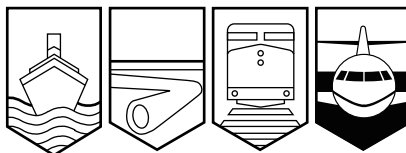


Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE
A03P0332



ERREUR DE MAINTENANCE – FUITE DE CARBURANT EN VOL

DE L'AIRBUS A330-300 C-GHKX
EXPLOITÉ PAR AIR CANADA
À L'AÉROPORT INTERNATIONAL DE VANCOUVER
(COLOMBIE-BRITANNIQUE)
LE 6 NOVEMBRE 2003

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

Erreur de maintenance – Fuite de carburant en vol

de l'Airbus A330-300 C-GHKX
exploité par Air Canada
à l'aéroport international de Vancouver
(Colombie-Britannique)
le 6 novembre 2003

Rapport numéro A03P0332

Sommaire

L'Airbus A330-300 d'Air Canada (portant l'immatriculation C-GHKX et le numéro de série 0412), assurant le vol ACA216, décolle de l'aéroport international de Vancouver (Colombie-Britannique) à 14 h 23, heure normale du Pacifique, pour effectuer un vol régulier à destination de Calgary (Alberta), avec à son bord 6 membres d'équipage et 92 passagers. Peu après le décollage, la tour de Vancouver informe les pilotes qu'une importante quantité de fumée ou une traînée de condensation s'échappe du réacteur numéro 2. Bien qu'ils n'aient reçu aucune indication d'un fonctionnement anormal du réacteur ni aucun avertissement dans le poste de pilotage, les pilotes déclarent une situation d'urgence et annoncent qu'ils retournent à Vancouver.

Après un atterrissage sans encombre, les pilotes coupent le réacteur numéro 2. Le personnel des véhicules de secours de l'aéroport qui suivent l'avion signale aux pilotes que du carburant fuit du réacteur mais qu'il n'y a aucun signe d'incendie. L'avion est finalement remorqué jusqu'à l'aérogare où les passagers peuvent descendre. Personne n'est blessé, et l'avion n'est pas endommagé.

This report is also available in English.

Autres renseignements de base

Lors d'une inspection d'entretien systématique du C-GHKX effectuée la veille de l'événement, le personnel de maintenance avait découvert une fuite de carburant au niveau du drain profilé du réacteur numéro 2 (un Rolls Royce RB211 TRENT 772B-60/16 portant le numéro de série 41102). En approfondissant l'inspection, on s'est aperçu que du carburant fuyait par l'échangeur de chaleur air/huile. Sur l'Airbus A330, l'huile des réacteurs est refroidie par un échangeur de chaleur air/huile. Un moteur-couple envoie automatiquement le carburant haute pression dans une buse jusqu'à un piston qui ouvre ou ferme un clapet d'air servant à régulariser la température de l'huile. La fuite de carburant dépassait les limites prescrites dans le manuel de dépannage de l'Airbus A330. Le personnel de maintenance a inscrit le problème, y compris la mesure corrective exigée, dans le carnet de maintenance de l'avion et a retiré ce dernier du service vers 13 h, heure normale du Pacifique (HNP)¹. Par la suite, l'avion a été remorqué jusqu'à un hangar d'Air Canada afin de permettre le remplacement de l'échangeur de chaleur air/huile.

Sur le tableau de service du bureau de maintenance, on avait indiqué à tort qu'il fallait remplacer l'échangeur de chaleur carburant/huile de l'avion plutôt que l'échangeur de chaleur air/huile qui avait fait l'objet d'une inscription dans le carnet technique de l'avion. Par la suite, trois techniciens d'entretien d'aéronefs dûment qualifiés ayant pris leur service à 20 h 30 ont reçu comme tâche de remplacer l'échangeur de chaleur carburant/huile.

