



Accident de l'ULM multiaxes ZT 610
identifié **77AUM**
le vendredi 6 septembre 2024
au Frestoy-Vaux (60)

Heure	Vers 18 h 20 ¹
Exploitant	Privé
Nature du vol	Examen pratique
Personnes à bord	Pilote en formation et instructeur
Conséquences et dommages	Pilote en formation et instructeur décédés, ULM détruit

**Ouverture de la verrière en vol, collision avec le sol,
incendie, en vol de contrôle**

1 DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages et de l'enregistrement de l'application de navigation utilisée par l'instructeur.

Le pilote en formation, accompagné d'un instructeur, décolle de l'aérodrome de Compiègne Margny (60) pour réaliser un vol de contrôle de compétences, en vue de l'obtention de la qualification ULM multiaxes.

Ils réalisent des tours de piste sur l'aérodrome de Montdidier (80) puis repartent en direction du sud-est (voir **Figure 1**).

La trajectoire enregistrée montre qu'à 18 h 19, alors que l'ULM est en palier à une altitude d'environ 1 600 ft, soit une hauteur d'environ 1 300 ft, il passe brutalement en descente puis entre en collision avec le sol.

Des témoins à proximité du lieu de l'accident ont vu l'épave prendre feu et ont contacté les secours. Le corps du pilote en formation a été retrouvé à environ 70 m à l'ouest de l'épave. Le corps de l'instructeur a été retrouvé le lendemain à 130 m au sud-ouest de l'épave.

¹ Les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure locale.

