

**Rentrée dissymétrique des volets après décollage,
atterrissage d'urgence**

Aéronef	Avion MCR 4S immatriculé F-PDPE
Date et heure	16 février 2013 vers 17 h 40 ⁽¹⁾
Exploitant	Club
Lieu	Aérodrome de Dieppe Saint-Aubin (76)
Nature du vol	Aviation générale
Personnes à bord	Pilote et deux passagers
Conséquences et dommages	Aéronef légèrement endommagé

⁽¹⁾Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure locale.

1 - DÉROULEMENT DU VOL

Le pilote, accompagné de deux passagers, décolle de la piste 31. Au cours de la montée initiale, le pilote entend « *un bruit sec et violent* » alors qu'il commande la rentrée des volets. L'avion s'incline à gauche jusqu'à 60°. Une nouvelle action sur la commande des volets reste sans effet. Le pilote réduit alors la puissance du moteur. Cette action a pour conséquences de maintenir la trajectoire de l'avion en palier et de stabiliser son inclinaison, toujours sur la gauche, aux environs de 50°.

Le pilote contrôle l'avion en maintenant le manche et les palonniers en butée à droite. Il atterrit en urgence à contre QFU, sans autre dommage.

Au sol, le volet gauche est observé en position « *sortie* » alors que le volet droit est en position « *rentrée* » et les actions sur la commande des volets sont sans effet.

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES**2.1 Renseignements sur l'aéronef**

Le MCR 4S est un aéronef soumis aux exigences de navigabilité du régime de Certification de Navigabilité Spéciale pour aéronef en Kit⁽²⁾ (CNSK).

L'aéronef a été fabriqué en 2006, il est la propriété de l'Aéroclub depuis son origine.

⁽²⁾La demande de CNSK est déposée, auprès de la DGAC, par le monteur du kit qui est la personne physique ou morale, propriétaire du kit. Ce régime de certification est déclaratif, le propriétaire de l'aéronef assume l'ensemble des responsabilités liées aux obligations associées à ce régime.

2.2 Description du système de commande des volets

Le déplacement des volets se fait au travers d'un système à commande électromécanique. Chaque volet est relié à un écrou en bronze. La rotation d'une vis-mère provoque la translation de l'écrou en bronze qui entraîne avec lui le volet. Des butées électriques limitent les débattements de l'ensemble. Le déplacement des volets est symétrique et synchronisé.

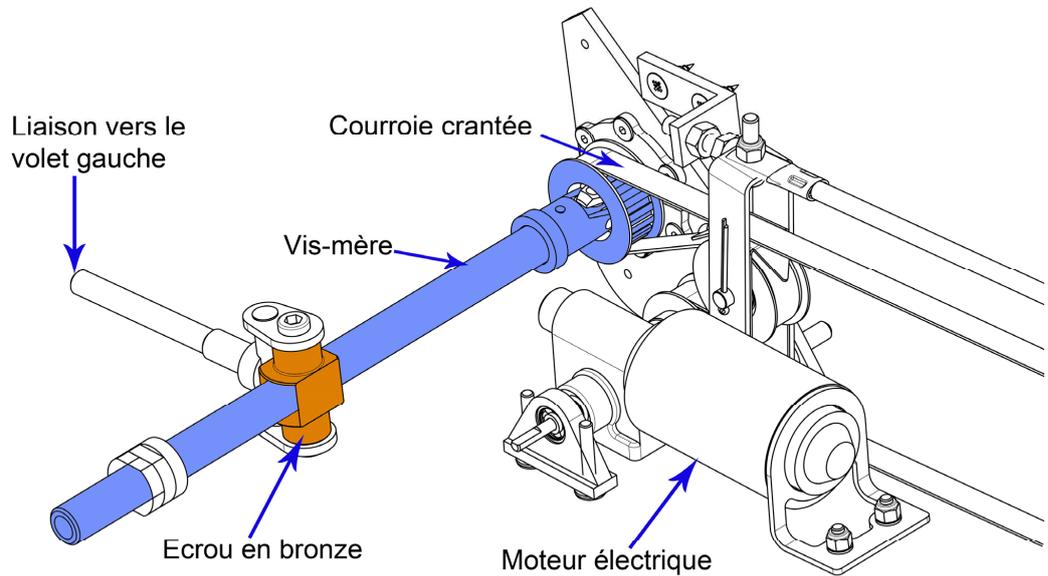


Figure 1 - système de commande du volet gauche

2.3 Examen des liaisons « vis-mère/écrou en bronze » des volets du F-PDPE

L'examen de ces liaisons montre que les matériaux sont conformes aux spécifications du constructeur.



