

Rapport

Incidents graves survenus **les 18 mars et 8 avril 2010**
sur l'**aérodrome de Paris Charles de Gaulle (95)**
aux **Boeing 747-400**
immatriculés **HS-TGL et B-HOV**
respectivement exploités par
Thai Airways International Ltd.
et par **Cathay Pacific Airways Ltd.**

BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat

Avertissement

Ce rapport exprime les conclusions du BEA sur les circonstances et les causes de ces incidents graves.

Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'Aviation civile internationale, à la Directive 94/56/CE et au Code de l'Aviation civile (Livre VII), l'enquête n'a pas été conduite de façon à établir des fautes ou à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives. Son seul objectif est de tirer de ces événements des enseignements susceptibles de prévenir de futurs accidents.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Table des matières

AVERTISSEMENT	1
GLOSSAIRE	3
SYNOPSIS	4
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	5
1.1 Déroulement des vols à leur arrivée	5
1.2 Dommages aux aéronefs	6
1.3 Expertise des GPU	7
1.4 Renseignements complémentaires	7
1.5 Mesures prises par le constructeur	8
1.6 Essais réalisés	10
2 - FAITS ÉTABLIS PAR L'ENQUÊTE	12
3 - ANALYSE ET CONCLUSION	13
4 - RECOMMANDATION DE SECURITE	14

Glossaire

AD	Aérodrome
EASA	European Aviation Safety Agency
FAA	Federal Aviation Administration (USA)
GPU	Groupe auxiliaire de puissance (Ground Power Unit)
IPC	Illustrated Part Catalogue
MOM	Multi Operator Message (Communication Boeing à tous les opérateurs)
NTO	No Technical Objection
NTSB	National Transportation Safety Board (USA)

Synopsis

Date de l'incident 18 mars 2010 à 6 h 00 ⁽¹⁾	Aéronef Boeing 747-400, numéro de série 25366, construit en 1991, immatriculé HS-TGL
Lieu de l'incident AD Paris Charles de Gaulle (95)	Exploitant Thai Airways International Ltd.
Nature du vol Transport public de passagers	Personnes à bord Equipage + passagers : 394

⁽¹⁾Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter une heure pour obtenir l'heure en France métropolitaine le jour de l'événement.

Date de l'incident 8 avril 2010 à 5 h 12 ⁽²⁾	Aéronef Boeing 747-400, numéro de série 25082, construit en 1991, immatriculé B-HOV
Lieu de l'incident AD Paris Charles de Gaulle (95)	Exploitant Cathay Pacific Airways Ltd.
Nature du vol Transport public de passagers	Personnes à bord Equipage + passagers : 326

⁽²⁾Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter deux heures pour obtenir l'heure en France métropolitaine le jour de l'événement.

Événements	Feux en soute avionique peu après le branchement du groupe de parc
Conséquences et dommages	Connections et câblages électriques fortement endommagés, déformations et dégradation des caractéristiques structurelles du fuselage dues aux hautes températures, remplacement des calculateurs de bord du HS-TGL suite à l'utilisation de l'extincteur à poudre, immobilisation prolongée des aéronefs

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement des vols à leur arrivée

HS-TGL

Vol AD Bangkok (Thaïlande) – AD Paris Charles de Gaulle, terminal 1.

Le HS-TGL part de Bangkok sous tolérance technique avec l'APU (Auxiliary Power Unit) inopérant. A l'arrivée au poste Z4 du terminal 1 de l'AD Paris Charles de Gaulle, l'équipage maintient le moteur n° 4 en fonctionnement jusqu'à ce qu'un GPU soit connecté. L'équipage éteint ensuite le moteur n° 4, l'alimentation électrique devant être fournie par le GPU.

Les agents au sol tentent d'ouvrir les portes des soutes avant et arrière, sans succès. Ils contactent le commandant de bord qui leur annonce qu'il n'y a pas d'alimentation électrique à bord.

Les agents au sol remarquent un fort dégagement de chaleur émanant du fuselage autour des connecteurs du GPU. Ils débranchent les câbles et constatent que ces derniers et le fuselage sont brûlants. Ils ouvrent la soute avionique à l'intérieur de laquelle ils observent des flammes. Ils éteignent le feu à l'aide d'un extincteur à poudre de 50 kg qu'ils vident entièrement. Les pompiers constatent, à leur arrivée, que le feu a cessé. A l'aide d'une caméra thermique, une température proche de 800 °C est mesurée dans la zone.