Les techniciens ont pris connaissance du problème d'échangeur de chaleur air/huile figurant dans le carnet technique, ont constaté la contradiction par rapport au tableau de service et ont décidé de vérifier en premier l'échangeur de chaleur carburant/huile. Il a été décidé que deux des techniciens, dont un était autorisé par Air Canada à délivrer une certification technique pour l'Airbus A330 et le réacteur TRENT 700, se chargeraient de colmater l'éventuelle fuite. Ils ont débranché un raccord d'arrivée basse pression de l'échangeur de chaleur carburant/huile (figure 1), et du carburant s'est écoulé de la conduite débranchée. Ayant confirmé que l'échangeur de chaleur carburant/huile n'était pas la source de la fuite, les techniciens se sont préparés à rebrancher la conduite de carburant basse pression et ils ont commandé des joints toriques de remplacement. Peu de temps après, le raccord d'arrivée a été rebranché à l'échangeur de chaleur carburant/huile, et les trois boulons ont été serrés au couple prévu, mais une bague de retenue, un composant jouant un rôle crucial dans le bon branchement du raccord, a été omise. Les techniciens qui ont retiré la conduite de carburant basse pression de l'échangeur de chaleur carburant/huile connaissaient mal le genre

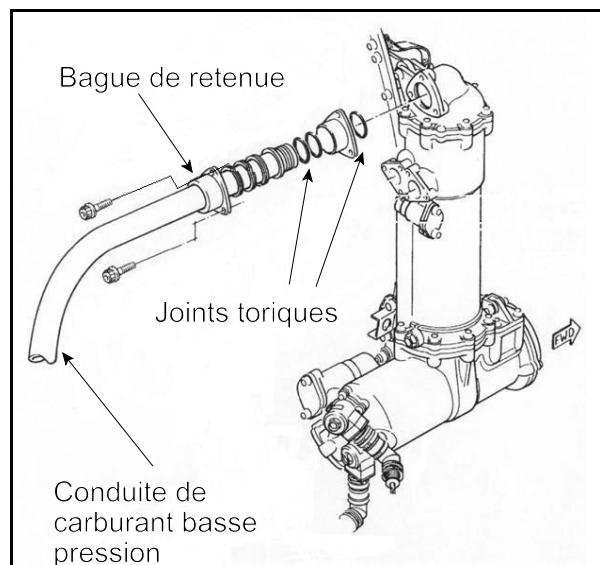


Figure 1. Échangeur de chaleur carburant/huile

¹

Les heures sont exprimées en heure normale du Pacifique (temps universel coordonné [UTC] moins huit heures), sauf indication contraire.

de raccord utilisé et ils n'ont pas consulté le manuel de dépannage de l'Airbus A330, ni les sections et pages pertinentes du manuel de maintenance de l'avion au moment de retirer et de remettre en place la conduite de carburant basse pression. De plus, ils n'ont pas consigné le retrait et la remise en place de la conduite de carburant basse pression dans l'un ou l'autre des documents de maintenance, ce qui n'est pas conforme au manuel des politiques de maintenance d'Air Canada et à la réglementation de Transports Canada. Une fois la conduite de carburant basse pression remise en place, la vérification de la fixation et de l'étanchéité du raccordement s'est faite à partir d'une plate-forme surélevée dans le hangar.

Les deux techniciens ont repris leur travail pour régler la fuite de carburant, en utilisant cette fois le manuel de dépannage de l'Airbus A330, et ont établi que l'échangeur de chaleur air/huile était à la source du problème, comme c'était indiqué dans le carnet technique de l'avion. On a aussi remarqué pendant ce travail qu'il n'y avait pas de fuite de carburant au raccord basse pression de l'échangeur de chaleur carburant/huile. Ils ont retiré et remplacé l'échangeur de chaleur air/huile défectueux. Consultants le manuel de maintenance de l'A330, les techniciens ont fait tourner le réacteur au ralenti pendant six minutes. Une fois le point fixe terminé, on a vérifié à partir du sol si les raccords fuyaient. Il est possible d'inspecter l'échangeur de chaleur air/huile depuis le sol, mais l'inspection du raccord de la conduite de carburant basse pression à l'échangeur de chaleur carburant/huile nécessite l'emploi d'une plate-forme surélevée, comme l'exige le manuel de maintenance de l'A330. Ce manuel demande aussi l'utilisation d'un révélateur spécial pour favoriser la détection de fuites de carburant sur les composants remontés. Ni une plate-forme surélevée, ni un révélateur n'ont été utilisés pour l'inspection des raccords de carburant et la détection de fuites. Aucune anomalie ni aucune fuite n'ont été constatées au niveau du raccord de la conduite de carburant basse pression. Toute la documentation a été remplie et toutes les procédures pertinentes au remplacement de l'échangeur de chaleur air/huile ainsi que les essais de réacteur subséquents ont été effectués, et l'avion a été remis en service.

