

Activation du vibreur de manche lors de la rotation

⁽¹⁾Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC).

Aéronef	Boeing 737-300 immatriculé F-GIXD
Date et heure	10 janvier 2011 vers 12 h 30 UTC ⁽¹⁾
Exploitant	Europe Airpost
Lieu	Aérodrome de Montpellier Méditerranée (34)
Nature du vol	Vol de convoyage
Equipage de conduite	Commandant de bord (PF) ; copilote (PNF)
Conséquences et dommages	Aucun

DÉROULEMENT DU VOL

Le 10 janvier 2011, l'équipage décolle de la piste 31 droite de Montpellier Méditerranée pour un vol de convoyage à destination de Toulouse Blagnac. Lors de la rotation, les becs de bord d'attaque se déploient de la position intermédiaire vers la position « plein sortis ». Le vibreur du manche gauche se déclenche aussitôt. Le CDB constate une indication erronée sur le bandeau de vitesses de son PFD. Il ne constate aucune anomalie sur le PFD du copilote, sur l'indicateur de secours et sur les indicateurs moteur. Les becs reviennent à leur position initiale. Douze secondes après son déclenchement, le vibreur de manche s'arrête. Après analyse du comportement des systèmes, l'équipage décide de poursuivre le vol jusqu'à destination. Aucun autre événement n'est noté lors du vol.

L'exploitation des données QAR montre qu'au moment de la rotation, l'angle mesuré par la sonde d'incidence côté gauche n'est pas représentatif de l'angle d'incidence réel.

Le contrat de location de l'avion arrivant à son terme, l'avion avait été convoyé à Montpellier, dans les ateliers de Latécoère Aéroservices, organisme agréé Partie 145 contracté par Europe Airpost, pour être repeint en blanc en vue de la restitution à son propriétaire. Au cours du chantier de peinture, la location a finalement été reconduite à la demande de l'exploitant. Latécoère Aéroservices ne pouvait pas accorder rapidement de nouveau créneau pour repeindre l'avion aux couleurs d'Europe Airpost. L'exploitant avait alors décidé de convoier l'avion vers un autre atelier de peinture, STTS, situé à Toulouse Blagnac.

Le second chantier de peinture commence à l'issue du vol de convoyage. La sonde d'incidence gauche est identifiée comme étant à l'origine du déclenchement du vibreur de manche au cours de ce second chantier. Elle est déposée le 19 janvier 2011.

RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES**Exploitation des données QAR**

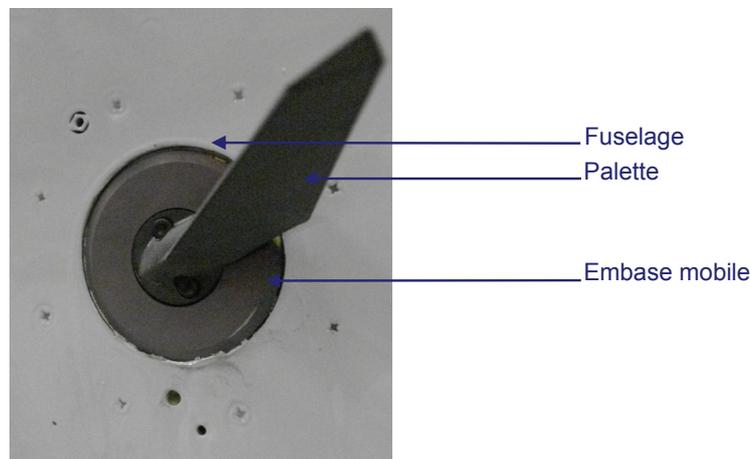
L'exploitation des données enregistrées par le QAR permet de confirmer l'activation du vibreur de manche au moment de la rotation de l'avion, et pendant 12 secondes. Les données montrent que la valeur de l'angle d'incidence mesurée côté gauche est figée à 16,2 degrés, depuis la mise sous tension de l'avion jusqu'à 8 secondes après le décollage. Par la suite, elle revient progressivement à des valeurs cohérentes et le vibreur de manche s'arrête lorsque la valeur de l'incidence mesurée devient inférieure à 14,6 degrés, valeur proche du seuil théorique d'activation du vibreur de manche. Les valeurs mesurées par la sonde d'incidence gauche au cours du vol présentent des variations plus lentes par comparaison aux données des vols précédents⁽²⁾.

