournement, et tous les ventilateurs d'alimentation et d'aération sont mis hors tension. La pression différentielle de la cabine est utilisée pour inverser l'écoulement d'air et aspirer la fumée par le système et l'équipement afin de l'évacuer à l'extérieur. Ainsi, la fumée du système de refroidissement ne peut atteindre la cabine. En mode contournement, le refroidissement est suffisant en vol de croisière, mais puisque l'écoulement d'air diminue en descente en raison de la baisse de la pression différentielle de la cabine, un avertissement est donné dans la liste de vérifications *Abnormal Procedures* (procédure à suivre en cas de situation anormale). En effet, il est précisé que l'équipement et les affichages électroniques risquent de tomber en panne après 30 minutes de vol à basse altitude lorsque la pression différentielle de cabine est faible.
- Le voyant de mise en garde EQUIP COOLING OVRD s'allume, et le message EQUIP COOLING OVRD s'affiche sur l'EICAS.
- Le FDR enregistre *E/E Bay Smoke Warning* (avertissement de fumée dans la baie d'équipement électrique et électronique).
- La CMCF enregistre *26 Cargo Smoke Detection System Fault* et fait apparaître le message d'anomalie de maintenance ACARS correspondant.

1.6.2.8 Voyant réchauffage pare-brise avant gauche défectueux

Le voyant WINDOW HEAT L FWD INOP est allumé par la boîte de commande de réchauffage des pare-brise lorsque la surchauffe d'une fenêtre est décelée ou qu'une anomalie du système se produit et que la boîte éteint automatiquement le réchauffage pare-brise. La boîte règle la température de réchauffage des pare-brise entre 30,55 °C et 35 °C et vérifie si la plage d'intensité se situe entre 13,6 et 27,8 ampères en vol. Lorsqu'une anomalie du système est décelée, la boîte fait également afficher un message annonciateur sur l'EICAS pour indiquer que le réchauffage principal de la fenêtre est éteint.

1.6.3 Systèmes de navigation de bord

L'équipage de conduite du vol AFR062 utilisait le système de gestion de vol (FMS) comme aide à la navigation principale pour gérer les trajectoires de vol latérale et verticale de l'aéronef. Le FMS comporte deux

calculateurs de gestion de vol (FMC) et trois tableaux de commande et d'affichage (CDU). L'équipage s'est servi du FMS pour afficher la position latérale de l'appareil pendant son approche à Churchill. Le FMC détermine la position actuelle de l'aéronef à l'aide du système de positionnement mondial (GPS), du système de référence inertielle anémobarométrique (ADIRS) et des radios de navigation. Il syntonise automatiquement les stations de radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence (VOR), d'équipement de mesure de distance (DME) et du système d'atterrissage aux instruments (ILS). L'avion est également doté de radiogoniomètres automatiques (ADF) qui doivent être syntonisés manuellement à l'aide des tableaux de commande et d'affichage. Les ADF affichent des aiguilles de relèvement sur les écrans de navigation. Le FMC n'effectue pas le traitement des données en provenance des ADF.

Le FMC comporte une base de données de navigation dans laquelle figurent la plupart des données fournies sur les cartes de navigation et d'approche. Au choix du client, la base de navigation utilisée à bord de l'avion ne comprenait pas les approches NDB (radiophare non directionnel).

1.6.4 Porte du poste de pilotage

La porte du poste de pilotage est à l'épreuve des intrusions. Conformément aux pratiques de l'industrie, l'exploitant exige que cette porte demeure fermée et verrouillée en conditions normales de vol. Réagissant à l'odeur dans la cabine, le commandant de bord a laissé la porte ouverte en sortant du poste de pilotage, et le copilote de relève a pu y entrer rapidement.

1.7 Renseignements météorologiques

Lorsque le commandant de bord est sorti du poste de pilotage vers 15 h, le copilote a demandé la météo pour Churchill par ACARS, Churchill étant l'aérodrome de secours le plus proche et convenant le mieux à un Boeing 777. À 15 h, la météo observée à Churchill était la suivante : vent du 360 °T à 7 noeuds, visibilité de 15 milles terrestres, nuages épars à 2400 pieds, nuages fragmentés à 4400 pieds, température de -2 °C et point de rosée de -4 °C. Lorsque l'incendie s'est déclaré, l'avion se trouvait à environ 290 milles marins (nm) au nord-est de Churchill, dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC), au niveau de vol 360.

À 16 h, la météo observée à Churchill était la suivante : vent du 020 °T à 7 noeuds, visibilité de 15 milles terrestres et averses dans le voisinage, nuages épars à 2300 pieds, nuages fragmentés à 22 000 pieds, température de -1 °C et point de rosée de -5 °C. L'avion s'est posé de jour à Churchill, à 16 h 2, dans des conditions VMC. La piste était recouverte d'environ ½ pouce de neige fraîche.

1.8 Aides à la navigation

1.8.1 Churchill

Le jour de l'événement, la couverture radar de NAV CANADA ne s'étendait pas jusqu'à la région située au nord-est de Churchill, et le service de contrôle de la circulation aérienne était fourni en fonction des procédures d'espacement non radar.

L'aérodrome de Churchill était desservi par des stations VOR DME coimplantées (YYQ), trois NDB et un ILS sur la piste 33. Les approches aux instruments réglementaires pour la piste 15/33 étaient une approche LOC/NDB pour la piste 15 et une approche NDB ou ILS pour la piste 33. En outre, des approches VOR, VOR/DME et NDB peuvent être effectuées sur la piste 07/25. De toutes les approches à Churchill, l'approche ILS est celle dont les minima d'approche sont les plus bas. L'avis aux aviateurs (NOTAM) 020207, publié à 19 h 38 le 16 octobre 2002, était toujours en vigueur à l'aérodrome de Churchill et signalait aux exploitants que l'ILS de la piste 33 serait inutilisable jusqu'à 23 h 59 le 17 octobre 2002.

Air France inclut dans les dossiers des vols les NOTAM relatifs aux aérodromes de secours concernant les événements suivants : fermeture d'aérodrome, fermeture ou restriction de piste et changement de fréquence. Le NOTAM 020207 était enregistré dans le système de planification de vol électronique utilisé par Air France, mais il ne figurait pas dans le dossier du vol AFR062 parce que les NOTAM concernant la fermeture d'une aide à l'approche pour un aérodrome de secours ne sont pas validés et ne sont pas inclus dans les dossiers de vol.

1.8.2 Renseignements sur la compagnie

Air France fournit à ses équipages de conduite des publications d'information aéronautique approuvées.

Le copilote avait à sa portée le *Complément aérodromes de secours* comprenant l'information de base sur l'emplacement et l'altitude des aérodromes de secours, les dimensions et l'orientation des pistes, les fréquences de communication et les services offerts à l'aéroport. La documentation concernant Churchill dans le *Complément aérodromes de secours* était à jour.

Dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC), des renseignements détaillés sur les installations et les approches aux instruments des aéroports sont essentiels. Sur le Boeing 777, les cartes d'approche et les fiches d'aérodrome des aérodromes de secours sont gardées dans le classeur *Terrains de secours* placé dans un compartiment situé derrière et à gauche du commandant de bord. Le copilote de relève a sorti le classeur *Terrains de secours* pendant que le commandant de bord et le copilote exécutaient d'autres tâches. Le classeur en plastique était tenu fermé par un fil métallique et un plomb de sécurité. Incapable de rompre le fil et le plomb, le copilote de relève a dû déchirer le classeur pour avoir accès à la documentation.

Dans le classeur, la documentation concernant Churchill était la suivante : les cartes d'approche ILS vers la piste 33, la fiche du NDB vers la piste 33 et de l'ILS (faisceau arrière), la fiche du NDB vers la piste 15, les minima pour ces approches et la fiche d'aérodrome.

