



Incident grave du PILATUS PC6 B2H2
immatriculé **F-GEBS**
le dimanche 23 mars 2025
à Saint-Etienne Loire (42)

Heure	Vers 10 h ¹
Exploitant	LYON BRON PARACHUTE TANDEM
Nature du vol	Largage de parachutistes
Personne à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Avion légèrement endommagé

**Blocage de la commande du trim de profondeur,
atterrissage de précaution**

1 DÉROULEMENT DU VOL

Le pilote, accompagné de parachutistes, décolle de la piste 16² de l'aérodrome de Saint-Galmier (42) vers 9 h 20. Après avoir effectué le largage des parachutistes à la verticale de l'aérodrome, le pilote met l'avion en descente pour rejoindre le début de l'étape de base main droite pour la piste 16.

Passant 4 000 ft en descente, le pilote ressent un point dur sur le manche et constate que la commande du trim de profondeur est bloquée en position « plein piquer ». En exerçant un effort important à cabrer, combiné à une augmentation de puissance de la turbine, il parvient à arrêter la descente et maintenir le palier. Il recherche ensuite, en combinant la vitesse, la puissance de la turbine et le braquage des volets, les configurations qui lui permettent de piloter l'avion dans le plan vertical (montée/descente). Entre-temps, il informe le contrôleur de Clermont-Ferrand, avec qui il est en contact radio, du problème de pilotabilité de l'avion et indique qu'il se déroute vers l'aérodrome de Saint-Etienne Loire afin de bénéficier d'une piste revêtue³ plus longue.

Il parvient à atterrir sans problème en piste 17 puis à rouler vers le parking où il immobilise l'avion.

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

² Piste non revêtue 650 m x 50 avec un seuil décalé de 135 m.

³ Piste 17/35 revêtue 2 300 m x 45, distance de 1 817 m disponible à l'atterrissage en piste 17.

2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Expérience du pilote

Âge	42 ans
Licence(s) (type et date de délivrance)	ATPL(A) délivrée le 4 mars 2019
Qualifications	Largage parachutiste depuis 2007 QC PC6 obtenue en 2002 PC6 SET valide jusqu'au 31 mars 2027
Aptitude médicale	Valide

Expérience totale	8 800 heures de vol, dont 6 200 en tant que CDB 4 720 heures de vol sur PC6
Expérience dans les 30 derniers jours	1,5 h

2.2 Renseignements sur l'avion

L'avion immatriculé F-GEBS est un PILATUS PC6 B2H2 motorisé par une turbine Pratt & Whitney PT6A-34 et configuré pour l'activité de largage de parachutistes. Ce modèle de PC6 est équipé d'une commande manuelle du trim de profondeur.

L'avion totalisait environ 25 530 heures de vol et la turbine 2 775 heures de fonctionnement.

2.3 Description de l'empennage horizontal

2.3.1 Présentation générale

L'empennage horizontal est constitué de la gouverne de profondeur, d'un PHR (Plan horizontal réglable) et d'un TAB de compensation. Le système de commande de l'empennage horizontal est entièrement mécanique :

- le mouvement de la gouverne de profondeur est commandé par le mouvement longitudinal du manche grâce à un ensemble de bielles, renvois et câbles ;
- le réglage du PHR se fait par une manivelle située dans le cockpit. La manœuvre de la manivelle par le pilote entraîne grâce à un câble la rotation du corps du vérin autour de son axe ce qui provoque l'extension ou la rétraction de l'axe du vérin et la modification du calage du PHR ;
- le TAB de compensation permet de diminuer les efforts à fournir au manche, son mouvement est automatique.