⁽²⁾Les valeurs mesurées par la sonde d'incidence droite ne sont pas enregistrées.

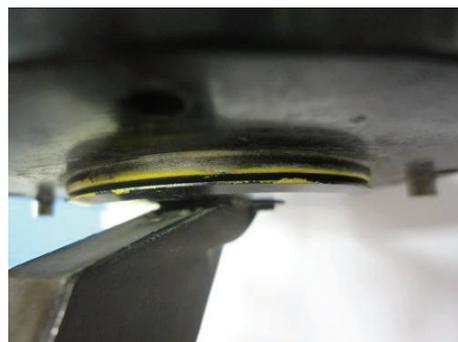
Examen de la sonde d'incidence

L'avion est équipé de 2 sondes d'incidence localisées à l'avant de l'avion de part et d'autre du fuselage. Elles mesurent l'angle entre le vent relatif et l'axe longitudinal de l'avion.

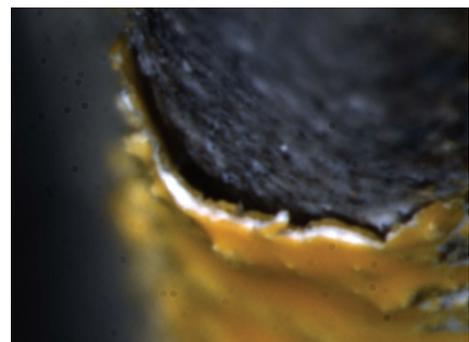
L'examen de la sonde d'incidence gauche met en évidence la présence de plusieurs couches de peinture sur l'embase de la partie mobile, la platine support et le joint situé entre la platine support et l'avion. A certains endroits, jusqu'à trois couches de peinture ont pu être identifiées : jaune – blanche – jaune.



Sonde d'incidence gauche
Photo prise lors de la visite d'entrée du second chantier de peinture



Sonde d'incidence
Photo prise lors des examens



Différentes couches de peinture

Ces couches de peinture semblent résulter des différentes opérations de peinture effectuées sur l'avion : peinture précédente jaune, peinture blanche réalisée à Montpellier, peinture jaune réalisée à Toulouse.

Le blocage de la sonde est très probablement dû à la présence de peinture blanche entre l'embase mobile, le fuselage et la platine support.

Comportement des systèmes au cours du vol

La sortie automatique des becs et l'activation du vibreur de manche sont liées au blocage de la sonde d'incidence. Au moment de la rotation, le seuil de sortie automatique des becs est réduit de 19,8 vers 16,2 degrés pour prendre en compte l'effet de sol. La sonde gauche étant bloquée à 16,2 degrés, le stall management computer (SMC) a alors activé la sortie automatique des becs vers la position « plein sortis ». Le vibreur de manche s'est quant à lui activé car son seuil de déclenchement est réduit lors d'un mouvement des becs ou des volets.

Hors effet de sol, le seuil de sortie automatique reprend sa valeur initiale. Les becs sont alors revenus dans leur position intermédiaire.

Le vibreur de manche s'arrête lorsque la sonde d'incidence gauche se débloque, probablement en raison des forces aérodynamiques, et que la valeur d'incidence passe sous le seuil d'activation.

Par ailleurs, un message « AOA vane bent » a été enregistré lors du roulement au décollage. Il est enregistré lorsque la sonde d'incidence présente un écart supérieur à 3 degrés par rapport à sa position nominale. Ce test est effectué lors du roulement au décollage, entre 60 et 105 kt, et le message est uniquement destiné à la maintenance afin d'indiquer un éventuel endommagement de la sonde d'incidence. L'équipage ne dispose pas de cette information.

Renseignements sur les activités de peinture

La documentation de référence pour réaliser les opérations de peinture des avions Boeing 737 est l'AMM. Ces opérations se font en plusieurs étapes : décapage, nettoyage et peinture. Les sondes d'incidence doivent être protégées pour chacune de ces opérations. Une première protection est mise en place avant le décapage, et retirée à l'issue du nettoyage. Une seconde protection est installée avant la peinture et retirée après cette phase. Les méthodes pour masquer les sondes d'incidence ne sont pas décrites dans l'AMM car elles sont considérées comme relevant des règles de l'art. Il n'existe pas non plus de dispositif spécifique pour le masquage de ces sondes d'incidence.