Note : l'enquête n'a pas pu déterminer l'enchaînement exact des actions effectuées par les agents au sol.

B-HOV

Vol AD Hong Kong (Hong Kong) – AD Paris Charles de Gaulle, terminal 2.

Après son arrivée, l'avion est stationné au poste A34 du terminal 2 de l'AD Paris Charles de Gaulle. Lors du branchement du GPU, l'agent au sol a des difficultés à fournir du courant électrique à l'avion. Sur ce type de GPU, l'interrupteur de mise sous tension ne reste en position de fourniture de courant que lorsque le GPU reçoit un signal de retour en provenance de l'avion. Dans le cas contraire, l'interrupteur revient en position intermédiaire et coupe l'alimentation. Lors de l'incident, l'agent au sol rencontre des difficultés pour alimenter l'avion et maintient l'interrupteur manuellement, forçant la fourniture de courant. Il remarque alors transitoirement une baisse importante de régime du moteur du GPU.

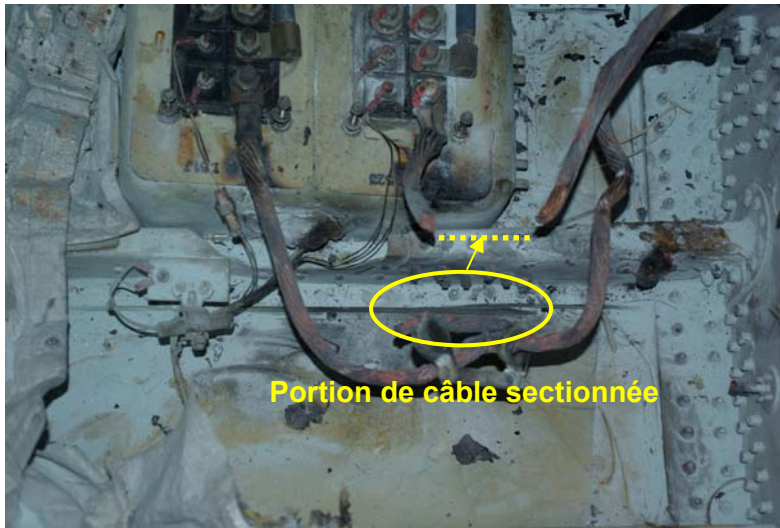
Peu après, il constate un fort dégagement de chaleur et déconnecte les câbles du GPU. Un agent de Cathay Pacific Airways intervient alors et ouvre la soute avionique. Il constate des flammes à l'intérieur et utilise un extincteur à poudre pour éteindre le feu.

Lors des deux événements, les passagers étaient en phase de débarquement.

1.2 Dommages aux aéronefs

HS-TGL

Dans la soute avionique, les deux câbles reliant le neutre à la structure de l'aéronef sont fortement endommagés et partiellement fondus. L'un d'eux est sectionné par l'échauffement en deux endroits. Les matelas d'isolation ont brûlé dans la zone entourant les connecteurs électriques. La soute avionique est envahie de poudre d'extincteur.

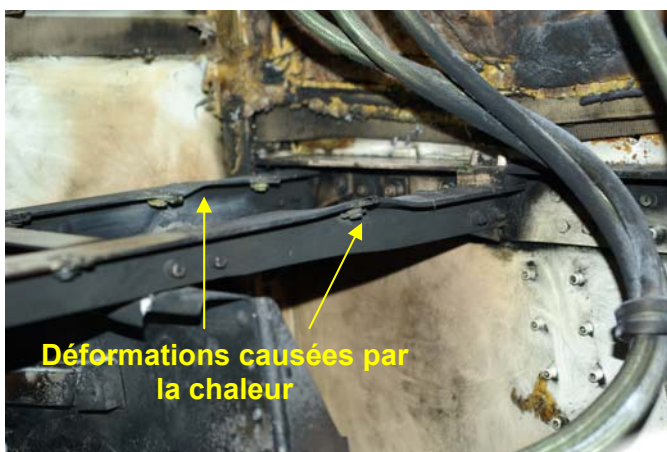


Prises de parc côté soute avionique

Dans cette zone, la structure du fuselage de l'aéronef a subi un échauffement important (800 °C) nécessitant une réparation majeure avant la remise en vol de l'aéronef.