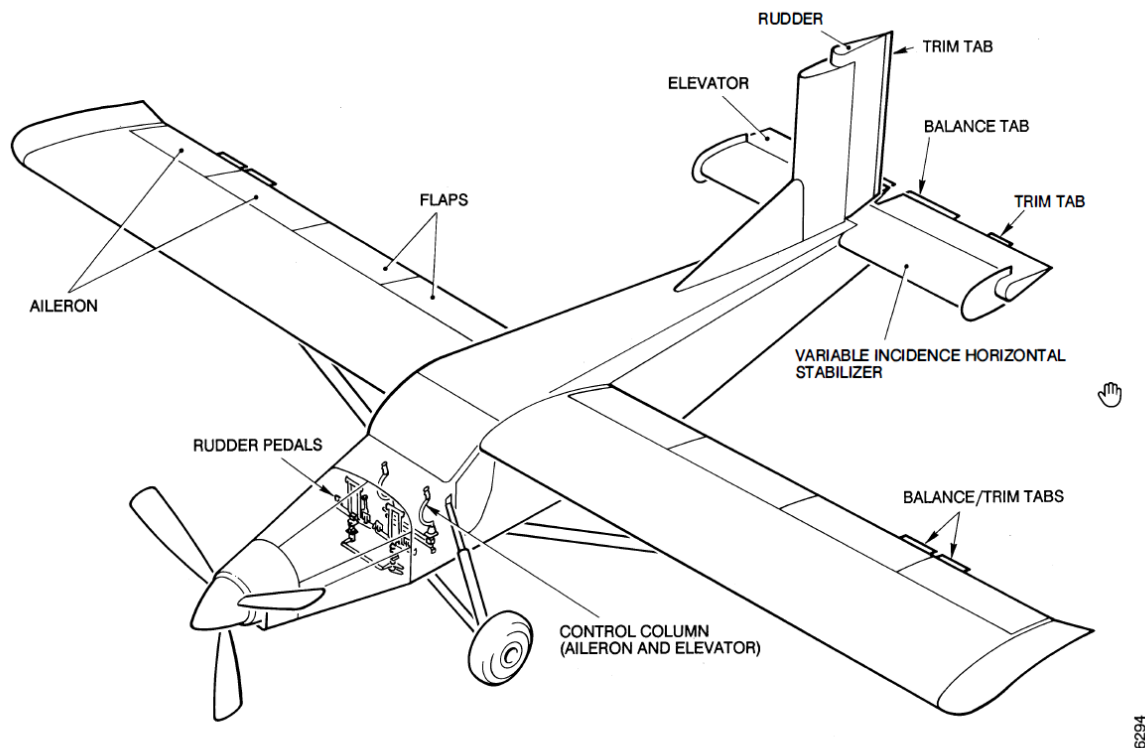


Figure 1 : commandes de vols du Pilatus PC-6 (Source : Manuel de maintenance de Pilatus)

2.3.2 Cinématique

Le schéma de principe ci-après permet d'illustrer la cinématique du système :

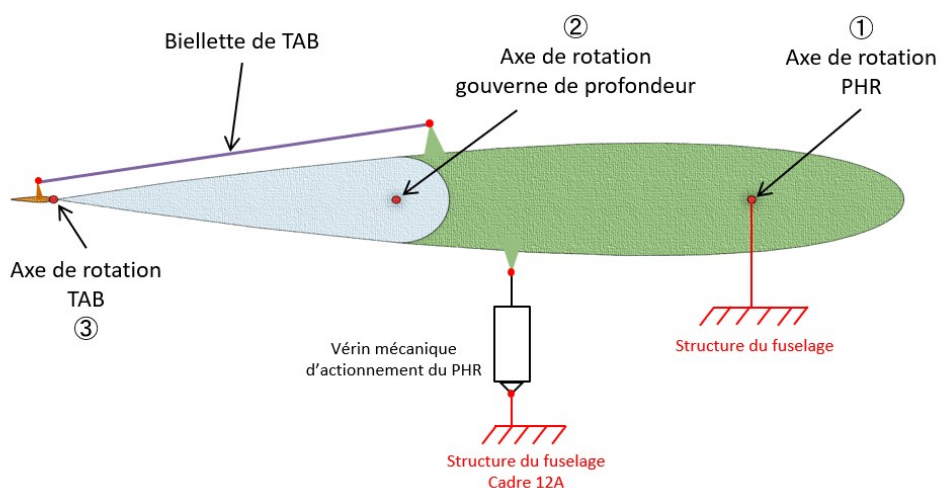


Figure 2 : cinématique du PHR (Source : BEA)

- le PHR pivote autour de l'axe ① par rapport au fuselage et est actionné par un vérin mécanique situé sous l'intrados ;
- la gouverne de profondeur pivote autour de l'axe ② par rapport au PHR et est actionnée par des câbles (non représentés sur la **Figure 2**) reliés au manche par un ensemble de bielles et renvois ;

- le TAB pivote autour de l'axe ③ par rapport à la gouverne de profondeur. Son braquage est automatiquement combiné à celui de la gouverne de profondeur.

2.3.3 Description du système de commande du Plan horizontal réglable (PHR)

La **Figure 3** ci-après illustre le fonctionnement du système de commande de trim de profondeur situé dans le cockpit, ainsi que celui du vérin d'actionnement associé.