Le ministre des Transports a délégué à NAV CANADA la responsabilité de diffuser l'information aéronautique canadienne. En cas de modification de l'information relative aux emplacements dans l'espace aérien intérieur du Canada, NAV CANADA donne un préavis aux producteurs de bases de données et de publications aéronautiques par l'entremise de l'hebdomadaire publié par le système AIRAC (Régularisation et de contrôle de la diffusion des renseignements aéronautiques).

Des révisions de l'information relative à l'aéroport et aux aides à la navigation de Churchill ont été effectuées entre 1999 et 2002 et ont été diffusées par le système AIRAC. Entre autres, le NDB Yankee (Y) est devenu le NDB Beluga (ZCH); un avis a été donné pour indiquer que la trajectoire de descente ILS de la piste 33 n'était pas fiable au-dessous de 323 pieds au-dessus du niveau de la mer (asl) au lieu de 260 pieds asl; la hauteur de décision au-dessus du seuil pendant une approche ILS vers la piste 33 est passée de 200 à 250 pieds; l'aire de trafic 1 et la voie de circulation au nord de la piste 25 ont été mises hors service; la nouvelle aire de trafic 1 entre la piste 15 et la piste 07 a été mise en service; et la voie de circulation B est devenue la voie de circulation A.

Le 13 mars 2001, Air France a retiré le terrain de Churchill de la sélection des terrains de secours et a retiré Churchill de la liste de contrôle des documents à inclure dans le classeur *Terrains de secours*. Les fiches de Churchill n'avaient pas été retirées du classeur *Terrains de secours* à bord de l'avion; toutefois, ces fiches ne figuraient plus sur la liste de contrôle des documents à inclure dans le classeur, et aucune des révisions n'avait été incorporée par l'entremise des procédures normales de la compagnie.

1.9 *Télécommunications*

1.9.1 *Communications internes*

C'est vers 15 h que l'odeur de brûlé a été signalée à l'équipage de conduite pour la première fois par un agent de bord qui est entré dans le poste de pilotage et a indiqué qu'il y avait une odeur de brûlé au voisinage de la rangée 44. On lui a alors demandé de revenir dans 10 minutes pour rendre compte de la situation. Environ deux minutes plus tard, un autre agent de bord est venu dans le poste de pilotage pour demander au commandant de bord d'aller vérifier l'odeur dans la cabine. Le commandant de bord s'est alors rendu dans la cabine. Quand le pilote de relève a aperçu le commandant de bord, il s'est aussitôt rendu dans le poste de pilotage. Une fois le commandant de bord sorti, mais avant l'arrivée du pilote de relève, le copilote a aperçu de la fumée et des flammes qui s'échappaient du pare-brise gauche, et il a mis son masque à oxygène. À 15 h 2, le copilote a demandé par interphone au chef de cabine principal de rappeler le commandant de bord. Quelques secondes plus tard, le copilote de relève est arrivé dans le poste de pilotage, a mis le masque à oxygène du poste de l'observateur, et a commencé à décharger l'extincteur du poste de pilotage. Il a demandé à un agent de bord d'aller chercher un autre

extincteur dans la cabine, avec lequel il a réussi à éteindre l'incendie. À peu près au même moment, le commandant de bord reprenait sa place dans le poste de pilotage et mettait son masque.

C'est le copilote de relève qui s'est ensuite occupé des communications entre l'équipage de conduite et le personnel de cabine, directement ou à l'interphone, pour coordonner l'arrivée à Churchill.

1.9.2 *Communications externes*

Au moment de l'événement, AFR062 se trouvait à environ 290 nm au nord-est de Churchill, au-dessus de la baie d'Hudson, et il avait communiqué par radio HF avec Arctic Radio. L'équipage a été avisé d'entrer en contact avec le centre de contrôle régional (ACC) de Winnipeg sur la fréquence VHF 123,9 MHz dès qu'il franchirait 90 ° de longitude W. L'émetteur de cette fréquence était situé à Churchill.

L'une des caractéristiques des télécommunications VHF est que les ondes ne suivent pas la courbure de la Terre; ils ne contournent pas les obstacles et n'ont qu'une portée optique. Au niveau de vol 360, la portée optique utile est d'environ 200 nm, et à 6000 pieds, aux alentours de 80 nm.

Peu après le début de l'incendie, le copilote a lancé un Mayday sur la fréquence d'urgence 121,5 MHz. Un autre aéronef a répondu à l'appel et a relayé le message à l'ACC d'Edmonton. L'appel Mayday a également été reçu par la station d'information de vol (FSS) de Rankin Inlet, qui a aussitôt avisé l'équipage du vol AFR062 de communiquer avec l'ACC de Winnipeg sur 123,9 MHz.

L'équipage et le contrôleur de la circulation aérienne de Winnipeg ont d'abord été incapables d'établir une communication directe pilote-contrôleur sur 123,9 MHz puisque l'aéronef se trouvait au-delà de la portée optique utile. L'équipage a amorcé sa descente du niveau 360 à 15 h 8, alors qu'il se trouvait à 224 nm de Churchill. Pendant la descente, le contrôleur a demandé au pilote d'un autre aéronef de relayer les communications entre lui et AFR062 et, pendant une brève période, ils ont pu communiquer directement. La mise en palier a été effectuée à 6000 pieds à 15 h 24, à 134 nm de Churchill, toujours au-dessous de la portée optique. À 15 h 35, l'équipage a réussi une fois de plus à communiquer directement avec le contrôleur à 90 nm de Churchill et ce, jusqu'à 15 h 49, avant de passer sur 122,2 MHz pour entrer en contact avec Churchill Radio.

Le contrôleur a donné des autorisations et des instructions à l'équipage, a obtenu de l'information sur la situation et lui a fourni les renseignements nécessaires pour préparer l'arrivée à Churchill. Le *Manuel d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne* (MANOPS ATC) exige que l'information d'atterrissage soit communiquée à l'équipage. L'équipage a reçu toute l'information nécessaire du contrôleur, sauf celle à propos de l'aide à l'approche en service. Le contrôleur savait que l'ILS de Churchill était inutilisable, mais il n'a pas communiqué immédiatement ce renseignement à AFR062 puisque ce dernier éprouvait des problèmes de communication après être descendu sous la portée optique. Le contrôleur a également estimé que l'information ILS était relativement peu importante pour l'équipage puisque la météo était favorable à une approche à vue. L'information concernant la panne d'ILS à Churchill a été transmise au contrôleur par un autre aéronef sur 123,9 MHz, à 15 h 14. Cette communication a été enregistrée par l'enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR) du vol AFR062, mais elle n'a pas été entendue par l'équipage.

À 15 h 49, l'équipage est passé sur 122,2 MHz pour communiquer directement avec Churchill Radio. Le *Manuel d'exploitation de la station d'information de vol* (MANOPS FSS) exige que les renseignements consultatifs soient fournis à l'équipage. L'équipage du vol AFR062 a reçu toute l'information nécessaire du

spécialiste de la FSS de Churchill, de même que l'information relative à la panne d'ILS.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome de Churchill est exploité par Transports Canada. Il possède deux pistes, et seule la piste 15/33 pouvait accueillir le B777. La piste mesure 9200 pieds de longueur sur 160 pieds de largeur et sa surface est asphaltée. L'altitude de l'aérodrome est de 94 pieds asl.

Plusieurs NOTAM à propos de l'état des pistes de l'aérodrome de Churchill avaient été publiés. L'état de la piste 15/33 au moment de l'événement, observé à 13 h 10 le 17 octobre, indiquait que la piste était entièrement recouverte d'un demi-pouce de neige folle. Il y avait des amoncellements de neige jusqu'à 10 pieds à l'intérieur des feux de piste et qui mesuraient 4 pouces de hauteur sur 8 pieds de largeur. L'équipage de conduite n'a eu aucune difficulté à freiner ni à manoeuvrer l'avion pendant l'atterrissage.