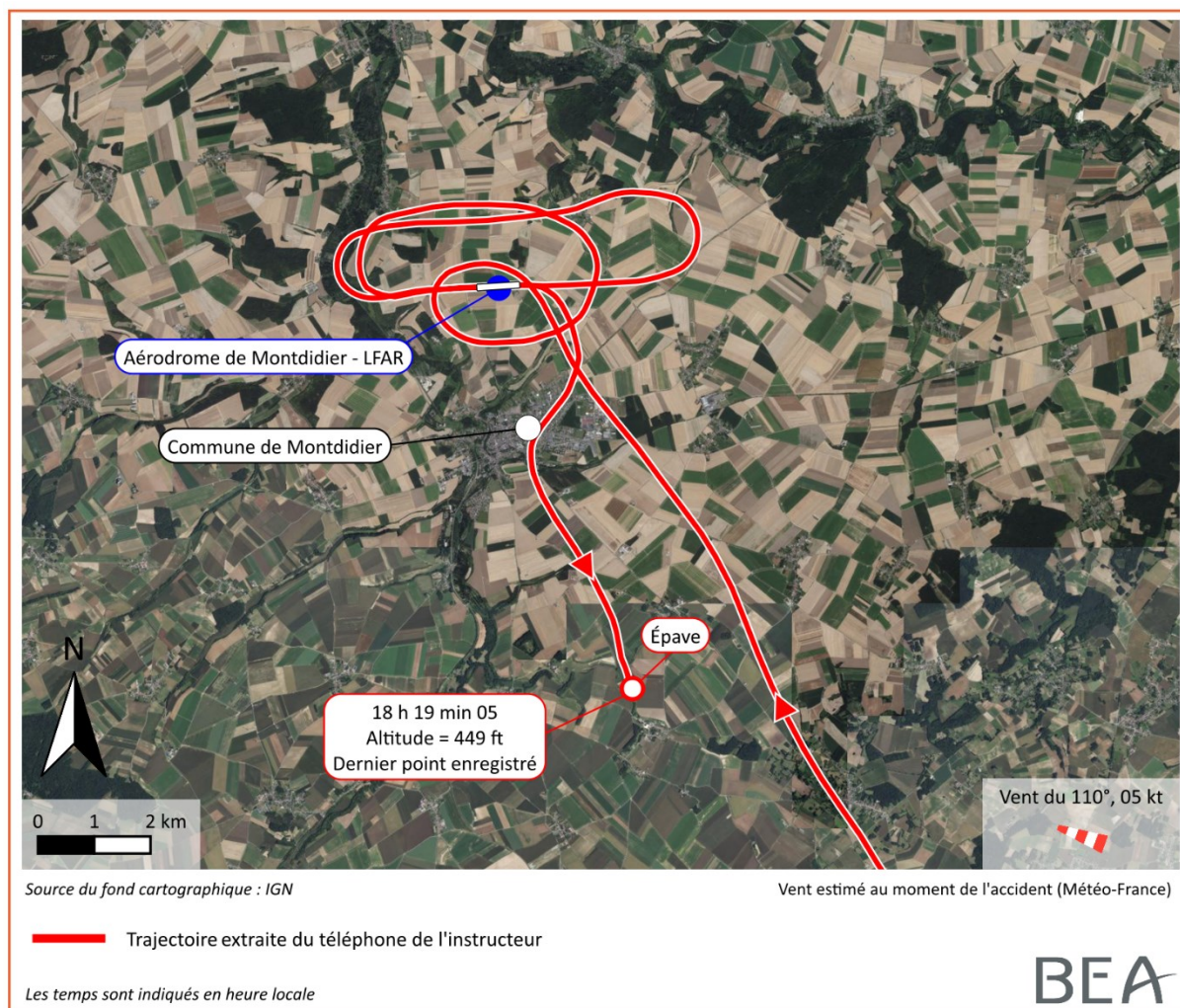


Figure 1 : trajectoire extraite du téléphone de l'instructeur

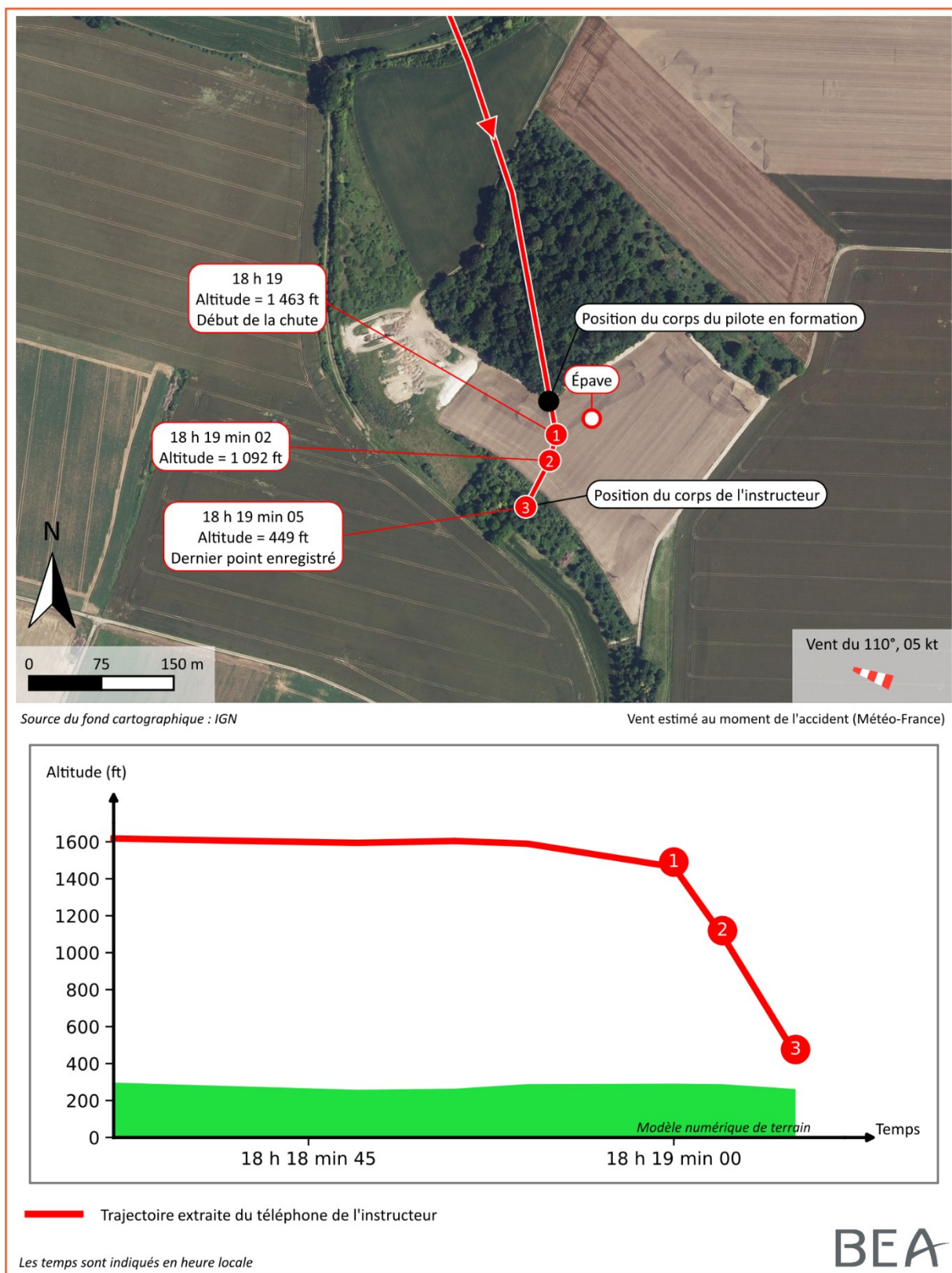


Figure 2 : trajectoire extraite du téléphone de l'instructeur

Les points ①, ② et ③ correspondent aux trois dernières positions enregistrées par le téléphone de l'instructeur. Ce téléphone a été retrouvé à proximité de l'instructeur.

L'enquête n'a pas permis de déterminer à quel instant l'instructeur a été éjecté de l'ULM et par conséquent jusqu'à quel instant la trajectoire correspond à celle du 77AUM.

2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignements météorologiques

Les conditions météorologiques estimées par Météo-France sur le site de l'accident étaient les suivantes : vent de direction variable avec une dominante du 110° pour 5 à 10 kt, quelques stratocumulus ou cumulus avec des bases aux alentours de 2 500 ft et des sommets vers 4 500 ft.

Le METAR automatique de 18 h 30 de l'aéroport de Beauvais - Tillé² (60) donnait un vent du 090°, variant du 060° au 120°, pour 7 kt, CAVOK, une température de 21 °C, température du point de rosée 14 °C, QNH 1 010 hPa, pas de changement significatif prévu dans les deux heures.

2.2 Renseignement sur l'ULM

Le 77AUM était un ULM multiaxes de construction amateur dénommé ZT610. Il a été assemblé en Pologne et sa première mise en service a eu lieu en septembre 2003. Il n'était pas équipé d'un parachute de secours.

Les plans de construction et les caractéristiques du ZT610 sont proches du Zenair 601 UL.



Figure 3 : photo du 77AUM avant l'accident (Source : PA-ULM.com)

La verrière de cet ULM est constituée d'un unique élément de Plexiglas fixé sur une armature métallique. Elle s'ouvre en basculant vers l'avant.

² L'aéroport de Beauvais - Tillé est situé à 40 km au sud-ouest du lieu de l'accident.



Figure 4 : photo de la verrière ouverte d'un autre ZT610 (source : BEA)

2.3 Renseignement sur les occupants

Le pilote en formation, âgé de 53 ans, était propriétaire du 77AUM depuis avril 2024. Il était titulaire d'une licence de pilote ULM, assortie des qualifications autogire, paramoteur et pendulaire. Il n'a pas été possible de déterminer son expérience totale.

Il avait réalisé quatre vols d'instruction sur le 77AUM avec l'instructeur à bord lors de l'accident, en vue d'obtenir sa qualification ULM multiaxes.