B-HOV

Dans la soute avionique, les câbles reliant le neutre à la structure de l'aéronef sont partiellement fondus, mais non sectionnés. Les matelas d'isolation ont brûlé dans la zone entourant les connecteurs électriques. A l'intérieur de la soute avionique, un peu de poudre d'extincteur est présente aux alentours des connecteurs mais en moindre quantité que lors de l'événement survenu au HS-TGL. Les connecteurs extérieurs présentent des marques d'échauffement, ainsi que des traces de poudre d'extincteur.



L'échauffement causé par l'incendie a entraîné une déformation de la structure du fuselage de l'aéronef. Une réparation majeure a également dû être réalisée avant la remise en vol de l'aéronef.

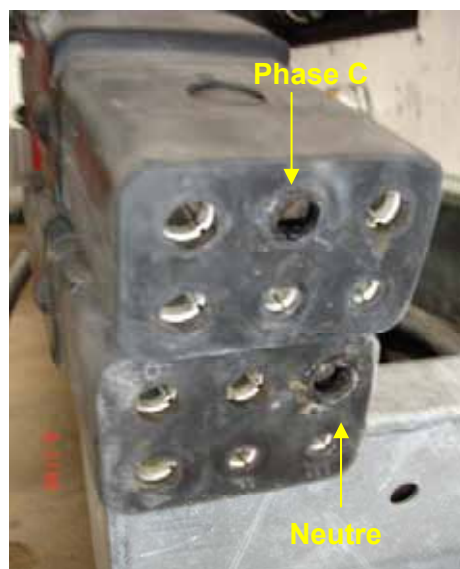
1.3 Expertise des GPU

HS-TGL

Après l'incident, le GPU a immédiatement été retiré du service. Des examens n'ont révélé aucune défaillance ni anomalie. Le GPU a été remis en service.

B-HOV

Après l'incident, le GPU a immédiatement été retiré du service. Les câbles d'alimentation entre le GPU et l'aéronef présentent d'importantes traces d'échauffement ayant entraîné une réduction de leur section. Les boîtiers en élastomère, entourant les contacts, présentent également des traces d'échauffement, au niveau du neutre sur une prise, au niveau de la phase C sur l'autre.



1.4 Renseignements complémentaires

Les GPU utilisés sur les avions tels que le B747-400 fournissent un courant 115 V / 400 Hz, sur 3 phases : A, B et C, au travers de 2 prises de parc afin de répartir l'intensité. Chaque prise comporte 6 broches : les 3 phases, le neutre, ainsi que 2 broches, plus petites, destinées à la communication entre le GPU et le système électrique de l'avion.

Les GPU sont mis en œuvre par du personnel de compagnies sous-traitantes, assurant le service au sol. Ces agents au sol reçoivent une formation réduite et ont un niveau de connaissance technique limité du circuit électrique des avions.

Les deux GPU sont sensiblement identiques. Ils ne sont ni mis en œuvre, ni entretenus par les mêmes sociétés. Le constructeur des deux GPU a été contacté afin de connaître d'éventuels incidents précurseurs. Il a déclaré ne pas avoir connaissance d'événement antérieur similaire.

Le BEA a également demandé à Boeing, par l'intermédiaire du NTSB, de lui fournir un retour d'expérience sur des incidents similaires. Depuis 2001, Boeing a eu connaissance de huit autres cas similaires sur des Boeing 747-400 pour lesquels les types de GPU utilisés ne sont pas précisés :

- ❑ 15/01/2001 à Toronto (Canada) : dommages superficiels sur le fuselage ;
- ❑ 01/12/2002 à Toronto : dommages non communiqués ;
- ❑ 26/12/2002 à Paris CDG : dommages superficiels sur le fuselage ;
- ❑ 09/10/2007, lieu inconnu : dommages non communiqués ;
- ❑ 03/01/2008 à New-York JFK (USA) : dommages non communiqués ;
- ❑ 27/01/2008 à New-York JFK (USA) : dommages non communiqués ;
- ❑ 06/02/2009, lieu inconnu : dommages non communiqués ;
- ❑ 08/12/2009, lieu inconnu : dommages non communiqués.

L'observation des dommages a montré que dans tous ces cas la phase C avait été connectée directement au neutre.