Le *Règlement de l'aviation canadien* désigne un certain nombre d'aéroports tenus de fournir un service de sauvetage et de lutte contre les incendies d'aéronefs (SSLIA). L'aérodrome de Churchill ne fait pas partie du nombre et n'est donc pas tenu d'offrir ce service. Les pompiers du service incendie de la Ville de Churchill se sont rendus à l'aéroport et ont inspecté l'avion après l'atterrissage. Le service incendie se trouve à 4 nm de l'aéroport. Transports Canada estime que le service incendie de la Ville de Churchill ne répond pas aux critères SSLIA.

La documentation ETOPS comprend des normes auxquelles doit répondre un aéroport pour qu'on le désigne aéroport de dégivrage ETOPS adéquat. L'aéroport doit notamment être pourvu d'un service SSLIA. Vu que Churchill ne dispose pas d'un service SSLIA, il ne peut être désigné aéroport de dégivrage ETOPS adéquat prévu au plan de vol. Selon les procédures d'Air France, le terrain de Churchill est classé comme aérodrome de secours et non comme terrain de dégivrage ETOPS. Winnipeg et Goose Bay étaient les terrains de dégivrage ETOPS désignés pour le vol AFR062.

1.11 *Enregistreurs de bord*

1.11.1 *Généralités*

L'avion était équipé d'un enregistreur de données de vol (FDR) à semi-conducteurs Honeywell (Allied Signal) et d'un enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR) à semi-conducteurs Honeywell (Allied Signal). Les enregistreurs ont été envoyés au Laboratoire technique du BST pour dépouillement et analyse.

Environ 26,9 heures de données de vol, y compris celles du vol de l'incident, ont été récupérées du FDR. Les données du CVR portent sur une période allant d'environ 28 minutes avant l'incendie jusqu'à l'arrêt des moteurs à Churchill, 79 minutes plus tard. Environ 2 heures et 23 minutes environ après l'arrêt initial des moteurs au sol, l'alimentation électrique de bord a été rétablie, et le CVR a pu enregistrer les 14 dernières minutes de l'enregistrement de 2 heures.

1.11.2 *Qualité de l'enregistrement du CVR*

La transcription des communications internes de l'équipage, à partir de la piste audio mixte de deux heures, a été compromise en raison d'un déséquilibre des niveaux d'entrée de la piste. Le niveau de réception radio VHF était considérablement plus élevé que celui des microphones en service permanent de l'équipage, ce qui a masqué en plusieurs endroits les communications internes de l'équipage. Afin d'améliorer l'intelligibilité des conversations, des techniques spéciales de traitement des signaux ont été utilisées, mais elles ont donné des résultats mitigés.

Le Bureau d'Enquêtes et d'Analyse pour la Sécurité de l'Aviation Civile (BEA) de France avait déjà identifié des problèmes similaires avant le présent incident. Il avait travaillé avec un constructeur d'avion et effectué la vérification de tout un réseau de transmissions radio, y compris une station au sol et un certain nombre d'émetteurs-récepteurs VHF. La vérification de neuf émetteurs-récepteurs VHF de trois fournisseurs différents a révélé que les niveaux de sortie de ces émetteurs-récepteurs étaient supérieurs à divers degrés à leurs valeurs nominales. Cela donne à croire que les fournisseurs n'effectuaient pas tous de la même manière le prééglage des émetteurs-récepteurs avant leur installation, ce qui peut expliquer le déséquilibre des niveaux sonores de l'enregistrement du CVR de l'avion.

L'Organisation européenne pour l'équipement électronique de l'aviation civile (EUROCAE) publie des normes techniques en avionique relatives à la fonctionnalité, aux essais et à la conformité. Aujourd'hui, les *Joint Aviation Authorities* (JAA) considèrent que les documents de l'EUROCAE sont pris comme source de référence dans les *JAA Joint Technical Standard Orders* (instructions sur les normes techniques conjointes des JAA) et dans les autres documents réglementaires. Les principales entités administratives européennes et les principaux avionneurs et fabricant d'équipements sont membres de l'EUROCAE et ils participent activement aux groupes de travail qui élaborent ces documents de spécifications. Des modifications aux spécifications énoncées dans le document ED56a, *Minimum Operational Performance Requirements for Cockpit Voice Recorder Systems* (exigences minimales d'efficacité des enregistreurs de conversations de poste de pilotage), de l'EUROCAE ont été proposées en l'an 2000 pour faire en sorte que les CVR installés à bord des aéronefs soient d'une efficacité acceptable. Ces modifications, qui précisaient que les signaux radio devaient être prééglés à des niveaux inférieurs à ceux des microphones en service permanent, ont par la suite été intégrées au document ED112, *Minimum Operational Performance Specification for Crash Protected Airborne Recorder Systems* (spécifications d'efficacité minimale des enregistreurs de bord résistant aux écrasements), et ont été publiées en

mars 2003.

1.12 Dommages et examen de l'aéronef

1.12.1 Généralités

L'examen de l'avion à Churchill a permis de constater qu'aucun disjoncteur de commande d'alimentation normale ou de secours du système de réchauffage des pare-brise ne s'était ouvert. Le pare-brise gauche endommagé et la boîte de commande de réchauffage des pare-brise ont été déposés pour être examinés.

1.12.2 Couple des vis de fixation des bornes

Avant que le pare-brise endommagé ne soit enlevé, le couple de serrage des vis de fixation des bornes d'alimentation et des capteurs a été vérifié et comparé aux valeurs mentionnées dans le manuel de maintenance de l'avion (voir les couples consignés à l'Annexe A). Trois des cinq vis de fixation des bornes d'alimentation ont été vérifiées, et deux d'entre elles avaient un serrage nettement inférieur au couple requis. Le couple des deux vis de fixation des bornes d'alimentation restantes, J5 et J13, n'a pas été vérifié afin que les connecteurs brûlés ne soient pas perturbés avant d'être examinés en laboratoire. On a toutefois déterminé que les vis avaient au moins été serrées à la main. L'une des six vis de fixation des bornes des capteurs avait un serrage légèrement inférieur au couple requis.

Le couple des vis de fixation des bornes du pare-brise avant droit intact a été vérifié. Les cinq vis de fixation des bornes d'alimentation avaient un serrage bien inférieur au couple exigé, et deux d'entre elles n'étaient pas serrées du tout. Trois des six vis de fixation des bornes de capteurs avaient un serrage légèrement inférieur au couple requis.

Depuis l'incident, Air France a réalisé une inspection de ses 25 Boeing 777 pour vérifier le couple de serrage des vis de fixation des bornes d'alimentation J5 et J13. Chaque appareil compte deux bornes J5 et J13. Air France a remarqué que sur quatre avions, 11 des 16 vis de fixation des bornes avaient des couples inférieurs à ceux spécifiés dans le manuel de maintenance de l'avion. Notamment, sur l'avion immatriculé F-GSPC, qui est au nombre de ces quatre appareils, le couvre-borne en plastique noir du connecteur J5 du pare-brise avant gauche présentait des signes de surchauffe et avait fondu par endroit. Le connecteur a été remplacé, mais lors de la visite prévol le lendemain, on a trouvé le connecteur fondu. Le pare-brise et le connecteur J5 ont été déposés puis examinés chez PPG Industries (rapport de laboratoire LP 105/2002 du BST). Le filetage de la vis de fixation de la borne d'alimentation était endommagé dans le bloc en laiton, ce qui donnait un contact électrique de mauvaise qualité et faisait surchauffer le connecteur. Il a été impossible de déterminer si la vis avait été vissée de travers, que ce soit pendant ou avant le remplacement du connecteur.