Le lendemain, l'avion a décollé à destination de Calgary (Alberta) pour assurer le vol ACA216. La circulation au sol et la course au décollage se sont déroulées normalement. Le départ a eu lieu pendant les heures de clarté et dans de bonnes conditions météorologiques, et les pilotes d'un autre avion qui attendait pour partir ont vu que du carburant fuyait d'ACA216 sous la forme d'une importante traînée de condensation (annexe A). Les pilotes de cet avion au départ ont informé la tour de Vancouver de la traînée de condensation qui s'échappait du réacteur numéro 2 d'ACA216, et la tour de Vancouver a alors transmis ce renseignement à ACA216.

En vol, les pilotes n'ont reçu aucune indication ou avertissement du moniteur électronique centralisé de bord (ECAM) signalant un fonctionnement anormal du réacteur. L'ECAM présente les données de base du carburant à la page de croisière et peut afficher sur demande des renseignements détaillés sur le carburant. Par la suite, les pilotes se sont rendu compte que l'avion avait consommé 3700 kg de carburant de plus que la normale. Il n'y avait aucune trace de déversement de carburant sur l'aire de stationnement ou sur la voie de circulation menant à la piste 26L. Toutefois, une importante quantité de carburant a été retrouvée sur le seuil de la piste 26L, d'où ACA216 avait décollé.

Les enquêteurs du BST et le personnel de maintenance d'Air Canada ont examiné le réacteur et ont découvert que la conduite de carburant basse pression arrivant à l'échangeur de chaleur carburant/huile du réacteur numéro 2 s'était débranchée. Le raccord de la conduite de carburant semblait intact et les trois boulons de retenue du raccord étaient serrés, mais la bague de retenue était absente. La bague a été retrouvée plus loin, le long de la conduite de carburant débranchée, à un endroit où elle était impossible à voir. Le motoriste, Rolls-Royce, a indiqué qu'il est possible, dans la plage de tolérance de tous les composants basse pression, que les trois boulons qui retiennent le raccord basse pression en place ne puissent pas assurer une bonne fixation si la bague de retenue est omise. Il est donc possible de serrer quand même le raccord au bon couple. À la lumière de ce scénario, la compression des joints toriques peut être suffisante pour prévenir toute fuite au régime de ralenti. L'enregistreur de données de vol (FDR) a été retiré de l'avion et envoyé aux installations de maintenance d'Air Canada, à Dorval (Québec), pour y être dépouillé. Les données du FDR ont été analysées par le Laboratoire technique du BST.

Rolls-Royce indique que la pression dans la conduite de carburant basse pression augmente de 100 lb/po² au ralenti jusqu'aux environs de 190 lb/po² à la puissance de décollage, alors que le débit de carburant passe de 685 kg/h à 9000 kg/h. Les données du FDR montrent que le problème de carburant a commencé à se manifester lorsque la puissance du réacteur a été augmentée en prévision du décollage. D'après les calculs, la perte de carburant a été de l'ordre de 10 000 kg/h, sans que cela n'empêche pour autant le réacteur de fonctionner correctement.