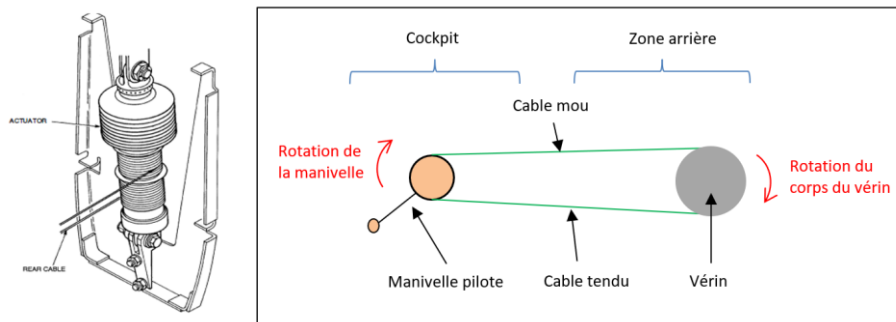


Figure 3 : système de commande du trim de profondeur
(Source : Manuel de maintenance Pilatus, schéma BEA)

2.4 Examen de l'avion

L'examen de l'avion s'est porté essentiellement sur la partie arrière où se situe le vérin du trim de profondeur (voir **Figure 4**, détail **A**) et plus particulièrement sur le cadre structurel FR12A (détail **B**) supportant la ferrure inférieure (détail **C**) du vérin de trim de profondeur.

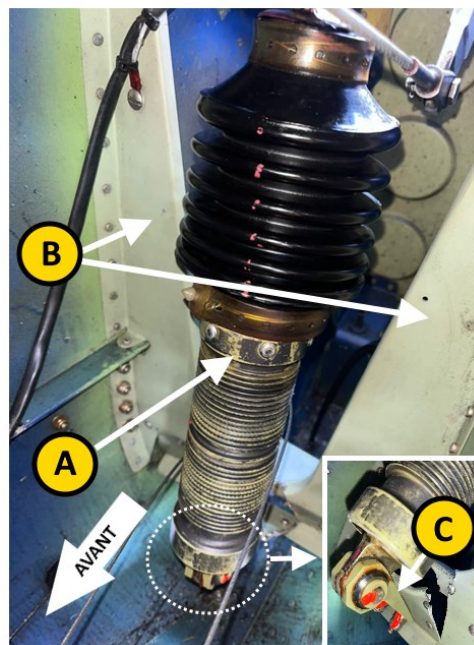


Figure 4 : vue du cadre FR12A, du vérin du trim de profondeur et de la ferrure (Source : BEA)

Les essais de manœuvre de la commande de trim de profondeur, réalisés au sol, avant la dépose du vérin, montrent que :

- la manivelle de commande tourne librement dans les deux sens et sans effort⁴ ;
- la tige du vérin se déploie ou se rétracte normalement ;
- le mouvement de l'axe du vérin se reporte sur la ferrure et entraîne la déformation de la paroi du cadre vers l'avant.

Le vérin du trim de profondeur n'est plus correctement fixé sur le cadre FR12A et s'est déplacé vers l'avant et vers le bas, entraînant la détente du câble qui commande le vérin. Le cadre structurel est endommagé et comporte plusieurs arrachements (voir **Figure 5**).