Une étude interne à Boeing, menée en 2002, a montré que le guide en matériaux composites, assurant le positionnement des prises de parc, pouvait s'endommager. Dans cette situation, il est possible d'aligner incorrectement les prises. A l'époque, Boeing n'avait pas identifié ce problème comme pouvant affecter la sécurité.



Exemple de branchement incorrect (source Boeing)

1.5 Mesures prises par le constructeur

A la suite du premier événement rapporté à Boeing en 2001, un NTO a été fourni à l'exploitant concerné pour installer le guide originellement étudié pour le B767 (Réf. MS17845-1) en lieu et place de la pièce initialement montée sur le B747-400 (Réf. 66-9236). La pièce de remplacement assure un guidage précis. Elle est réalisée en métal et est beaucoup plus robuste. Elle est installée en production sur les B747-400 depuis 2003.

Selon Boeing, aucun cas d'alignement incorrect ne leur a été rapporté sur des avions ayant reçu le guide MS17845-1.



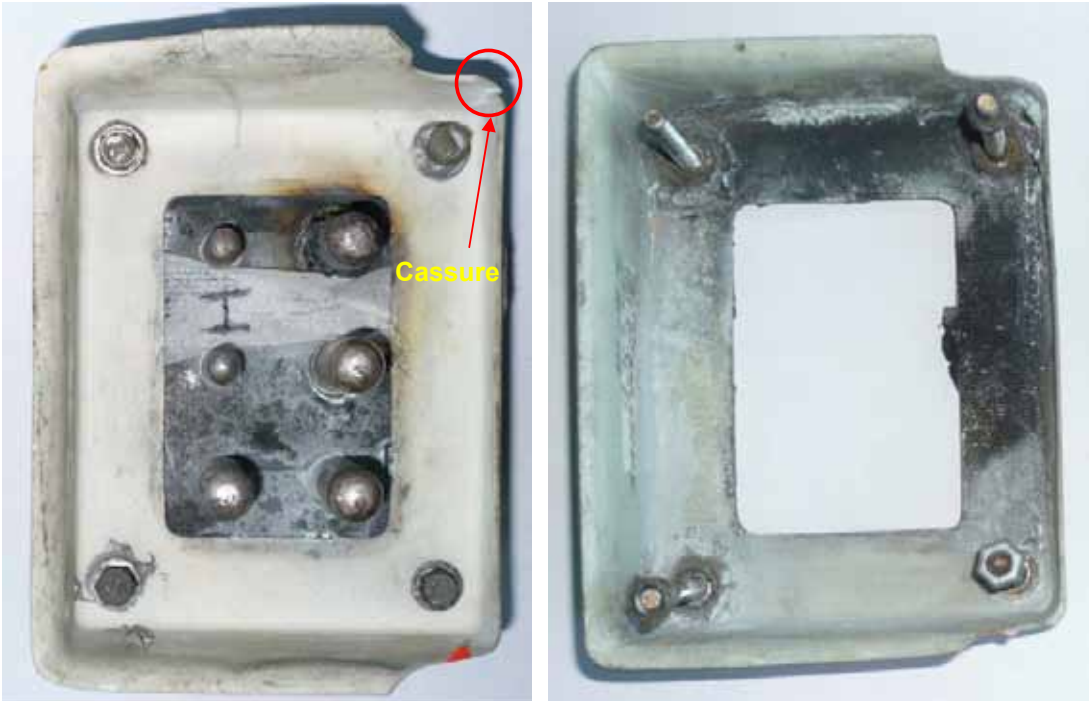
En février 2008, Boeing a émis un MOM (n° 1-760857507) à l'intention de tous les exploitants de B747-400. Dans cette communication, le constructeur indique que deux cas ont été rapportés d'alignement incorrect de l'une des prises de parc ayant mené au branchement de la phase C sur le neutre. Il recommande aux opérateurs de vérifier l'état des guides et de les remplacer s'ils sont cassés. Il recommande également de renforcer les procédures au sol lors du branchement des groupes de parc. A ce stade, Boeing ne mentionne l'installation du guide MS17845-1 que comme optionnelle dans l'IPC du B747.