L'instructeur, âgé de 63 ans, était titulaire d'une licence de pilote d'ULM depuis 2013 assortie de la qualification multiaxes et d'une qualification d'instructeur ULM multiaxes. Il était également titulaire :

- d'une licence de pilote de planeur assortie de la qualification d'instructeur de vol planeur en cours de validité ;
- d'une licence de pilote de ligne avion ATPL(A) assortie de la qualification SEP, et de la qualification d'instructeur FI(A) en cours de validité. L'instructeur avait détenu par le passé la qualification vol aux instruments sur avion multimoteur IR/ME ainsi que plusieurs qualifications de type sur avion de ligne. Ces qualifications avaient expiré en 2021.

Son expérience de vol sur avion était de plus de 14 000 heures de vol, et plus de 500 h sur planeur. Un proche de l'instructeur a expliqué qu'il avait pour habitude de systématiquement s'attacher, même pour un roulage du parking vers la pompe à essence.

Les résultats des autopsies et des analyses toxicologiques de l'instructeur et du pilote en formation, ainsi que les échanges que le BEA a eus avec les médecins ayant pratiqué ces analyses, n'ont pas permis de relever d'éléments susceptibles d'expliquer ou de contribuer à l'accident.

Le médecin ayant pratiqué les actes post-mortem a indiqué oralement au BEA qu'aucune trace de frottement de ceinture de sécurité sur les corps n'a été observée et qu'aucune trace de brûlure n'a été constatée.

2.4 Examen de l'épave

L'examen global de l'épave permet d'établir que cette dernière est complète et regroupée. L'ULM est entré en collision avec le sol avec une assiette proche de la verticale, les commandes de vol étaient continues avant l'impact.



Figure 5 : vue de l'épave (source : BEA)

2.4.1 Examen de la verrière

La verrière a été retrouvée rompue en de nombreux fragments, tous à proximité immédiate de l'épave.

Le BEA a procédé à une évaluation de la surface totale des éléments de verrière collectés. Cette surface est inférieure à la surface totale de la verrière. Ceci peut s'expliquer par les nombreux éléments de très petites dimensions (< 3 cm) qui n'ont pas pu être récupérés, ainsi que par l'incendie qui a fait fondre une partie du Plexiglas.

La surface manquante est trop faible pour permettre le passage d'un corps. Par ailleurs, une analyse des éléments de verrière à la lampe UV n'a pas mis en évidence de trace organique sur leur face interne.

Les occupants n'ont donc pas pu traverser la verrière. Comme cette dernière était toujours solidaire de la cellule lors de l'impact avec le sol, l'hypothèse la plus probable est une ouverture en vol de la verrière.

L'observation visuelle et l'analyse à la lampe à UV des faces externes des éléments de verrière n'ont montré aucun signe de collision aviaire.

2.4.2 Examen du système de fermeture de la verrière

Le système de fermeture de la verrière a été retrouvé et examiné par le BEA.



Figure 6 : cadre de la verrière (source : BEA)

Le système de fermeture de la verrière est constitué de deux crochets intégrés au fuselage (l'un à droite et l'autre à gauche de la cabine) reliés par un câble de sorte que leurs mouvements sont symétriques. Le crochet de gauche est connecté à une poignée. Lorsque l'on actionne la poignée selon un mouvement de translation vers l'avant de l'ULM, ces crochets viennent se placer au-dessus de deux ferrures situées sur le cadre de la verrière, empêchant ainsi son ouverture.

Le BEA a inspecté un ULM de type équivalent et a observé un système de fermeture basé sur les mêmes principes.