1.12.3 Examen du pare-brise

Le pare-brise a été examiné chez PPG Industries en décembre 2002. Le bornier au niveau du connecteur en laiton J5 a été endommagé en raison de la chaleur intense, et l'adhésif de remplissage au polysulfure a été détruit par l'incendie. La pièce rapportée du bloc en laiton reposait librement, mais elle était toujours fixée à une extrémité au fil relié au connecteur J5. Le bornier à proximité du connecteur en laiton J13 était intact. Le couple de rupture des vis de fixation des bornes J5 et J13 était inférieur à 5 livres-pouce.

Le bornier J5/J13 à commande unique a été déplié du pare-brise pour que les fils tressés reliés à J5 et J13 soient visibles. Le fil relié à J5 était intact sur une longueur d'environ 0,6 pouce à partir du pied du pare-brise jusqu'au bornier. Le reste a été détruit ou a fondu. Le fil tressé relié à J13 était intact, et rien n'indique qu'il ait été trop tendu ou entassé. Le joint soudé au niveau de la borne J13 était intact, et rien n'indique qu'il s'agissait d'une soudure froide.

Une goutte de soudure en provenance du connecteur en laiton J5 a été trouvée dans une cavité thermique à la surface du verre, sous le bornier J5 ainsi que deux criques parallèles d'environ 35 pouces dans le sens de la longueur du pare-brise, à partir de la cavité. La cavité thermique s'est produite lorsque le trempage d'une zone du verre sous le bornier J5 a été altéré en raison de l'exposition localisée à une chaleur intense. Des fragments de verre provenant de cette zone se sont délogés durant le démontage. Les dommages au bornier indiquent que la chaleur a enflammé l'adhésif de remplissage au polysulfure et a provoqué l'incendie. Les températures associées au chauffage résistif ont fait fondre la soudure, mais elles ne sont pas responsables de l'altération du trempage du verre. De telles températures sont normalement associées à des arcs électriques, ces derniers pouvant facilement atteindre des températures de plus de 2760 °C. Puisque l'alimentation en provenance de la boîte de commande de réchauffage des pare-brise était toujours fournie à la borne, la fonte de la soudure et la séparation du fil tressé du connecteur en laiton ont sans doute produit des arcs électriques.

Puisque le fil tressé relié à J5 s'est désintégré ou a fondu, il a été impossible de déterminer son état ni celui de sa soudure avant l'incendie. Le joint soudé J5 semblait haut par rapport à la borne en laiton, mais il a été impossible de déterminer si cela a tendu le fil tressé pendant l'installation. Les pièces rapportées du connecteur et du bornier J5 s'étaient rompues, et des corps étrangers se trouvaient sur les deux surfaces de contact. Aucune piqûre n'a été décelée. Les corps étrangers n'ont pas été identifiés. Des débris ont également été observés sur les filets, à l'intérieur du bornier.

1.12.4 Essais de la boîte de commande de réchauffage des pare-brise

La boîte de commande de réchauffage des pare-brise a été vérifiée dans les installations du constructeur de l'avion en France, en présence d'enquêteurs du BEA. Bénéficiant d'une caractéristique d'autovérification, cette boîte peut afficher des messages d'erreur sur l'EICAS. Cependant, elle n'est pas dotée d'une mémoire électronique qui pourrait sauvegarder les données d'anomalies une fois l'alimentation coupée. Un essai de réception complet a été effectué au banc d'essai, et aucune anomalie n'a été décelée.

On estime que les arcs électriques produits au niveau de la borne J5 n'ont pas induit de variations d'intensité supérieures aux valeurs spécifiées. Par conséquent, aucun signal d'alarme n'a été envoyé à l'EICAS avant le début de l'incendie.

1.13 Incendie

1.13.1 Généralités

L'incendie a été limité au voisinage immédiat du bornier J5/J13 du pare-brise avant gauche. De hautes flammes étroites en provenance du bornier sont apparues au pied du pare-brise. La documentation de vol qui se trouvait au-dessus de l'écran anti-éblouissement du tableau de bord a pris feu, mais le copilote a rapidement éloigné les documents, et les flammes se sont éteintes. D'autres papiers qui se trouvaient dans le poste de pilotage ont été rassemblés et retirés par le chef de cabine principal afin de minimiser les risques d'incendie. L'incendie a été alimenté par l'adhésif de remplissage au polysulfure utilisé pour la fabrication et l'installation du bornier de pare-brise. L'incendie a duré un peu plus de deux minutes, soit de 15 h 2 à 15 h 4 environ.

1.13.2 Lutte contre l'incendie

Il a fallu utiliser à plusieurs reprises le seul extincteur manuel du poste de pilotage, un extincteur au Halon 1211 de 1 kg, et le vider complètement pour éteindre l'incendie; il a également fallu vider en partie un autre extincteur identique qui se trouvait dans la cabine.

Le Halon 1211 est un agent permettant un meilleur écoulement qui passe à l'état gazeux lorsqu'il est déchargé. Le Halon n'éteint pas l'incendie; il réagit chimiquement avec les flammes de manière à perturber leur réaction en chaîne. Pour cette raison, le matériel brûlant peut s'enflammer de nouveau une fois le Halon dissipé, ce qui nécessite l'utilisation répétée de l'extincteur. Le système d'évacuation de l'équipement électrique et électronique aurait aspiré rapidement le Halon, ce qui aurait réduit la concentration sur les flammes. L'utilisation répétitive de l'extincteur a donc été nécessaire tant qu'il y avait des matières combustibles et que la borne était sous tension et que la température du connecteur était suffisamment élevée pour enflammer de nouveau les matériaux.

Selon la procédure, quand l'équipage identifie la source de l'avertissement SMOKE/FUMES/FIRE ELEC (fumée/émanations/incendie électrique), il doit couper l'alimentation électrique de l'équipement touché le plus rapidement possible (rubrique 00.21 du manuel de référence rapide (QRH) du B777). Si la source du problème n'est pas identifiée, l'équipage, avec l'aide du personnel de cabine, doit couper l'alimentation de l'office, l'éclairage de la cabine et l'alimentation principale du système de divertissement en vol et de la cabine, et il doit se poser à l'aéroport convenable le plus proche.

1.13.3 Emplacement des extincteurs

Le poste de pilotage est équipé d'un seul extincteur qui se trouve dans une armoire derrière le siège du commandant de bord et où se trouve également une hache et des gants. L'extincteur était hors de portée du copilote en position assise. Selon la politique d'Air France, au moins un pilote doit être en position assise aux commandes avec sa ceinture de sécurité attachée pendant le vol.

1.14 Questions relatives à la survie des occupants

À Churchill, il n'y avait pas de moyens de débarquement appropriés pour les passagers, comme un escalier intégré ou un autre type d'équipement pour le service des passagers. Selon la politique de Transports Canada, l'équipement pour le service des passagers doit être fourni par les compagnies aériennes qui utilisent l'aérodrome, selon les besoins. Les toboggans de l'avion permettent l'évacuation rapide des passagers en cas d'urgence. Ils ne sont pas conçus pour le débarquement normal, étant donné les risques de blessures qu'ils présentent.

2.0 *Analyse*

2.1 *Avertissements et alertes*

Les avertissements EQPT COOLING OVRD et WINDOW HEAT L FWD INOP se sont affichés dans le poste de pilotage à 15 h 3, soit 75 secondes environ après le début de l'incendie, et 10 ou 15 minutes après l'apparition de l'odeur à l'arrière de l'avion. L'équipage a indiqué que les avertissements se sont succédés rapidement après l'utilisation de l'extincteur. L'avertissement WINDOW HEAT L FWD INOP s'est affiché le premier. Il est possible que l'agent permettant un meilleur écoulement du Halon 1211 frais et la pression dynamique du gaz exercée sur les fils et le bornier (surtout si la pièce rapportée s'est desserrée une fois l'adhésif de remplissage au polysulfure brûlé) aient pu causer un choc thermique, de sorte que la boîte de commande de réchauffage des pare-brise ait pu déceler une interruption de courant et déclencher les avertissements. Les fonctions de détection d'anomalies intégrées dans la boîte n'ont pas décelé la surchauffe du connecteur J5 au tout début de l'événement; elles n'ont pas protégé le système et n'ont pas donné d'avertissements avant le début de l'incendie. Le système n'était pas conçu à cette fin. L'incendie s'est éteint lorsque l'alimentation électrique a été coupée et que l'adhésif de remplissage au polysulfure a été consommé.