Le BST a déterminé que des incidents liés à des pertes de liquide moteur à la suite de travaux de maintenance s'étaient déjà produits auparavant. Entre 1999 et 2000, trois incidents sont survenus sur trois aéronefs différents au cours desquels le mauvais montage des raccords de liquide n'avait pas été découvert lors des points fixes au ralenti qui sont exigés. Des renseignements obtenus auprès d'un motoriste indiquent qu'il faut s'attendre à ce que de tels points fixes au ralenti ne détectent que 80 % de toutes les fuites de liquide d'un moteur. Un essai en vol ou un point fixe à plus haut régime moteur, capable de recréer des conditions comme une augmentation des pressions de carburant ou d'huile et des vibrations soutenues, est nécessaire pour détecter le reste (20 %) des fuites éventuelles. Au Canada, au moins une compagnie aérienne exige, dans ses procédures courantes, de procéder à des points fixes à puissance élevée après le remplacement d'un composant susceptible de provoquer une fuite de liquide. Cette compagnie aérienne exploite des avions ayant des moteurs différents de ceux de l'avion en question, et le motoriste n'exige pas lui non plus des points fixes à puissance élevée après des travaux de maintenance sur un moteur.

En août 2001, un autre Airbus A330 immatriculé au Canada a fait un atterrissage d'urgence, les deux réacteurs s'étant arrêtés à la suite d'une panne sèche consécutive à une importante fuite. À la suite de cet événement de 2001 et d'une fuite de carburant similaire concernant un Airbus A320 survenue en 1997, Airbus Industrie a publié le bulletin de service A330-28-3080. Ce bulletin donne aux exploitants d'Airbus A330 des instructions sur la façon d'activer le logiciel de surveillance des fuites de carburant. Une fois activé, ce logiciel avertit l'équipage de conduite dès qu'il y a une différence de plus de 3500 kg entre la quantité de carburant à bord (FOB) initiale et la quantité de carburant à bord présente plus le carburant utilisé (FU). Dès qu'une anomalie est détectée, une sonnerie retentit une seule fois et un avertissement FU/FOB apparaît sur l'écran de l'ECAM. Airbus recommande d'incorporer le bulletin de service en question, mais la réglementation n'exige pas de le faire. Au moment de l'incident, Air Canada n'avait incorporé ce bulletin de service sur aucun de ses Airbus A330. (Voir Mesures de sécurité prises.)

Analyse

Compte tenu des renseignements écrits qui se contredisaient entre le tableau de service et le carnet technique de l'avion, combinés au fait que les techniciens ne se sont pas servis du manuel de dépannage pour clarifier la situation, la conduite de carburant basse pression arrivant à l'échangeur de chaleur carburant/huile a été débranchée inutilement. Une fois cette conduite de carburant basse pression débranchée, les techniciens n'ont pas consulté et n'ont pas suivi les procédures de rebranchement qui figurent dans le manuel de maintenance de l'avion. Pendant qu'on attendait l'arrivée des joints toriques, la bague de retenue, qui ne peut pas être sortie de la conduite de carburant, a glissé le long de la conduite jusqu'à un endroit où elle n'était plus visible. Par la suite, le raccord de la conduite de carburant basse pression a été remis en place sans bague de retenue.

Pendant le point fixe au ralenti qui est exigé, la pression carburant et le faible débit carburant, combinés aux vibrations minimales du réacteur, n'ont pas été suffisants pour simuler les conditions qui se sont produites en vol. Par conséquent, la conduite de carburant basse pression ne s'est pas débranchée de l'échangeur de chaleur carburant/huile malgré l'absence de la bague de retenue. Après le point fixe au ralenti, les composants rebranchés ont fait l'objet d'une inspection à la recherche de fuites, mais aucune n'a été décelée. L'échangeur de chaleur carburant/huile a été inspecté depuis le sol, et non pas depuis une position surélevée, comme le demandait le manuel de maintenance d'Airbus, d'où une inspection détaillée aurait pu être faite. Aussi, un révélateur qui aurait pu faciliter la détection de fuites de carburant n'a pas été utilisé. Compte tenu du fait que le raccord basse pression peut avoir l'air d'être bien fixé malgré l'absence de la bague de retenue et que les techniciens connaissaient mal ce raccord en particulier, l'absence de la bague de retenue aurait été difficile à détecter, même d'une position surélevée. Les joints toriques de la conduite de carburant basse pression avaient été suffisamment comprimés pour prévenir toute fuite, ce qui n'aurait pas permis au révélateur, s'il avait été utilisé, de déceler la bague de retenue manquante.