A la suite des deux incidents graves survenus au HS-TGL et B-HOV, Boeing a rapidement émis un second MOM (n° 1-1564169238) : il informe les opérateurs des nouveaux cas ayant entraîné l'inflammation des matelas d'isolation. Il mentionne que le guide MS17845-1 va devenir pièce préférentielle dans son IPC. Il recommande aux opérateurs de vérifier l'état des guides et de les remplacer en cas d'endommagement.

Le guide en matériaux composites installé sur les avions de type B747-400 est également monté d'origine sur tous les types de B747, ainsi que sur les B737-300, 400 et 500. Boeing indique que plusieurs cas de surchauffe ont été rapportés sur tous ces types d'avions. L'alignement incorrect des prises de parc n'a été mis en évidence que sur les B747-400. Sur tous les modèles de B747, le guide MS17845-1 est devenu pièce préférentielle depuis peu.

1.6 Essais réalisés

A la suite des incidents graves du HS-TGL et du B-HOV, des essais ont été réalisés en coopération avec la compagnie Cathay Pacific Airways et l'une des sociétés de maintenance de GPU. Les guides originaux du B-HOV ont été prélevés. L'un des deux est cassé.



Guides du B-HOV

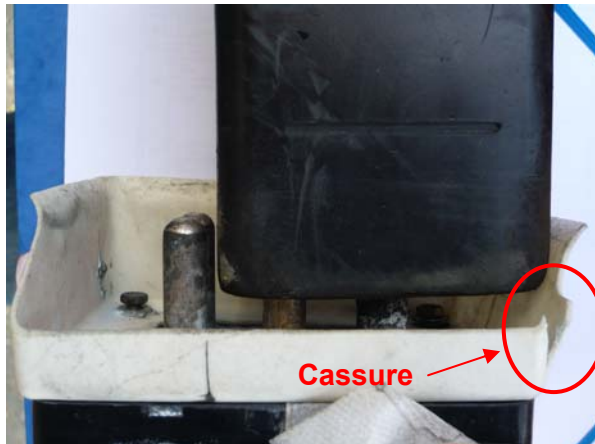
L'observation des marques causées sur les prises externes du B-HOV indique que la prise de parc branchée sur le connecteur n° 2 (à droite sur la photo ci-dessous) était incorrectement positionnée. Le guide du connecteur n'est pas cassé. Il n'a pas été possible de déterminer quelle prise de parc était incorrectement positionnée sur le HS-TGL.



Prises de parc du B-HOV peu après l'incident

Des tests ont été réalisés avec les différents guides : le guide cassé du B-HOV ; le guide non-cassé du B-HOV et un guide MS17845-1 neuf. L'objectif était de tenter de connecter une prise de parc en créant un défaut d'alignement, avec chacun des différents guides.

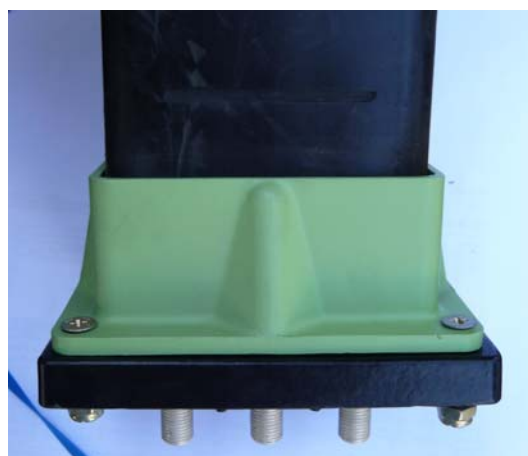
Avec le guide originel, cassé, le branchement incorrect est aisé. L'engagement n'est pas complet mais le contact est établi :



Avec le guide originel, non-cassé, le branchement incorrect est également possible même s'il faut forcer légèrement. L'engagement n'est pas complet mais le contact est établi :



Avec le guide métallique MS17845-1, l'alignement incorrect de la prise de parc est impossible :