Pour les opérations de décapage, des responsables de Latécoère Aeroservices et STTS expliquent que le masquage réalisé déborde sur le fuselage autour de la sonde d'incidence, protégeant ainsi l'intégralité de cette dernière.

Pour les opérations de peinture, ils expliquent que la pratique courante consiste à masquer ces sondes en réduisant au minimum le débordement sur le fuselage, afin de limiter les éventuelles retouches de peinture⁽³⁾. Dans la pratique, cela conduit à protéger uniquement l'embase mobile de la sonde. Les interstices entre la sonde et le fuselage, et entre la platine fixe et l'embase mobile de la sonde, peuvent ainsi ne pas être masqués.

⁽³⁾Ces retouches peuvent avoir un impact sur le coût du chantier.

Latécoère Aeroservices possède un agrément Partie 145. Les activités de peinture sont intégrées à son MOE (Maintenance Organisation Exposition). Latécoère Aeroservices n'avait pas développé de procédure écrite décrivant de manière précise les méthodes de masquage des éléments critiques. Tout au long du chantier de peinture à Montpellier, un mécanicien agréé Partie 66 avait réalisé des contrôles intermédiaires après chaque phase. Le contrôle des protections mises en place sur les sondes d'incidence et le contrôle des sondes d'incidence après l'enlèvement du masquage figuraient notamment parmi les points à contrôler. A l'issue du chantier de peinture, ce même mécanicien avait signé la visite de sécurité après peinture, conformément à la procédure interne de l'atelier agréée par l'OSAC. Cependant les vérifications à réaliser ne portaient pas sur la liberté de mouvement de la sonde d'incidence, mais uniquement sur l'absence de rayures et de poussière. A la livraison de l'avion, un responsable technique d'Europe Airpost a également vérifié l'avion.

Réglementation en matière d'activités de peinture

Le règlement européen 2042/2003 est relatif au maintien de la navigabilité des aéronefs et des produits, pièces et équipements aéronautiques, et à l'agrément des organismes et des personnels participant à ces tâches. La Partie 145, en annexe à ce règlement, traite spécifiquement des agréments des organismes d'entretien. La Partie 66 traite des licences des personnels de maintenance d'aéronefs (avions et hélicoptères).

L'article 2 du règlement 2042/2003 précise que toute activité sur l'aéronef, hors visite prévol, relève de la maintenance. L'équipe « standardisation » de l'AESA, qui organise régulièrement des réunions d'harmonisation de l'interprétation des textes européens au profit des autorités nationales, a confirmé au cours d'une réunion en novembre 2010 que les activités de peinture devaient être considérées comme de la maintenance. Ce type de réunion ne donne pas forcément lieu à une modification des textes réglementaires.

Cependant, la peinture est citée comme exemple d'activité spécialisée sous-traitée dans l'AMC⁽⁴⁾ au 145.A.75(b). La peinture est donc une tâche de maintenance spécialisée, pouvant être réalisée par un organisme non agréé, sous la supervision du système qualité de l'organisme agréé Partie 145 donneur d'ordres.

De même, la Partie 66 n'établit aucune disposition pour les peintres, qui sont des personnels spécialisés. Ainsi, la Partie 145 précise au 145 A.30 (e) qu'ils doivent recevoir une formation aux facteurs humains en complément de leurs diplômes spécifiques à la peinture. Ainsi, il n'est pas exigé qu'ils reçoivent une formation spécifique pour les sensibiliser à l'importance de la protection des capteurs dont dépendent certains systèmes des aéronefs.

En France, la DSAC délègue à l'OSAC la surveillance des agréments Partie 145. Ses inspecteurs s'appuient sur la réglementation européenne en vigueur ainsi que sur les fascicules ou bulletins d'information (BI), émis au besoin par l'OSAC. La DGAC et l'OSAC considèrent également les activités de peinture comme entrant dans le cadre des activités de maintenance. Il n'existe cependant pas de texte de référence établissant cette position.

⁽⁴⁾AMC : moyens de conformité acceptables mais non obligatoires.