Le voyant EQPT COOLING OVRD s'est allumé 14 secondes environ après la première utilisation de l'extincteur. L'utilisation de l'extincteur a sans doute produit suffisamment de vapeur condensée et de sous-produits de décomposition pour que l'air aspiré à l'arrière du tableau de bord avant déclenche le détecteur de fumée à distance et que le voyant s'allume.

2.2 *Fabrication*

Le fil tressé relié aux éléments anti-givrage et anti-buée doit être soudé à la main à la pièce rapportée en laiton du bornier de pare-brise, sans qu'il soit possible de le retenir mécaniquement, pendant le soudage ou après. Pour bien souder des raccords électriques, il faut d'abord retenir physiquement les pièces ensemble, par serrage par exemple, et ensuite les souder afin de remplir les espaces et obtenir une résistance minimale. Un joint qui est serré avant d'être soudé est plus résistant et il réduit au minimum les risques de soudure froide. Le point de fusion de la soudure est relativement faible. Lorsque le circuit de dégivrage de pare-brise laisse passer un courant élevé dans un raccord électrique retenu uniquement par une soudure, des arcs électriques risquent de se former si la vis de fixation de la borne surchauffe et si la soudure fond.

2.3 *Problèmes de pare-brise*

Étant donné l'étendue des brûlures, il a été impossible de déterminer si la surchauffe de la borne J5 est attribuable à un vice de construction, comme un raccord mal soudé, ou à un chauffage résistif attribuable à une vis de fixation de borne desserrée.

Des débris ont été observés sur les surfaces de contact du connecteur J5 et du bloc en laiton, ainsi que sur les filets à l'intérieur du bornier. La présence de ces débris est sans doute attribuable à des corps étrangers chauffés qui se sont infiltrés sur les surfaces de contact par une brèche de la connexion desserrée. Si la connexion avait été serrée, il est probable qu'aucun corps étranger chauffé n'aurait pu s'y infiltrer, à moins qu'il y en ait déjà eu au moment de l'assemblage. Boeing a diffusé un message à tous les exploitants (All Operator Message 7240-93-1844) pour leur indiquer qu'un couple de serrage insuffisant de la vis de fixation de la borne d'alimentation risquait d'entraîner à la longue le desserrage de la vis. Puisqu'on a trouvé un grand nombre

d'autres vis de fixation de borne d'alimentation insuffisamment serrées, il est fort possible que la vis de fixation du connecteur J5 l'était également à l'origine. À mesure que le connecteur se desserre en service, le joint torique qui protège les surfaces de contact et qui est normalement comprimé se détend, ce qui a pour effet de séparer les surfaces de contact et de faire passer le courant électrique par la vis de fixation de la borne d'alimentation. Si un fort courant électrique passe par la vis, la connexion risque de surchauffer.

Le connecteur J5 a probablement été endommagé lors de l'incident du 16 août 2002. Le couvre-borne avait fondu, mais il ne s'était pas enflammé. La température de la borne se situait donc entre 132 °C (le point de fusion) et 355 °C (le point d'éclair). Puisque le point de fusion de la soudure est d'environ 190 °C, il est fort probable que le joint soudé s'est dégradé pendant l'incident à la suite du chauffage résistif de la borne dont le couple était insuffisant. Pour corriger la situation, le connecteur avait été serré et on y avait appliqué un scellant au silicone. Le connecteur et le couvre-borne avaient été commandés pour l'avion, mais ils n'avaient pas été installés en raison d'une anomalie du système d'entretien et d'inventaire des pièces de l'exploitant. Le système indiquait que les pièces réservées n'étaient pas disponibles. Le fait de resserrer le connecteur a eu peu d'effet sur l'intégrité de la borne puisque le joint soudé s'était dégradé. Lorsque la borne a surchauffé de nouveau, étant donné la dégradation du joint soudé, tout signe de surchauffe a sans doute été masqué par la température de fusion passablement plus élevée du scellant au silicone par rapport à celle du couvre-borne noir. Ceci a probablement empêché l'équipage de conduite de déceler la surchauffe à ses tous débuts.

L'altération de la trempe du verre indique que les températures ont été plus élevées que celles qui sont normalement associées au chauffage résistif. Cependant, une fois que le joint soudé a été compromis par chauffage résistif, les arcs électriques résultants auraient produit des températures suffisantes pour enflammer l'adhésif de remplissage au polysulfure, altérer la trempe du verre et produire des criques.

2.4 Contrôle de la qualité

L'incident du mois d'août 2002, au cours duquel un bornier de pare-brise a surchauffé et a sans doute endommagé le connecteur J5, s'est produit un mois après la mise en service de l'avion. L'inspection des autres vis de fixation de borne d'alimentation effectuée après l'incident a révélé que bon nombre d'entre elles n'étaient pas suffisamment serrées. Puisque les connecteurs n'avaient fait l'objet d'aucun entretien, les connecteurs étaient sans doute déjà desserrés lorsque l'avion a été livré à l'exploitant, ce qui indique un mauvais contrôle de la qualité de la part du constructeur.

2.5 *Enregistreurs de bord*

La qualité sonore du CVR était suffisante pour enregistrer les conversations de l'équipage sur des pistes audio distinctes. Cependant, lorsque les communications VHF d'entrée étaient enregistrées en même temps que les sons captés par les microphones en service permanent, le niveau sonore des communications d'entrée était plus élevé que celui des sons captés par les microphones et les rendait inintelligibles. Les modifications apportées aux spécifications mentionnées dans le document ED56a, *Minimum Operational Performance Requirements for Cockpit Voice Recorder Systems* (exigences minimales d'efficacité des enregistreurs de conversations de poste de pilotage), de l'EUROCAE ont été intégrées à celles du document ED112, *Minimum Operational Performance Specification for Crash Protected Airborne Recorder Systems* (spécifications d'efficacité minimale des enregistreurs de bord résistant aux écrasements) dans lequel on indique que des niveaux sonores compatibles entre les niveaux audio différents sont obligatoires.

2.6 *Intervention de l'équipage*

Même si la source d'incendie se trouvait directement devant le commandant de bord et bien en vue, les premières odeurs ont été décelées dans la cabine en raison d'une pression nominale légèrement positive dans le poste de pilotage et des effets de l'écoulement d'air dans la cabine. Dès qu'il a été mis au courant de l'odeur de brûlé, le commandant de bord a quitté son siège pour aller vérifier la situation. Lorsque l'incendie s'est déclaré, le copilote était seul dans le poste de pilotage et n'a pu prendre immédiatement des mesures pour lutter contre l'incendie parce que l'extincteur du poste de pilotage était hors de portée en raison de l'endroit où il était placé. L'intervention du copilote de relève qui se trouvait dans la cabine et qui s'est rendu dans le poste de pilotage ainsi que l'aide du chef de cabine principal ont permis de maîtriser l'incendie à temps, pendant que le copilote était aux commandes de l'avion et lançait des Mayday.

La politique de l'exploitant exige que la porte du poste de pilotage demeure verrouillée en vol; toutefois, l'odeur de fumée dans la cabine nécessitait l'intervention de l'équipage de conduite. L'intervention du commandant de bord aurait été moins rapide s'il s'était arrêté pour fermer la porte du poste de pilotage et la verrouiller. Comme la porte était ouverte, le copilote de relève et le personnel de cabine ont pu agir rapidement pour lutter contre l'incendie. Si la porte avait été verrouillée, le copilote se serait retrouvé dans une situation beaucoup plus difficile.