Quand les manettes des gaz ont été poussées en prévision du décollage, l'augmentation de la pression et du débit de carburant et probablement des vibrations du réacteur ont entraîné le débranchement de la conduite de carburant basse pression au niveau de l'échangeur de chaleur carburant/huile, compte tenu de l'absence de la bague de retenue. La fuite de carburant a donné lieu à une importante traînée de condensation qu'ont pu apercevoir d'autres équipages de conduite ainsi que des observateurs au sol. Un point fixe à régime élevé effectué après les travaux de maintenance aurait considérablement accru les chances qu'on détecte le mauvais montage de la conduite de carburant.

La présence de la traînée de condensation a été portée à l'attention de l'équipage, qui a alors pris les mesures qui s'imposaient. S'ils n'avaient pas été avertis, les pilotes ne se seraient peut-être pas aperçus tout de suite de la perte de carburant, puisque l'équipement de bord ne faisait état d'aucun problème de carburant, et il n'aurait peut-être pas été possible de constater à temps que la quantité de carburant à bord était moindre que prévu. Air Canada n'avait pas incorporé le bulletin de service A330-28-3080 d'Airbus qui avertit les pilotes d'une éventuelle fuite de

carburant dès qu'il y a perte de 3500 kg de carburant. La mise en oeuvre de ce bulletin de service aurait réduit les risques de panne sèche, d'arrêt des réacteurs et d'incendie. Dans le cas présent, une fuite totalisant 3500 kg de carburant s'est produite moins de cinq minutes après le départ.

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

LP 132/2003 – *FDR Analysis* (Analyse du FDR).

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. En raison d'une inscription erronée sur le tableau de service du bureau de la maintenance et du fait que les techniciens n'ont pas consulté le manuel de dépannage, ces derniers ont débranché inutilement la conduite de carburant basse pression au niveau de l'échangeur de chaleur carburant/huile.
2. Du fait que les techniciens ne connaissaient pas bien ce genre de raccord, que la bague de retenue n'était pas visible et qu'ils n'ont pas consulté le manuel de maintenance de l'avion, ils n'ont pas rebranché correctement la conduite de carburant basse pression.
3. Au moment de l'application de la puissance de décollage, la conduite de carburant basse pression s'est détachée de l'échangeur de chaleur carburant/huile sous l'effet de la pression et du débit de carburant ainsi que des vibrations du réacteur, ce qui a provoqué une importante fuite de carburant du réacteur numéro 2.

Faits établis quant aux risques

1. L'exploitant n'a pas effectué de point fixe à puissance élevée, ce que le motoriste n'exige d'ailleurs pas, alors qu'un tel point fixe aurait produit des conditions similaires à celles qui ont provoqué au décollage le débranchement de la conduite de carburant basse pression au niveau de l'échangeur de chaleur carburant/huile. Un point fixe à puissance élevée aurait pu réduire le risque qu'une fuite ou que le mauvais montage d'un composant passent inaperçus.
2. La bonne inspection de l'échangeur de chaleur carburant/huile exige l'utilisation d'une plate-forme surélevée, tant avant qu'après le point fixe du réacteur. Il n'y a pas eu une bonne inspection du branchement de la conduite de carburant basse pression, ce qui a augmenté les risques qu'une fuite ou que le mauvais montage d'un composant passent inaperçus.
3. Air Canada n'avait pas incorporé le bulletin de service A330-28-3080 d'Airbus. La mise en oeuvre de ce bulletin réduirait le risque qu'une fuite de carburant passe inaperçue et mène à une panne sèche, à une panne de réacteur ou à un incendie.

Autres faits établis

1. Le retrait et la remise en place de l'échangeur de chaleur carburant/huile de la conduite de carburant basse pression n'ont pas été documentés, ce qui n'est pas conforme au manuel des politiques de maintenance d'Air Canada et à la réglementation de Transports Canada.