L'arrêté du 22 décembre 2008 soumet les exploitants aériens titulaires d'un certificat de transporteur aérien (CTA) ainsi que les organismes de maintenance agréés Partie 145 à la mise en place d'un système de gestion de la sécurité (SGS). Un SGS vise à formaliser au sein d'un organisme la démarche d'identification des dangers et de gestion des risques. Ce processus devrait permettre aux organismes agréés Partie 145 et aux exploitants aériens de gérer l'impact des opérations de peinture sur la sécurité des vols. L'ensemble des exigences est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2012.

Accident survenu le 27 novembre 2008 à l'Airbus A320 immatriculé D-AXLA
<http://www.bea.aero/docspa/2008/d-la081127/pdf/d-la081127.pdf>

Le vol au départ de l'aérodrome de Perpignan-Rivesaltes est effectué dans le cadre de la fin d'un contrat de location, avant restitution du D-AXLA à son propriétaire. Au cours du vol, les sondes d'incidence 1 et 2 se figent et leurs positions n'évoluent plus jusqu'à la fin du vol. Lors de l'approche, l'équipage effectue la vérification du fonctionnement des protections en incidence en loi normale alors que le blocage des sondes d'incidence rend leur déclenchement impossible. Il perd le contrôle de l'avion qui s'écrase en mer.

Le vol a été effectué immédiatement après un chantier de peinture. Suite au chantier de peinture, peu avant la mise en place des lettrages techniques, l'avion a été rincé à l'eau claire pour enlever la poussière accumulée sur le haut du fuselage. L'eau de rinçage a alors pénétré à l'intérieur des sondes et a congelé au cours du vol. Parmi les facteurs contributifs, la partie analyse du rapport indique « *le fait que l'application du jet d'eau pour dépoussiérer l'avion n'ait pas été considérée comme une opération d'entretien, montre que les agents qui effectuent les opérations de peinture ne sont pas nécessairement familiarisés avec toutes les précautions à prendre lors de ces opérations* ».

ENSEIGNEMENTS ET CONCLUSION

Conclusion

Le déclenchement du vibreur de manche au moment de la rotation de l'appareil est dû au blocage de la sonde d'incidence gauche par de la peinture. La présence de peinture résulte d'un masquage inadapté de la sonde lors de l'application de la peinture. La visite après chantier n'a pas permis de détecter cette anomalie.

Les seules règles de l'art ne suffisent pas à garantir des opérations de peinture sûres. En effet, l'absence de procédure systématique des constructeurs aéronautiques, en matière de protection des capteurs extérieurs lors des activités de peinture, et de vérification de leur bon fonctionnement à l'issue du chantier, ne permet pas d'assurer que ces opérations se déroulent de manière adéquate et homogène selon les ateliers. De plus, les exigences de formation relatives aux personnels spécialisés ne garantissent pas que ces derniers aient conscience de l'impact potentiel de leur activité sur la sécurité des vols.

Enseignements

Surveillance des ateliers de peinture

La DGAC considère que les activités de peinture relèvent de la maintenance. Il n'existe cependant pas de texte particulier concernant la peinture des aéronefs qui pourrait permettre à l'OSAC de réaliser une surveillance plus standardisée et homogène des ateliers de peinture. Par conséquent, des différences peuvent exister entre les procédures des différents ateliers de peinture et la manière dont ils sont surveillés par les différents inspecteurs de l'OSAC.

Formation des peintres

Certains ateliers ont développé des formations internes pour leurs peintres, en complément des diplômes spécifiques de ces derniers. Les formations peuvent varier de la formation minimale réglementaire sur les facteurs humains à des formations spécifiques sur les systèmes des aéronefs. Rien n'exige que les peintres aient une formation aux caractéristiques des aéronefs, qui leur permettrait d'en appréhender les éléments critiques.

Protection des éléments avions lors des opérations de peinture

Certaines sondes peuvent être protégées par des dispositifs spécifiques qui permettent de peindre au plus près des sondes. Ces dispositifs sont parfois développés par les ateliers de peinture eux-mêmes car ils n'existent pas pour tous les modèles de sondes. Dans les autres cas, les méthodes utilisées par les peintres s'appuient sur les règles de l'art et consistent principalement à masquer les sondes au plus près, afin d'éviter les retouches à la main et répondre ainsi à des considérations esthétiques pour le client.

Il existe différentes conceptions de sonde et la présence de peinture sur la sonde n'aura pas les mêmes conséquences. L'embase mobile du modèle installé sur le Boeing 737-300 est localisée au niveau du fuselage. Aucun dispositif spécifique n'existe pour la protéger. Une attention particulière est donc nécessaire lors du masquage de la sonde.