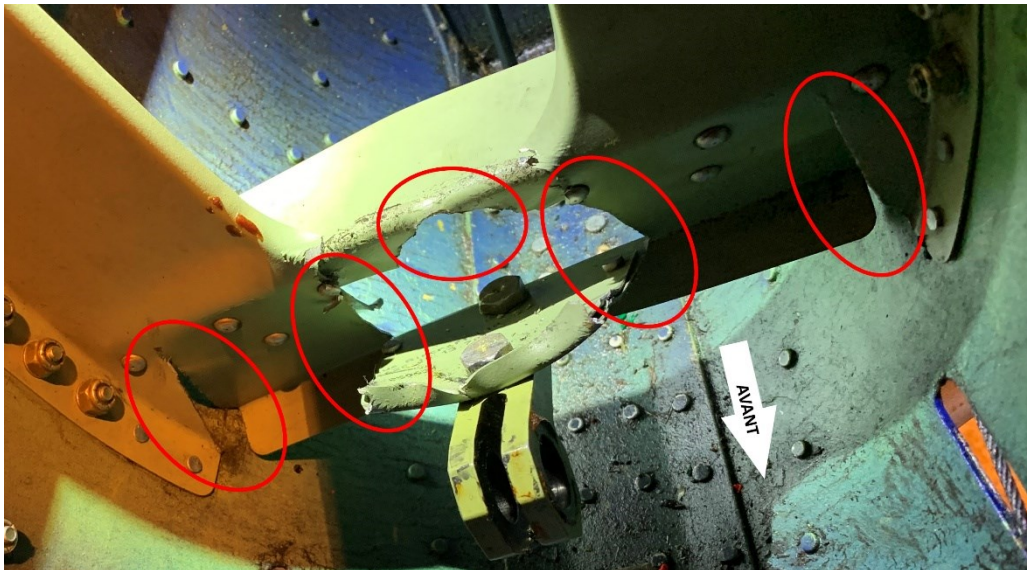


Figure 5 : vue du cadre FR12A et des endommagements (vérin déposé) (Source : BEA)

L'examen a mis en évidence un positionnement (sens) incorrect de la ferrure inférieure du vérin de trim de profondeur. Cette ferrure est montée à l'envers.

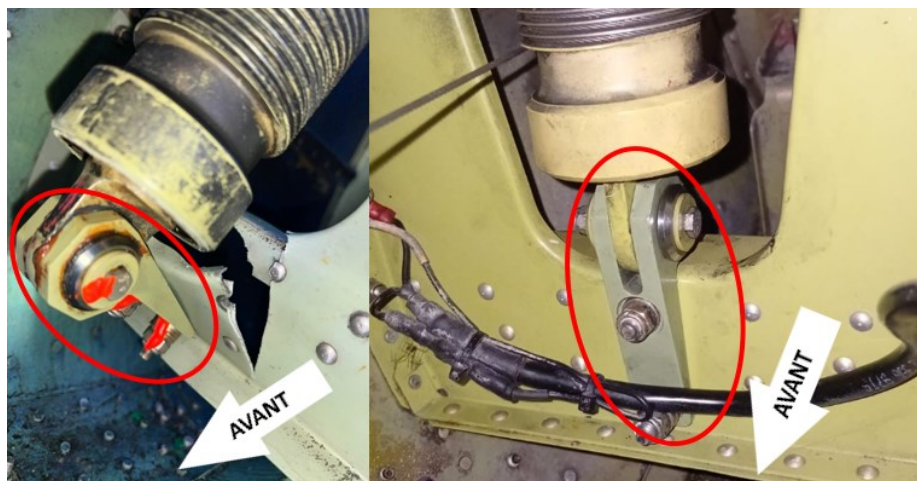


Figure 6 : montage constaté (à gauche), montage correct (à droite) (Source : BEA)

⁴ Au sol, les efforts aérodynamiques qui s'exercent sur la gouverne de profondeur et transmis au vérin du trim de profondeur ne sont pas présents.

2.5 Entretien de l'avion et documentation de référence

2.5.1 Historique d'entretien

L'avion avait subi une révision de type « 100 heures » et une visite annuelle entre le 9 décembre 2024 et le 4 février 2025 dans un atelier d'entretien aéronautique agréé Part 145. Il avait volé sept heures depuis cette visite.

Le dossier de travail associé aux opérations d'entretien montre qu'une inspection du cadre FR12A supportant la ferrure inférieure du vérin du trim de profondeur a été réalisée. L'objet de cette inspection consiste à démonter la ferrure, à procéder à l'inspection du cadre afin de contrôler l'absence de fissure puis à remonter la ferrure.

Cette tâche n'est pas identifiée comme une tâche critique dans le manuel d'entretien de l'avion (AMM) ; elle ne fait donc pas l'objet d'un contrôle spécifique.

2.5.2 Documentation de référence

La documentation applicable pour cette tâche d'entretien est l'AMM 27-45-11 (dépose du vérin du trim de profondeur) et l'AMM 53-30-00 qui décrivent les opérations de pose et dépose de la ferrure inférieure du vérin du trim de profondeur, ainsi que les inspections sur le cadre FR12A.

Le titre du chapitre qui traite de l'opération de pose de la ferrure fait référence à la figure 601 (voir **Figure 7**) qui permet d'identifier les composants et qui intègre les trois configurations possibles en fonction de la commande de trim (une pour le trim électrique, deux pour le trim manuel).

Dans le cas du F-GEBS, il s'agit de la Configuration 2A.