Figure 2 - exemple d'une liaison vis-mère / écrou en bronze

Le filetage intérieur de l'écrou en bronze du volet gauche est usé. L'écrou coulisse librement le long de la vis-mère.

La liaison « vis-mère / écrou en bronze » du volet gauche ne remplit plus ses fonctions de guidage et de maintien en position du volet.

Le filetage intérieur de l'écrou en bronze du volet droit présente aussi des traces d'usure excessive. Cependant cet écrou est toujours solidaire de la vis-mère. La continuité de la commande du volet droit est assurée.

2.4 Assemblage douille-insert/vis-mère

L'ensemble douille-insert/vis-mère a pour fonction de déplacer et de guider le chariot mobile. Le constructeur du kit a choisi d'utiliser une tige filetée avec un profil ISO pour accomplir ces fonctions alors que ce profil est plus particulièrement adapté aux techniques d'assemblages vissés.

En mécanique générale, le profil trapézoïdal est reconnu et optimisé pour des fonctions de guidage sous contraintes car il offre une meilleure tenue mécanique dans le temps. Par exemple, ce profil est utilisé dans les machines-outils, pour le déplacement des tables de travail et d'usinage.

2.5 Programme d'entretien du MCR 4S

A la date de l'événement, le manuel d'entretien préconisait une vérification du jeu entre la vis-mère et l'écrou en bronze toutes les 50 heures de vol. Il précisait que le jeu axial ne devait pas dépasser 0,5 mm.

Le constructeur n'avait pas défini de méthode de contrôle de ce jeu.

2.6 Opérations de maintenance accomplies sur le F-PDPE

L'aéronef était entretenu par un atelier de maintenance agréé, seule la visite de 50 heures était effectuée par l'aéroclub.

L'étude de la documentation de maintenance de l'avion montre que l'opération de contrôle du jeu axial avait été effectuée par l'atelier de maintenance agréé au cours de la dernière visite 100 heures.

La visite annuelle de 100 heures n'a pas été réalisée (retard de deux mois et demi au moment de l'événement).

Le 31 juillet 2012 une visite de 50 heures a été réalisée à 650 h 25.

Les visites de 50 heures étaient réalisées par les membres bénévoles du club. Ces derniers ont indiqué qu'ils ne vérifiaient pas le jeu entre la vis-mère et l'écrou en bronze.

Le jour de l'événement, le F-PDPE avait accompli 696 heures de vol et 1 250 atterrissages sans que les deux vis-mères et les écrous en bronze aient été changés.

L'étude du carnet de route indique que l'avion était principalement utilisé en circuit d'aérodrome, le système de commande des volets était donc particulièrement sollicité.

2.7 Evénements similaires

Les commandes de vol du MCR 4S et du MCR01 VLA, bien que différentes, sont basées sur le même principe de commande de braquage des volets : « vis-mère / écrou en bronze ».

⁽³⁾Liens rapports
F-PFDE : <https://www.bea.aero/fileadmin/documents/docspa/2010/f-de100719/pdf/f-de100719.pdf>

F-PSLA : <https://www.bea.aero/fileadmin/documents/docspa/2011/f-la110925/pdf/f-la110925.pdf>

⁽⁴⁾Commande de vol, propre à ce type d'aéronef, combinant la fonction de gauchissement (ailerons) et de portance (volets).

En 2010 puis en 2011, deux MCR01 VLA Sportster ont été accidentés⁽³⁾. Dans les deux cas, les enquêtes ont montré que ces accidents étaient dus à la défaillance du mécanisme de commande des flaperons⁽⁴⁾, le filetage de l'écrou en bronze était usé. La liaison vis-mère / écrou en bronze ne remplissait plus sa fonction de guidage et de maintien en position du flaperon.

Le 26 mai 2015, au Portugal, un MCR 4S a été accidenté. Les éléments préliminaires recueillis au cours de cette enquête montrent que le filetage de l'un des deux écrous en bronze était usé. La liaison vis-mère / écrou en bronze ne remplissait plus ses fonctions de guidage et de maintien en position du volet.