Impact des opérations de peinture sur la sécurité des vols

Les opérations de peinture font l'objet de procédures décrites par les constructeurs d'avion dans les manuels d'entretien. Ces procédures et les vérifications associées après une opération de peinture peuvent être très variables en fonction des constructeurs. L'incident du F-GIXD ainsi que l'accident survenu à Perpignan le 27 novembre 2008 montrent que des améliorations doivent être apportées pour éviter tout dysfonctionnement des sondes d'incidence ou d'autres capteurs extérieurs. Les informations issues de ces sondes sont utilisées par les systèmes embarqués des avions récents, souvent de manière transparente pour les membres d'équipage. La moindre imprécision de l'information fournie peut altérer par conséquent de manière critique la conduite du vol.

Ainsi, une pollution des sondes d'incidence (ou d'une manière générale des capteurs extérieurs) liée à des opérations de peinture peut entraîner des comportements imprévus des systèmes de bord dont l'origine n'est pas connue des membres d'équipage, limitant de facto la sécurité du vol.

RECOMMANDATIONS

Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident, un incident grave ou un incident. Les destinataires des recommandations de sécurité rendent compte à l'autorité responsable des enquêtes de sécurité qui les a émises, des mesures prises ou à l'étude pour assurer leur mise en œuvre, dans les conditions prévues par l'article 18 du règlement précité.

L'enquête a montré que les activités de peinture peuvent avoir un impact sur le fonctionnement des systèmes et donc la sécurité des vols. Par conséquent, ces activités devraient être prises en compte dans le processus SGS des exploitants aériens titulaires d'un CTA et des organismes agréés Partie 145, lorsqu'ils les exercent eux-mêmes ou lorsqu'ils sont donneurs d'ordres, considérant les relations avec leurs sous-traitants. Cependant, le BEA estime que la maturité des processus SGS et de leur surveillance ne constitue pas encore une garantie suffisante et exclusive d'efficacité de la démarche par l'ensemble des acteurs concernés.

Certaines exigences réglementaires supplémentaires ont été identifiées comme pouvant participer à l'amélioration de la sécurité des chantiers de peinture.

C'est pourquoi, tout en soutenant parallèlement la mise en œuvre des démarches de gestion de la sécurité, le BEA recommande :

Recommandation FRAN-2012-003

- **que l'AESA s'assure que les constructeurs développent dans leur documentation approuvée des procédures spécifiques de protection et de vérification des capteurs extérieurs lors des opérations de peinture ;**

Recommandation FRAN-2012-004

- **que l'AESA mette en place des exigences de formation relatives aux éléments critiques des aéronefs pour les personnels de maintenance spécialisés non titulaires d'une licence Partie 66.**

En France, la surveillance des activités de peinture par l'OSAC n'est définie par aucun texte complémentaire à la réglementation européenne. La DGAC peut, au niveau national, définir le cadre de la surveillance des activités de peinture et par conséquent harmoniser la surveillance exercée par les inspecteurs de l'OSAC. Elle peut de même émettre vers les organismes d'entretien et les ateliers de peinture des documents destinés à les sensibiliser sur certains aspects de sécurité.

C'est pourquoi le BEA recommande, dans l'attente d'actions de l'AESA :

Recommandation FRAN-2012-005

- **que la DGAC définisse plus précisément le cadre des activités de peinture au sein d'un document de l'OSAC, afin que la surveillance de ces activités soit définie et homogène au niveau national ;**

Recommandation FRAN-2012-006

- **que la DGAC s'assure que les organismes d'entretien mettent en place des vérifications adaptées tout au long d'un chantier de peinture ;**

Recommandation FRAN-2012-007

- **que la DGAC sensibilise les organismes d'entretien sur l'importance de la formation des peintres, de la bonne installation de protections lors des opérations de peinture et des vérifications à réaliser au cours d'un chantier de peinture.**

ACTIONS ENTREPRISES

Le constructeur Boeing a indiqué qu'une revue de la documentation de maintenance de tous ses modèles sera entreprise pour la protection des capteurs, et que le manuel de maintenance du Boeing 737 sera amendé de manière à y inclure des instructions spécifiques pour la protection de tous les capteurs extérieurs critiques lors des opérations de peinture.