La coordination de l'équipage a été efficace, et l'intervention de l'équipage face à l'incendie ainsi que le déroutement de l'avion sur un aéroport de déchargement ont été effectuées en toute sécurité et conformément au manuel de référence rapide (QRH). Au tout début de l'incident, le chef de cabine principal a prêté main-forte au copilote et a rappelé le commandant de bord. De sa propre initiative, le copilote de relève est venu de la cabine aider le copilote en l'absence du commandant de bord et il a pris des mesures pour lutter contre l'incendie pendant que le copilote pilotait l'avion et prenait les mesures d'urgence nécessaires. Dès son retour dans le poste de pilotage peu de temps après, le commandant de bord a poursuivi l'organisation des mesures d'urgence, aidé par le copilote toujours aux commandes et le copilote de relève, qui a participé au déroutement en vue de l'approche à Churchill.

2.7 *Déroutement*

Le *Complément aérodromes de secours* utilisé par le copilote a permis d'obtenir des renseignements exacts, mais limités, sur les pistes de Churchill au moment de la décision initiale de se dérouter sur Churchill.

La documentation de l'exploitant concernant l'aéroport et l'approche n'a pas été aussi utile qu'elle aurait pu l'être. Le classeur *Terrains de secours* était difficile à ouvrir, la documentation était périmée, et elle ne contenait pas toute l'information sur les approches disponibles à Churchill ni les révisions à propos de l'aire de trafic et des voies de circulation. La documentation concernant Churchill n'avait plus à se trouver à bord de l'avion et ne s'y trouvait que parce qu'on ne l'avait pas encore retirée du classeur. Puisque cette documentation n'était plus requise à bord, il existait un risque que l'équipage n'ait aucun renseignement sur l'aéroport de Churchill et sur l'approche à cet aéroport, autre que les renseignements limités qui figuraient dans le *Complément aérodromes de secours*. Même si la base de données de navigation du calculateur de gestion de vol (FMC) n'était pas conçue pour inclure les approches NDB, l'avion était équipé de radiogoniomètres permettant à l'équipage d'effectuer une approche NDB en accordant manuellement les tableaux de commande et d'affichage (CDU) et en utilisant les aiguilles de relèvement affichées sur les écrans de navigation. L'approche NDB était la seule approche IFR utilisable au moment de l'arrivée du vol AFR062. Comme des conditions VMC prévalaient, l'équipage n'a pas eu à utiliser la procédure manuelle NDB, beaucoup plus exigeante, à un moment où le stress était particulièrement important. La tâche de l'équipage pendant l'approche a été facilitée par les conditions VMC et le mode cartographique du FMS.

2.8 *Télécommunications*

En général, les communications externes d'AFR062 ont été efficaces puisque l'équipage a pu signaler la situation d'urgence et recevoir l'information nécessaire pour se dérouter sur Churchill. Pendant la descente, l'équipage a reçu de l'ACC de Winnipeg tous les renseignements nécessaires sur l'aéroport, à l'exception de l'état de l'ILS. Cette information n'a pas été communiquée initialement, mais après avoir reçu ces renseignements de la FSS de Churchill, l'équipage a décidé de faire une approche à vue, et cela n'a eu aucun effet sur le déroulement du vol. Les communications entre la FSS de Churchill et l'avion ont été efficaces et à point nommé.

2.9 *Installations de Churchill*

Le fait que l'ILS de Churchill n'était pas utilisable n'a pas gêné l'arrivée de l'avion puisque le mode cartographique du FMS permettait de déterminer la position de l'avion d'après l'information du GPS et de l'ADIRS et que des conditions VMC prévalaient. Si la météo avait été plus mauvaise, l'approche aurait plus difficile sans ILS car le FMS était incapable de suivre une approche couplée puisqu'il n'y avait aucune approche NDB dans la base de données. Au besoin, une approche NDB aurait pu être exécutée, mais manuellement, et les minima d'approche plus élevés correspondants auraient diminué les chances de réussite.

Le service incendie de la Ville de Churchill a été utile car les pompiers étaient sur place à l'arrivée de l'avion et ils ont pu s'assurer qu'il n'y avait aucun risque d'incendie après l'immobilisation de l'avion.

Comme l'équipement pour le service des passagers à Churchill ne se prêtait pas à la situation, les passagers ont dû évacuer l'avion par le toboggan avant. Même si aucun passager n'a été blessé pendant l'évacuation, ces toboggans ne sont pas conçus pour une évacuation normale en raison des risques de blessures qu'ils présentent.

3.0 *Conclusions*

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

1. Un arc électrique s'est produit au niveau du connecteur J5 du pare-brise avant gauche, ce qui a enflammé l'adhésif de remplissage au polysulfure dans le bornier et fait des criques dans le pare-brise.
2. Selon toute vraisemblance, une vis de fixation de borne d'alimentation insuffisamment serrée a contribué à la surchauffe de la borne J5. La surchauffe de la borne a fait fondre la soudure qui retenait la pièce rapportée et la borne J5 dans le bloc en laiton, le fil tressé s'est séparé, et des arcs électriques se sont produits.
3. Les réparations nécessaires à la suite d'un problème de surchauffe du connecteur J5, le 16 août 2002, ont été différées par Air France et elles n'avaient toujours pas été exécutées au moment de l'événement. La borne avait été réparée temporairement avec des matériaux qui ont sans doute masqué les signes de surchauffe et empêché l'équipage de s'en apercevoir au tout début.
4. Selon toute vraisemblance, le constructeur a livré l'avion à l'exploitant avec des vis de fixation de borne d'alimentation de pare-brise desserrées.

3.2 *Faits établis quant aux risques*

1. Pour souder à la main le fil tressé au bloc en laiton dans le bornier de pare-brise, aucun moyen mécanique n'est utilisé pour retenir le fil pendant l'assemblage, ce qui risque de produire un joint soudé de mauvaise qualité.
2. Lorsque le circuit de dégivrage de pare-brise laisse passer un courant élevé dans une connexion électrique retenue uniquement par une soudure, un arc électrique risque de se former si la vis de la borne surchauffe et si la soudure fond.
3. Les fonctions de détection des anomalies intégrées dans la boîte de commande de réchauffage des pare-brise n'ont pas décelé la surchauffe du connecteur J5; elles n'ont pas protégé le circuit et n'ont pas donné d'avertissements à cet effet à l'équipage.
4. Quand les deux pilotes sont en position assise, l'extincteur portatif du poste de pilotage n'est accessible qu'au commandant de bord. Dans ce cas-ci, il était hors de portée du copilote.
5. Puisque le volume et la taille du seul extincteur portatif dans le poste de pilotage étaient insuffisants pour éteindre complètement l'incendie, il a fallu utiliser un autre extincteur qui se trouvait dans la cabine.

6. L'équipement pour le service des passagers à Churchill ne convenait pas à un avion comme le Boeing 777, et les passagers ont dû évacuer l'avion par un toboggan.
7. Le classeur *Terrains de secours* était tellement bien scellé qu'il a été difficile à ouvrir, et la documentation qui s'y trouvait était incomplète et périmée. Il existait un risque, si la documentation avait été retirée du classeur comme il se devait, que l'équipage n'ait aucun renseignement sur l'aéroport de Churchill et sur l'approche à cet aéroport, autre que les renseignements limités qui figuraient dans le *Complément aérodromes de secours*.
8. Les données d'approche du système de gestion de vol (FMS) ont été peu utiles pendant l'approche car elles ne portaient que sur le système d'atterrissage aux instruments (ILS).
9. Le système d'entretien et d'inventaire des pièces de l'exploitant a indiqué que les pièces nécessaires pour réparer le circuit de réchauffage pare-brise n'étaient pas en stock, ce qui n'était pas le cas; on ne pouvait donc pas réparer le pare-brise qui avait été endommagé lors d'un incident antérieur.