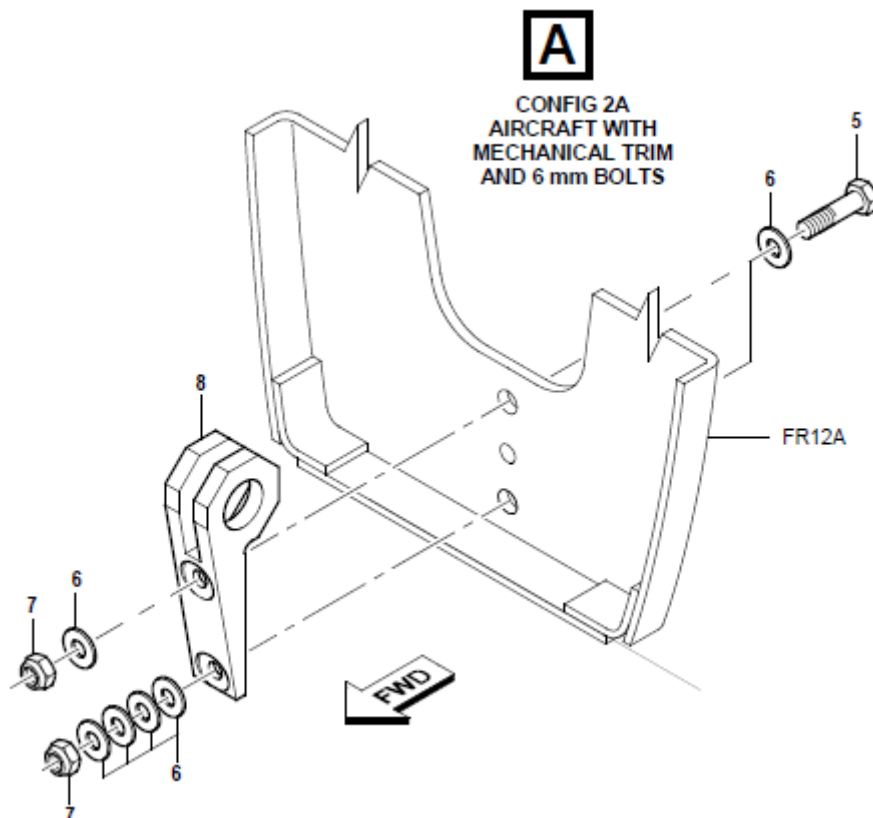


Figure 7 : extrait de la figure 601 de l'AMM 53-30-00 (Source : Pilatus)

Le texte associé à l'opération de pose de la ferrure sur le cadre FR12A (voir **Figure 8**) ne précise pas le sens de montage et ne met pas en garde sur la possibilité d'inversion.

(b) Install the connecting piece (8) with the bolts (5), washers (6) and nuts (7). Install the same quantity of washers (6) under the lower nut (7) that you recorded in the removal procedure.

Figure 8 : extrait de l'AMM 53-30-00 (Source : Pilatus)

2.6 Examen du cadre, de la ferrure et mode de défaillance

Le cadre FR12A est en forme de U, il se compose :

- de la paroi principale **1** en forme de U ;
- d'une cornière **2** rivetée permettant de rigidifier le cadre ;
- d'un renfort **3** (surépaisseur) riveté dans la zone qui reçoit la ferrure inférieure d'attache du vérin de trim de profondeur.

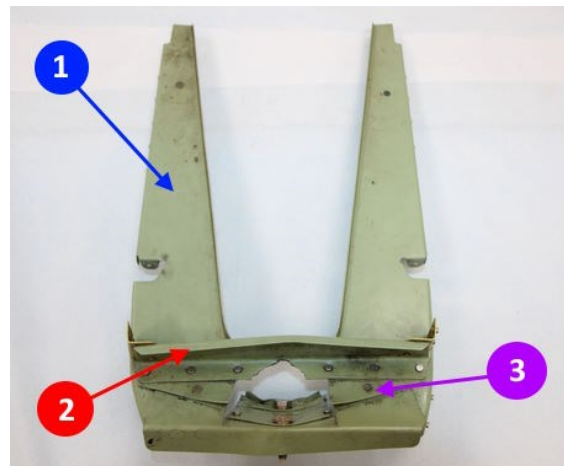


Figure 9 : vue arrière du Cadre FR12A (Source : BEA)

Les éléments suivants permettent de décrire la ferrure et sa fixation sur le cadre :

- la ferrure est fixée sur le cadre FR12A par deux vis (voir **Figure 7**) ;
- la fixation supérieure traverse trois épaisseurs : la partie verticale de la cornière, le renfort et la peau du cadre. La fixation inférieure traverse deux épaisseurs : le renfort et la peau du cadre ;
- les deux trous de fixation sur la ferrure sont perpendiculaires à la surface qui est en contact sur le cadre ;
- la surface opposée est biseautée et les deux lamages devant recevoir les rondelles et écrous permettent d'assurer le parallélisme entre la surface de contact, la surface d'appui des rondelles/écrou et la surface d'appui de la tête de la vis.

