



Incident grave survenu au MUDRY – CAP 232
immatriculé **F-HERA**
le mercredi 7 juin 2023
à Montluçon - Guéret (23)

Heure	Vers 10 h 50 ¹
Exploitant	Amicale de Voltige Aérienne (AVA)
Nature du vol	Voltige
Personne à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Avion légèrement endommagé, pilote légèrement blessé

Éclatement de la verrière lors d'évolutions de voltige

1 DÉROULEMENT DU VOL

Le pilote décolle à 10 h 40 en piste 35² pour réaliser des évolutions de voltige à la verticale de l'aérodrome de Montluçon - Guéret vers 3 000 ft. Après avoir réalisé quelques figures du programme de voltige « connu » Excellence 2023, il réalise un nouvel enchaînement de figures, se met en palier, puis débute une mise à la verticale pour effectuer une figure supplémentaire. À environ 45°, la bulle de plexiglas se désolidarise du cadre de l'avion et se brise. Plusieurs éclats blessent le pilote au visage. Le pilote réduit alors les gaz, laisse l'avion monter quelques secondes, puis se rétablit en palier pour observer l'état de l'empennage. Après ces vérifications, sans contacter l'agent AFIS³, le pilote adapte son circuit d'aérodrome et réalise une approche en finale à 170 km/h. Il atterri sur la piste 35 à 10 h 58.

2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignements sur l'avion

Le cap 232 est un avion de voltige monoplace d'entraînement et de compétition. Il est équipé d'une verrière monobloc à ouverture latérale. Son enveloppe de certification est +/-10 g. La valeur absolue maximale du facteur de charge enregistrée durant les vols de la journée est de 7,2 g.

En 2013, la verrière a été changée pour éviter un décollement par usure de celle-ci.

Quasiment toute la bulle de plexiglas s'est fragmentée lors de la mise en montée de l'avion. Une dizaine de morceaux ont été retrouvés au sol. Seuls deux morceaux de plexiglas sont restés solidaires du cadre autour de trois vis de positionnement restées vissées. Les cinq autres vis n'ont pas été retrouvées.

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

² Piste 35 revêtue de 1 900 m x 45.

³ Le glossaire des abréviations et sigles fréquemment utilisés par le BEA est disponible sur son [site Internet](#).

La cellule de l'avion n'a pas été endommagée par les éclats de plexiglas.



Figure 1 : photographie du F-HERA après l'événement (Source : pilote)

Le certificat de type du CAP232 a été détenu successivement par plusieurs sociétés dont Mudry, CAP aviation, Apex aircraft, Dyn'Aviation et CEAPR (détenteur à la date de l'incident grave).

2.2 Renseignements sur le collage de la verrière

Le programme d'entretien initial du CAP232 n'a pas été modifié depuis sa création.

Le programme d'entretien actuel du F-HERA est construit à partir du programme diffusé en 2001 par CAP Aviation et complété par l'AVA pour tenir compte du STC 10030118 approuvé en 2010 par l'AESA. Les modifications apportées au programme par ce STC ne changent pas la partie consacrée au contrôle de la verrière. Il y est précisé que la verrière doit être contrôlée de la manière suivante :

- essai fonctionnel du système de largage ;
- dépose de la verrière pour examen détaillé (le manuel de maintenance du CAP 232 ne présente pas de procédures dédiées au montage et au démontage de la verrière) ;
- vérification de l'état du joint ;
- vérification des systèmes de verrouillage et d'éjection ;
- graissage des articulations.

Ces examens doivent être réalisés à chaque visite annuelle et à chaque grande visite (tous les quatre ans).

D'après l'examen visuel du cadre réalisé par le BEA, la colle utilisée pour assembler la bulle en plexiglas au cadre présente un aspect vieilli. L'analyse de faciès montre que la rupture entre le joint de colle et le plexiglas est de nature adhésive.

Un examen du cadre de la verrière auprès du CETIM⁴ a permis de savoir que cette colle (TECNITE MSP15), possède un temps de formation de peau de 10 min. La surface à coller étant de 900 cm², il est probable, d'après le CETIM, que l'assemblage n'a pas été refermé dans les temps.

Pour que les caractéristiques adhésives de l'assemblage de la verrière soient optimales, la colle nécessite d'être déposée sur un plexiglas préparé. Cette préparation implique un ponçage léger de la surface de plexiglas à l'aide d'un papier de verre de grain 1200. L'examen réalisé par le CETIM a indiqué que les bordures de la verrière en plexiglas en contact avec la colle n'ont pas été préparées.