3.3 *Autres faits établis*

1. L'enregistrement de l'enregistreur de la parole dans le poste de pilotage (CVR) de l'avion était de mauvaise qualité : les messages radio reçus à des niveaux sonores élevés masquaient les communications de l'équipage faites par le microphone en service permanent. Avant l'installation des émetteurs-récepteurs, les fournisseurs n'effectuaient pas tous de la même manière leur préréglage, ce qui a pu déséquilibrer les niveaux sonores des pistes d'enregistrement du CVR de l'avion.

4.0 *Mesures de sécurité*

4.1 *Mesures prises*

4.1.1 *Boeing*

Boeing a mis sur pied un programme pour redessiner les borniers de pare-brise afin d'éliminer les vis de fixation des bornes d'alimentation. Ces nouveaux borniers seront intégrés aux Boeing 777 produits sur la ligne 471 (livraison prévue en février 2004). Ils comporteront un ensemble douille et goupille de verrouillage pour remédier au problème des vis desserrées ou vissées de travers et aux viroles signalées. Tous les pare-brise de Boeing 747, 757, 767 et 777 livrés par la suite, sur avion à l'état neuf ou comme pièce de rechange, seront équipés de ces nouveaux borniers. Pour remplacer les pare-brise existants, l'exploitant devra enlever le bornier à l'extrémité du fil et raccorder par une épissure le fil et le nouveau bornier. L'objectif est d'éliminer tout risque d'arc électrique dans les bornes d'alimentation de pare-brise.

En mai 2003, Boeing a publié un article dans le *Fleet Team Digest* destiné aux exploitants de B757 relativement aux arcs dans les borniers et aux surchauffes. L'article faisait état des mesures prises pour incorporer les nouveaux borniers aux pare-brise touchés.

4.1.2 *Air France*

Air France a publié plusieurs communiqués internes pour mettre en relief les questions soulevées pendant l'incident et pour y remédier. L'un de ces communiqués, le Flash Qualité B777 version 02-02, était destiné au service de maintenance d'Air France. Il insistait sur les problèmes de surchauffe des vis de fixation des bornes d'alimentation de pare-brise et rappelait au personnel de maintenance l'importance de serrer convenablement ces vis et d'en vérifier la fixation, conformément aux instructions du manuel de maintenance de l'avion.

Un second communiqué, OA IV, a été émis à l'intention du service des vols d'Air France 777. Son objectif était de clarifier pour les équipages de conduite le but de la liste de vérifications d'anomalies non annoncées *Window Damage L, R* (dommages aux pare-brise gauche et droit), ainsi que le but de la liste de vérifications d'anomalies annoncées *Equipment Cooling Override* (contournement du système de refroidissement de l'équipement).

Air France a effectué une enquête exhaustive interne sur le présent incident et a remis un rapport au BST. L'incident est utilisé comme étude de cas pendant la formation.

4.1.3 *Organisation européenne pour l'équipement électronique de l'aviation civile*

Des modifications aux spécifications énoncées dans le document ED56a, *Minimum Operational Performance Requirements for Cockpit Voice Recorder Systems* (exigences minimales d'efficacité des enregistreurs de conversations de poste de pilotage), de l'Organisation européenne pour l'équipement électronique de l'aviation civile (EUROCAE) ont été proposées en l'an 2000 pour faire en sorte que les enregistreurs de la parole dans le poste de pilotage (CVR) installés à bord des aéronefs soient d'une efficacité acceptable. Ces modifications, qui précisaient que les signaux radio devaient être pré-réglés à des niveaux inférieurs à ceux des microphones en service permanent, ont par la suite été intégrées au document ED112 *Minimum Operational Performance Specification for Crash Protected Airborne Recorder Systems* (spécifications d'efficacité minimale des

enregistreurs de bord résistant aux écrasements) et ont été publiées en mars 2003.

4.1.4 *Aeronautical Radio Incorporated*

La société Aeronautical Radio Incorporated (ARINC) a été mandatée pour coordonner les normes de communications et s'assurer de la conformité à ces normes. D'importants fabricants d'équipement d'avionique participent à l'élaboration et au respect de ces normes. Après l'incident d'Air France, le Bureau d'Enquêtes et d'Analyse pour la Sécurité de l'Aviation Civile a demandé à Airbus de vérifier les niveaux de sortie d'un certain nombre d'émetteurs-récepteurs VHF. Les essais ont révélé que les niveaux de sortie audio étaient tous supérieurs au niveau nominal spécifié. Ces niveaux sont pré-réglés par les fournisseurs avant une installation à bord d'un aéronef, comme le stipule la caractéristique 716 de l'ARINC. Lorsque le niveau de sortie d'un émetteur-récepteur VHF est supérieur à sa valeur nominale, il peut dépasser celui des microphones et ainsi masquer les communications de l'équipage. À la suite de ces résultats, Airbus a demandé à l'ARINC de modifier la caractéristique 716 concernant les spécifications des sorties audio. Après consultation de l'industrie à propos des modifications proposées, l'ARINC a rédigé le supplément 11 à la caractéristique 716 et l'a publié en juin 2003.

4.1.5 *Association du transport aérien international*

L'Association du transport aérien international (IATA) a offert à l'aéroport de Churchill de l'équipement pour le service des passagers convenant au Boeing 777, pourvu que l'aéroport soit désigné SSLIA (en mesure d'offrir un service de sauvetage et de lutte contre les incendies d'aéronefs). Cette désignation permettrait aux équipages des avions long-courriers de planifier leurs vols de manière à pouvoir utiliser l'aéroport comme aérodrome de secours. La Ville de Churchill a offert à l'aéroport d'utiliser son service incendie pour les aéronefs en situation d'urgence. Cependant, Transports Canada ne peut pas désigner l'aéroport de Churchill comme SSLIA parce qu'il estime que le service incendie de la Ville de Churchill ne respecte pas les exigences minimales SSLIA.

4.1.6 *Transports Canada*

La sous-partie 308 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) est entrée en vigueur en juin 2002 et elle exige que les aéroports qui répondent aux critères spécifiés fournissent des services d'intervention pour aéronef en situation d'urgence (SIU) d'ici juin 2004. En mai 2004, le ministre des Transports a accepté de prolonger le délai de mise en oeuvre jusqu'au 31 décembre 2005.

Les SIU sont en mesure d'intervenir en cas d'urgence, mais ils ne respectent pas les exigences SSLIA de catégorie 4 de l'Organisation de l'aviation civile internationale. L'aéroport de Churchill répond aux critères SIU et a mis des mesures en place pour satisfaire aux exigences SSLIA.

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 14 juillet 2004.