Mesures de sécurité prises

Air Canada

Le 16 décembre 2003, Air Canada a publié un message d'alerte à la maintenance de l'Airbus A330 destiné à tous les techniciens qualifiés sur Airbus A330. On pouvait notamment y lire :

[Traduction]

Il est impératif de toujours consulter les documents appropriés, qu'il s'agisse de publications techniques, du manuel de dépannage, du manuel de maintenance, etc., notamment si vous connaissez mal les systèmes de l'avion ou les réacteurs concernés, et de suivre les instructions de maintenance ou de dépannage qui y sont spécifiées. De plus, tout travail accompli doit être consigné dans les dossiers appropriés, tel que l'exigent aussi bien le manuel de contrôle d'Air Canada que le *Règlement de l'aviation canadien*.

De plus, Air Canada a mené une enquête de sécurité interne sur les circonstances entourant cet incident et a fait part de recommandations proactives visant à éviter qu'il ne se reproduise. Depuis cet incident, Air Canada a incorporé le bulletin de service A330-28-3080 sur environ 50 % de la flotte des A330 et prévoit avoir terminé la modification des A330 qui restent d'ici l'automne 2004.

Bureau de la sécurité des transports

Le 3 mars 2004, le BST a envoyé à Transports Canada un avis de sécurité (A030025-1) indiquant que le ministère devrait songer à revoir les pratiques et procédures actuelles entourant les procédures de point fixe des moteurs servant dans le cadre de travaux de maintenance aéronautique. De façon plus précise, l'avis ciblait les pratiques et procédures à la suite de travaux de maintenance sur les circuits de carburant et de lubrification, afin d'assurer que des fuites éventuelles puissent être détectées. Dans les circuits soumis à de très importants changements de pression et de débit entre le régime de ralenti et celui de décollage, l'application de la puissance de décollage devrait être exigée pour assurer l'intégrité du circuit.

Transports Canada

Transports Canada a répondu à l'avis de sécurité le 16 juin 2004. Un examen des procédures de vérification d'étanchéité pour le carburant et l'huile figurant dans les manuels de maintenance de divers motoristes (c.-à-d. GE, P&W, Rolls Royce et Rolls Royce Deutschland B) a été effectué. On a conclu que ces procédures étaient suffisantes pourvu qu'elles soient appliquées.

Une revue de la base de données des rapports de difficultés en service a été effectuée relativement aux fuites de carburant et d'huile, et ces dernières étaient attribuées à de mauvaises pratiques de maintenance ou à des modifications de fabrication nécessaires pour régler les problèmes de fuite. Il est important de souligner qu'aucun des événements rapportés n'aurait tiré avantage d'un point fixe réacteur à puissance élevée.

Transports Canada est d'avis que les conséquences d'imposer, à l'échelle de l'industrie, un point fixe des réacteurs à la puissance de décollage afin de déceler des fuites de carburant et d'huile basse pression doivent être soigneusement pesées, puisqu'il n'y a pas suffisamment de données pour justifier une telle décision.

Des statistiques documentées indiquant que des points fixes au régime de ralenti ne permettent pas de déceler toutes les fuites des systèmes de carburant et de lubrification basse pression sont nécessaires pour justifier une modification des tâches exigeant des points fixes à la puissance de décollage.

Les pratiques de maintenance standard et les facteurs humains constituent aussi des éléments dans cet incident et ils pourraient avoir été des facteurs contributifs.

Compte tenu de l'information fournie, Transports Canada soutient que les procédures écrites figurant dans le manuel de maintenance de l'avion Airbus 330 sont suffisantes et, si elles sont appliquées, qu'elles permettent de déceler une fuite lors d'un point fixe au régime de ralenti

L'Aviation civile de Transports Canada va publier dans *Sécurité aérienne - Mainteneur* un article sur le sujet des points fixes réacteurs visant à déceler des fuites de carburant ou d'huile après la maintenance.

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 7 septembre 2004.

Annexe A – Fuite de carburant visible en provenance du vol ACA216