2 - FAITS ÉTABLIS PAR L'ENQUÊTE

- ❑ Sur le B-HOV l'une des prises de parc était correctement alignée sur le connecteur n° 1 tandis que la seconde était décalée sur le connecteur n° 2. Sur le circuit n° 2 la phase C fournie par le GPU était directement reliée au neutre de l'avion.
- ❑ Sur le B-HOV, l'action de l'agent au sol qui a maintenu l'interrupteur de mise sous tension a prolongé la fourniture de courant dans une situation de court-circuit.
- ❑ Il n'a pas été possible de déterminer la configuration des prises de parc ni la séquence des actions réalisées par l'agent au sol lors de l'incident du HS-TGL.
- ❑ Les agents au sol mettant en œuvre les GPU reçoivent une formation réduite et ont un niveau de connaissance technique limité du circuit électrique des avions.
- ❑ Sur le B-HOV, le guide en matériaux composites de la prise n° 1 est cassé.
- ❑ L'état des guides du HS-TGL n'a pas pu être contrôlé.
- ❑ Les tests réalisés montrent qu'il est possible de brancher une prise de parc dans une position incorrecte, même avec un guide en bon état.
- ❑ La situation de court-circuit franc engendrée par un défaut d'alignement de l'une des prises de parc a créé un échauffement intense dans la soute avionique qui a entraîné des dommages importants et l'inflammation des matelas d'isolation.
- ❑ Les dommages causés aux deux aéronefs ont entraîné leur immobilisation pendant plusieurs semaines, des réparations majeures et auraient pu entraîner la perte des aéronefs si les incendies n'avaient pas été maîtrisés à temps.
- ❑ Le problème technique est connu de Boeing depuis 2001. Une solution est disponible depuis cette date et appliquée en production depuis 2003. Cette solution consiste à monter le guide du B767.
- ❑ Aucun cas d'alignement incorrect n'a été rapporté à Boeing sur des avions ayant reçu le guide MS17845-1.

3 - ANALYSE ET CONCLUSION

Les deux incidents ont été causés par un court-circuit en soute avionique, peu après le branchement des GPU, lors de la fourniture de courant électrique. Dans les deux cas, les courts-circuits ont eu pour conséquence le déclenchement d'un incendie alors que les passagers étaient en phase de débarquement.

Il a été démontré que l'une des deux prises de parc du GPU était incorrectement connectée sur le B-HOV. Il est probable qu'il en était de même pour le HS-TGL.

Cette connexion incorrecte, associée à des actions inappropriées de la part des agents au sol, sont à l'origine des deux incidents.

La conception des guides de prises de parc, installés sur Boeing 747-400 avant 2003, permet ce défaut de connexion. Ces mêmes guides étaient également installés d'origine sur tous les autres types de B747 ainsi que sur les B737-300, B737-400 et B737-500. Cependant, le NTSB a précisé qu'aucun cas connu de dégâts n'a été rapporté à Boeing sur les modèles de Boeing 737.

4 - RECOMMANDATION DE SECURITE

Rappel : conformément à l'article 10 de la Directive 94/56/CE sur les enquêtes accidents, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident ou un incident. L'article R.731-2 du Code de l'aviation civile stipule que les destinataires des recommandations de sécurité font connaître au BEA, dans un délai de quatre-vingt-dix jours après leur réception, les suites qu'ils entendent leur donner et, le cas échéant, le délai nécessaire à leur mise en œuvre.

Un incendie d'origine électrique dans une zone confinée d'un avion peut avoir des conséquences graves pour ce dernier, pouvant aller jusqu'à sa destruction. Si le feu n'est pas maîtrisé à temps, il peut constituer un danger pour les personnes à bord, lors des phases de débarquement des passagers notamment.

Le défaut d'alignement de l'une des prises de parc entraîne un court-circuit franc. Une solution a été développée par Boeing, consistant à installer le guide référence P/N MS17845-1, initialement installé sur le Boeing 767. Boeing n'a pas depuis eu connaissance de cas d'alignement incorrect sur des avions équipés de ce guide. Par ailleurs, Boeing recommande aux opérateurs de B747 de vérifier l'état des guides existants et, en cas d'endommagement, de les remplacer par le guide recommandé MS17845-1. Cette recommandation n'impose pas le remplacement systématique des guides existants.

En conséquence le BEA recommande que :

- **l'EASA et la FAA rendent obligatoire le remplacement des pièces originelles référence 66-9236 par des pièces référence MS17845-1 sur toutes les versions d'appareils B747.**

BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Zone Sud - Bâtiment 153
200 rue de Paris
Aéroport du Bourget
93352 Le Bourget Cedex - France
T : +33 1 49 92 72 00 - F : +33 1 49 92 72 03
www.bea.aero

Parution : septembre 2010

N° ISBN : 978-2-11-099152-2