La colle utilisée pour cet assemblage n'est pas dans la liste des colles préconisées par CEAPR et n'est pas celle utilisée par le constructeur lors de l'assemblage initial de la bulle (HV3 PAAS). Elle est tout de même, d'après CEAPR, en adéquation avec les caractéristiques adhésives attendues pour ce type de collage. En revanche, le temps de formation de peau de cette colle, plutôt rapide, n'est pas clairement exposé dans sa notice d'utilisation.

Pour qu'un atelier puisse avoir accès à la documentation relative à la maintenance et à l'entretien d'un CAP232, celui-ci doit souscrire un abonnement au CEAPR. Les colles préconisées par CEAPR n'apparaissent pas dans les documents mis à disposition.

2.3 Renseignements sur le pilote

Le pilote était titulaire d'une licence PPL(A) depuis 2003 et de la qualification FI(A) depuis 2015. Il possédait environ 2 100 heures de vol, dont environ 100 heures dans les 90 jours précédents l'incident grave, toutes en tant que commandant de bord. Le pilote avait volé trois heures sur CAP10 et 20 minutes sur CAP232 dans les trois jours précédant l'incident grave.

Il a obtenu sa qualification de voltige en 2017 et il participe à des compétitions de voltige depuis 2018 (Niveau « Advanced » au plus). Le pilote possède 50 heures de vol environ sur CAP232 depuis 2020 et il vole régulièrement sur CAP10.

2.4 Témoignages

2.4.1 Témoignage du pilote

Le pilote indique que ses premières intentions, lors de la perte de la verrière, ont été de vérifier la vitesse de l'avion ainsi que l'état de l'empennage. L'avion restant contrôlable, il a décidé de réaliser un circuit d'aérodrome adapté et d'atterrir rapidement. Le pilote portait des lunettes de soleil lors du vol, qu'il a perdu peu après l'éclatement de la verrière. Il indique que sans celles-ci, il aurait pu être plus gravement blessé par les débris de plexiglas.

Il ajoute avoir déjà observé le dévissage de deux vis de positionnement du cadre lors de visites prévol à l'occasion de précédents vols sur le F-HERA.

2.4.2 Témoignage d'un mécanicien en charge de la maintenance du F-HERA

Le BEA s'est entretenu avec l'un des mécaniciens ayant réalisé le remplacement de la verrière du F-HERA en 2013. Il est titulaire de la licence PART-66 depuis 2016 mais il est mécanicien sur la flotte de voltige de l'aéroclub depuis 1980. Selon lui, le montage entier de la verrière a pris une

⁴ Centre technique des industries mécaniques

journée et a été réalisé dans une pièce chauffée. Il ajoute que le temps d'assemblage des deux pièces a été d'une heure, isolé du froid et de l'humidité.

Le mécanicien indique avoir réalisé depuis 2013 les vérifications requises pour la verrière (voir § 2.2). Ces vérifications ne l'ont jamais amené à remettre en doute l'état du collage. Il précise toutefois qu'il a régulièrement resserré une des vis de positionnement (avant gauche) de la verrière qui avait tendance à ne pas rester fixe.

Concernant la colle utilisée, il indique qu'il n'avait pas contacté le CEAPR pour savoir si la colle était adaptée. Selon lui, la colle utilisée est usuelle pour des assemblages de pièces d'avions légers.

2.5 Renseignements météorologiques

Les conditions météorologiques lors de l'accident étaient CAVOK, sans vent, avec une température de 20° C environ.

3 CONCLUSIONS

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

Scénario

La perte quasi totale des propriétés de la colle de jointure entre la verrière et le cadre, non détectée, a abouti à une rupture adhésive. Lors d'un vol d'entraînement de voltige, la verrière s'est décollée du cadre et s'est brisée. Après une vérification rapide de l'efficacité des commandes et de l'état de la gouverne de profondeur, le pilote a effectué un circuit adapté et a atterri.

Facteurs contributifs

Ont pu contribuer au décollement puis à l'éclatement de la verrière en vol :

- l'absence de préparation de la surface du plexiglas avant l'installation de la verrière ;
- l'utilisation d'une colle dont le temps de pose plus rapide que les colles habituellement préconisées pour ce type d'assemblage, n'est pas explicité ;
- le dépassement, lors de l'assemblage, des délais de formation de peau de la colle utilisée ;
- le manque d'information mise à disposition des ateliers de maintenance concernant le type de colle à utiliser ;
- la non-prise en compte de plusieurs desserrages des vis de positionnement de la verrière, susceptibles d'indiquer une rupture adhésive entre le plexiglas et le cadre.

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.