Le montage incorrect de la chape de fixation du vérin de trim a conduit à l'application de charges hors plan, correspondant à un mode de sollicitation pour lequel le cadre FR12A présente une plus faible tenue mécanique que dans les conditions normales (ferrure dans le bon sens). L'introduction d'une composante d'efforts non prévus dans les éléments de tôle a provoqué une déformation puis un arrachement d'une partie du cadre qui s'est ensuite propagé.

3 CONCLUSIONS

Les conclusions sont uniquement établies à partir des informations dont le BEA a eu connaissance au cours de l'enquête.

Scénario

Lors de la visite annuelle ou « 100 heures », afin de procéder à l'inspection d'un cadre structurel, le vérin du trim de profondeur et la ferrure de fixation inférieure associée ont été déposés par le mécanicien de l'atelier d'entretien selon la carte de travail de l'AMM.

À l'issue de cette inspection, qui n'a pas révélé d'anomalie, le mécanicien a fixé la ferrure sur le cadre sans s'apercevoir qu'il l'avait positionnée à l'envers. Le vérin du trim de profondeur a ensuite été raccordé à la ferrure. S'agissant d'une liaison articulée, et le vérin étant mobile, la mise en place du vérin sur la ferrure a été possible. Cette tâche n'étant pas considérée comme une tâche critique, elle n'a pas donné lieu à une vérification particulière et l'opération a été validée en l'état. À l'issue de l'ensemble des opérations d'entretien, l'avion a pu reprendre les vols.

Au cours des sept heures de vol qui ont suivi, les charges aérodynamiques exercées sur l'empennage horizontal ont été transmises au cadre FR12A dans un mode de sollicitation défavorable lié au montage non conforme de la ferrure de fixation du vérin de trim et qui a rendu possible l'affaissement du cadre.

Lors du vol de l'incident, pendant la descente avec le trim de profondeur réglée sur « plein piquer », la déchirure du cadre en plusieurs endroits a eu pour conséquence l'affaissement du vérin du trim de profondeur. Cet affaissement a entraîné la modification du calage du PHR et le blocage de la commande du trim de profondeur ressenti par le pilote.

Les actions entreprises par le pilote (augmentation de la puissance et sortie des volets) lui ont permis de retrouver une pilotabilité limitée de l'avion, mais suffisante pour réaliser un atterrissage de précaution sur un aérodrome à proximité.

Facteurs contributifs

Ont pu contribuer au montage incorrect de la ferrure :

- une documentation d'entretien qui ne comporte aucune mention alertant sur un possible positionnement incorrect de la ferrure, ce risque n'ayant pas été anticipé ;
- une tâche d'entretien qui n'a pas été identifiée comme critique et qui n'a pas donné lieu à un contrôle particulier.

Mesures prises à la suite de l'incident

L'atelier d'entretien a mis en place un additif à la carte de travail pour illustrer le bon positionnement de la ferrure et placé la tâche dans la liste des tâches critiques soumises à un contrôle particulier.

Le responsable de l'atelier d'entretien a par ailleurs fait procéder à la vérification du montage correct de la ferrure sur les avions qui dans les mois précédents avaient été concernés par l'inspection du cadre FR12A lors de leur passage à l'atelier d'entretien. Aucune anomalie n'a été constatée sur les avions inspectés.

Le constructeur de l'avion a pris la décision de modifier la documentation d'entretien correspondant à cette opération afin de mieux documenter la mise en place de la ferrure et de mettre en garde sur la possibilité d'un montage incorrect.

Ces modifications ont été introduites lors de la publication de la révision n° 40 du Manuel de Maintenance de l'avion du 30 novembre 2025.

Les enquêtes du BEA ont pour unique objectif l'amélioration de la sécurité aérienne et ne visent nullement à la détermination de fautes ou responsabilités.