Visitez le site Web du BST (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 – Bornes de pare-brise

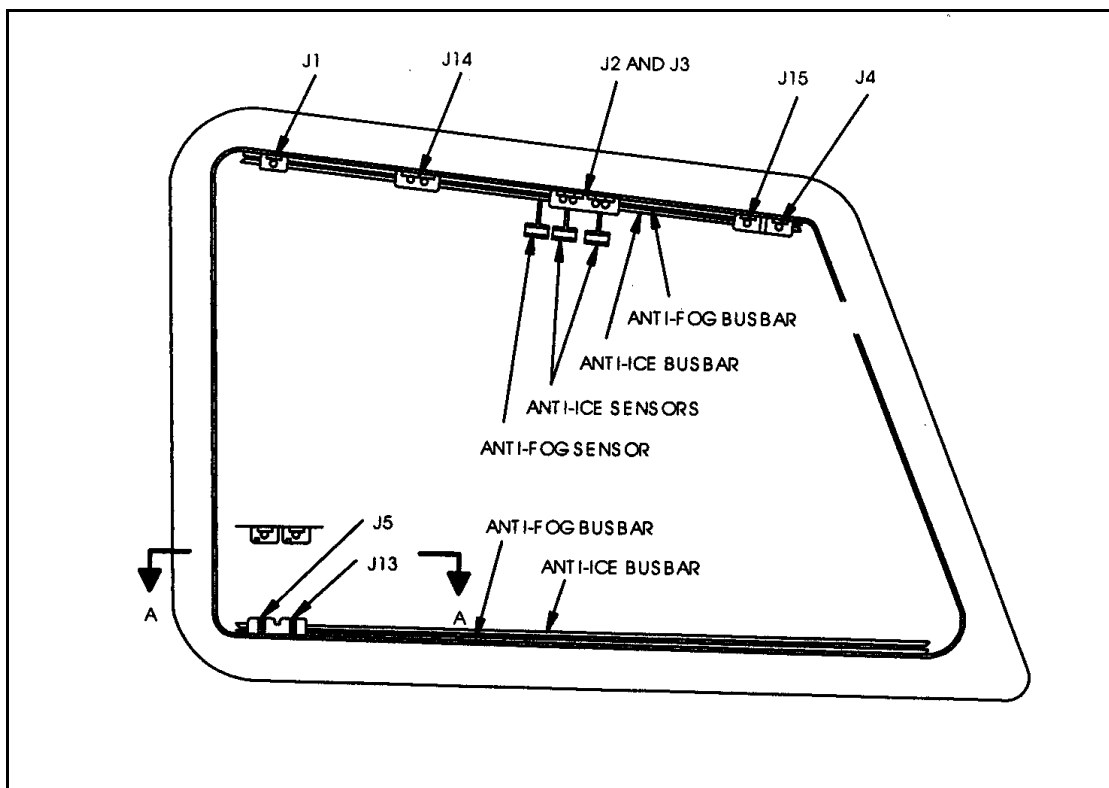
<i>Pare-brise</i>	<i>Numéro de la borne</i>	<i>Type de borne</i>	<i>Couple de serrage</i>		
			<i>Nominal</i>	<i>Réel</i>	<i>Différence</i>
Avant gauche	J1	Alimentation	25 à 30 lb-po	Voir Nota 1	
	J4	Alimentation	25 à 30 lb-po	8 lb-po	-68 %
	J5	Alimentation	25 à 30 lb-po	brûlé Voir Nota 2	
	J13	Alimentation	25 à 30 lb-po	brûlé Voir Nota 2	
	J15	Alimentation	25 à 30 lb-po	12 lb-po	-52 %
Avant gauche	J2 A	Capteur	12 à 15 lb-po	15 lb-po	Bon
	J2 B	Capteur	12 à 15 lb-po	12 lb-po	Bon
	J3 A	Capteur	12 à 15 lb-po	10 lb-po	-17 %
	J3 B	Capteur	12 à 15 lb-po	15 lb-po	Bon
	J14 C	Capteur	12 à 15 lb-po	Voir Nota 3	
	J14 D	Capteur	12 à 15 lb-po	5 à 10 lb-po	-17 à -58 %
Avant droit	J1	Alimentation	25 à 30 lb-po	nul	-100 %
	J4	Alimentation	25 à 30 lb-po	nul	-100 %
	J5	Alimentation	25 à 30 lb-po	8 lb-po	-68 %
	J13	Alimentation	25 à 30 lb-po	8 lb-po	-68 %
	J15	Alimentation	25 à 30 lb-po	5 lb-po	-80 %
Avant droit	J2 A	Capteur	12 à 15 lb-po	8 lb-po	-33 %
	J2 B	Capteur	12 à 15 lb-po	5 lb-po	-58 %
	J3 A	Capteur	12 à 15 lb-po	15 lb-po	Bon
	J3 B	Capteur	12 à 15 lb-po	10 lb-po	-17 %
	J14 C	Capteur	12 à 15 lb-po	15 lb-po	Bon

	J14 D	Capteur	12 à 15 lb-po	15 lb-po	Bon
--	-------	---------	---------------	----------	-----

Nota 1 : Le couple de desserrage initial mesuré de J1 était de 10 lb-po. La borne a été resserrée à 25 lb-po et le couple de desserrage mesuré était toujours de 10 lb-po. Outre la borne J14C, tous les autres couples correspondaient au couple de serrage, c'est-à-dire au couple nécessaire pour visser la vis.

Nota 2 : Afin de ne pas perturber la borne avant son examen en laboratoire, on n'a pas vérifié son couple, mais on a déterminé qu'elle était au moins serrée à la main. Pendant l'examen en laboratoire, le couple de desserrage mesuré était inférieur à 5 lb-po.

Nota 3 : Le couple de desserrage initial mesuré de J14C se situait entre 2 et 5 lb-po.



Bornes d'alimentation J1, J4, J1, J13, J15

Bornes de capteurs J2, J3, J14

Remarque : J13 et J15 sont des bornes d'alimentation anti-buée (de secours)

* Remarque : Croquis tiré du manuel de maintenance de l'avion (AMM) 56-11-01, page 27, révision du 5 mai 2002, d'Air France.
(Ce document n'existe pas en français. Voir l'Annexe B pour la traduction des termes.)

Les couples sont tirés du manuel de maintenance de l'avion (AMM) 56-11-01, page 20, révision du 5 mai 2002, d'Air France.

Annexe B – Sigles et abréviations

ACARS	système d'échange de données techniques avion-sol en temps réel
ACC	centre de contrôle régional
ADF	radiogoniomètre automatique
ADIRS	système de référence inertielle anémobarométrique
AIRAC	régularisation et contrôle de la diffusion des renseignements aéronautiques
<i>anti-fog busbar</i>	barre omnibus anti-buée
<i>anti-ice busbar</i>	barre omnibus anti-givre
<i>anti-ice sensors</i>	capteurs anti-givre
<i>anti-fog sensor</i>	capteur anti-buée
ARINC	Aeronautical Radio Incorporated
ATC	contrôle de la circulation aérienne
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyse pour la Sécurité de l'Aviation Civile (France)
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
CDU	tableau de commande et d'affichage
CMCF	fonction de calcul de maintenance centrale
CVR	enregistreur de la parole dans le poste de pilotage
DME	équipement de mesure de distance
ED56a	<i>Minimum Operational Performance Requirements for Cockpit Voice Recorder Systems</i> (exigences minimales d'efficacité des enregistreurs de conversations de poste de pilotage)
ED112	<i>Minimum Operational Performance Specification for Crash Protected Airborne Recorder Systems</i> (spécifications d'efficacité minimale des enregistreurs de bord résistant aux écrasements)
EICAS	système d'affichage des paramètres réacteurs et d'alerte de l'équipage
ETOPS	vol biréacteur long-courrier
EUROCAE	Organisation européenne pour l'équipement électronique de l'aviation civile
FDR	enregistreur de données de vol
FMC	calculateur de gestion de vol
FMS	système de gestion de vol
FSS	station d'information de vol
GPS	système de positionnement mondial
HF	haute fréquence
IATA	Association du transport aérien international
ILS	système d'atterrissage aux instruments
JAA	Joint Aviation Authorities
MANOPS	<i>Manuel d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne</i>
MHz	mégahertz
lb-po	livre-pouce (couple)
Mayday	appel de détresse
NDB	radiophare non directionnel
nm	mille marin
NOTAM	Avis aux aviateurs
OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
QRH	manuel de référence rapide (<i>Quick Reference Handbook</i>)
RAC	<i>Règlement de l'aviation canadien</i>

SIU	services d'intervention pour aéronef en situation d'urgence
SSLIA	service de sauvetage et de lutte contre les incendies d'aéronefs
UTC	temps universel coordonné
VHF	très haute fréquence
VMC	conditions météorologiques de vol à vue
VOR	radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence
°C	degrés Celsius
°T	degrés par rapport au Nord vrai