Pour ces trois événements et pour le F-PDPE, la défaillance de cette liaison a conduit à une rupture de la continuité de la commande de roulis, provoquant une dissymétrie de portance et, consécutivement, la perte de contrôle en roulis de l'avion.

Cette enquête ainsi que celles des MCR01 de 2010 et 2011 ont montré que les opérations de maintenance n'avaient pas été accomplies conformément au programme d'entretien, ou que les inspections requises n'avaient pas été correctement réalisées.

Le contrôle de la liaison « vis-mère / écrou » est à effectuer toutes les 50 heures de vol. Cette opération de maintenance est contraignante. De ce fait, les propriétaires ont tendance à s'en affranchir. De plus, la tolérance de jeu axial étant très faible, le risque qu'un jeu hors tolérance ne soit pas détecté lors d'une inspection est important.

2.8 Mesures prises par le constructeur

Le 3 avril 2012, le constructeur a mis en place la révision n° 4 du programme d'entretien MEXNO03 applicable au MCR4S. Cette révision préconise un nombre d'utilisation limite de la vis-mère et l'écrou en bronze de commande de volet. Cette limite était de 1 000 atterrissages.

Nota : Le responsable de l'atelier d'entretien n'a pas eu connaissance de ces dispositions car la dernière visite de rang supérieur a eu lieu avant la publication de cette révision du manuel de maintenance.

En avril 2013, à la suite de l'accident, le constructeur a émis un Bulletin de Service Impératif (BS 13 D 0044) rendu obligatoire par la Consigne de Navigabilité F-2013-001. Il imposait un contrôle de la liaison « vis-mère / écrou en bronze » avant de reprendre les vols.

Ce BS concernait les avions en Kit MCR 4S, 4S-2002, M, Club, ULC et Mini Cruiser.

Ces mesures avaient pour objet de :

- rappeler aux propriétaires l'importance de vérifier le jeu axial toutes les 50 heures conformément au manuel d'entretien ;
- diminuer la tolérance du jeu axial d'une valeur de 0,5 mm à 0,2 mm ;
- proposer une méthode de mesure de ce jeu ;
- fixer une limite de vie de l'écrou en bronze à 300 heures ou 3 ans.

Dans le même temps, le constructeur a modifié le manuel d'entretien de l'avion.

En août 2013, le constructeur a débuté l'étude d'une nouvelle conception du système de commande de volets. Le principe de fonctionnement de la commande de volets a été réétudié. Désormais une rupture de la chaîne de commande ne provoque plus de dissymétrie dans la position des volets.

Néanmoins, cette modification est applicable uniquement sur les avions de type MCR ULC.

3 - CONCLUSION

La rentrée dissymétrique des volets est due à la rupture de la commande du volet gauche. Cette rupture est consécutive à une maintenance inadaptée qui n'a pas permis de détecter l'usure et le jeu axial excessif de la liaison « vis-mère / écrou en bronze » du système de commande des volets.

La conception inadéquate de la commande des volets a également contribué à l'accident.

4 - RECOMMANDATION DE SECURITE

Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement (UE) 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.

4.1 Conception inadéquate de la commande des volets

L'ensemble douille-insert/vis-mère de la commande des volets a pour fonction de déplacer et de guider le chariot mobile. Le constructeur a choisi d'utiliser une tige filetée avec un profil ISO pour accomplir ces fonctions alors que ce profil est plus particulièrement adapté aux techniques d'assemblages vissés. Ce choix de profil de filet est, entre autre, à l'origine de la défaillance de la liaison entre la vis-mère et l'écrou en bronze. Les enquêtes menées sur les accidents de MCR 4S et MCR01 VLA ont montré que, par conception, le système « vis-mère / écrou en bronze » engendre une usure prématurée de la liaison.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **la DGAC attire l'attention des propriétaires des aéronefs dont les commandes de vol sont équipées d'une liaison de type « vis-mère / écrou en bronze », ainsi que de toutes les autorités de l'aviation civile dont les usagers sont susceptibles d'exploiter ce type d'aéronef, sur ces événements, sur la sensibilité à l'usure de ces assemblages « vis-mère / écrou en bronze » et sur la difficulté à détecter cette usure par inspection. [Recommandation FRAN-2016-044]**