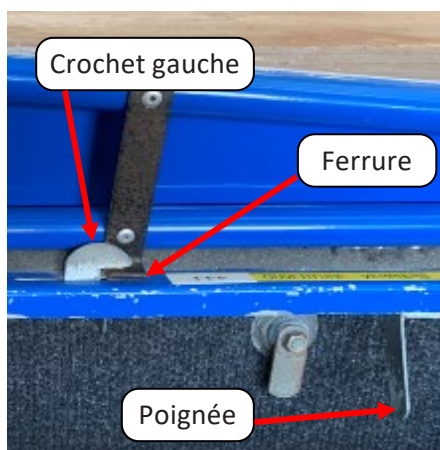


Figure 7 : poignée de fermeture de la verrière dans un ULM équivalent (source : BEA)

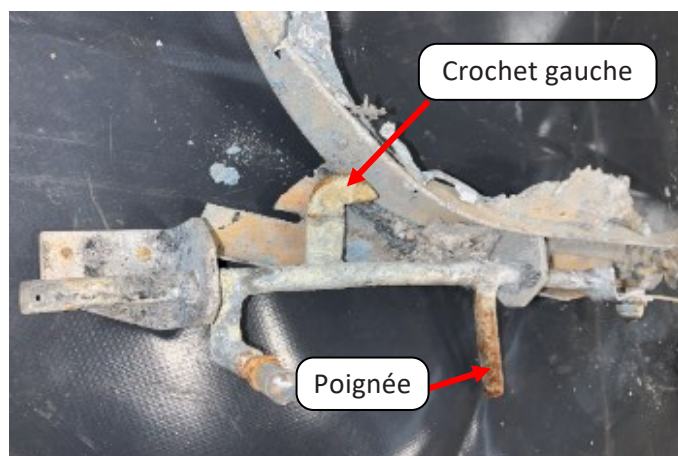


Figure 8 : poignée de fermeture de la verrière du 77AUM (source : BEA)

Sur le 77AUM comme sur l'ULM de type équivalent, il n'a pas été observé de système de verrouillage permettant d'empêcher une ouverture intempestive.

Il a été constaté que les deux ferrures de la verrière du 77AUM sont déformées vers le bas (voir **Figure 9** et **Figure 10**).



Figure 9 : ferrure de la verrière côté gauche
(source : BEA)



Figure 10 : ferrure de la verrière côté droit
(source : BEA)

Par ailleurs, le crochet gauche et le crochet droit présentent des déformations vers le haut, cohérentes avec les déformations vers le bas observées sur les ferrures (voir **Figure 11** et **Figure 12**).

Il n'a pas été possible de déterminer si ces déformations résultent d'une usure antérieure au vol ou si elles sont la conséquence de l'ouverture de la verrière lors du vol de l'événement.



Figure 11 : détail du crochet gauche



Figure 12 : crochet droit

2.4.3 Examen du système de ceinture

Les ceintures du 77AUM sont des ceintures dites « 3 points », semblables à celles utilisées dans l'industrie automobile. Elles ne sont pas équipées de rappel automatique, les sangles sont ajustées manuellement par les occupants à l'aide d'un passant métallique. Le terme « boucle de ceinture » ci-dessous désigne le système de fermeture de la ceinture, constitué d'une partie mâle venant s'enficher dans une partie femelle, fixée à la cellule et munie d'un presseur en plastique rouge pour la déverrouiller.

Les sangles ainsi que les éléments en plastique des boucles de ceinture ont été détruits lors de l'incendie. Il a cependant été possible d'observer que les boucles des ceintures étaient toutes deux en position fermée.

2.5 Témoignages

2.5.1 Témoignage de l'ancien propriétaire du 77AUM

Le précédent propriétaire du 77AUM a été contacté au cours de l'enquête. Il a expliqué que le 77AUM avait été assemblé en Pologne et qu'il s'agissait d'un ULM très proche du Zenair 601UL.

Il souligne que lors d'un vol avec le 77AUM il avait rencontré une demi-ouverture de la verrière en vol : la verrière avait été mal fermée avant le décollage et un des deux crochets de fermeture n'était pas en place. L'effet « d'aspiration » de la verrière était si fort qu'il n'a pas réussi à la refermer en vol et a dû atterrir.

2.5.2 Témoignage de témoins au sol

Trois personnes au sol, ont assisté séparément à l'accident du 77AUM. Ces témoins expliquent qu'ils ont vu l'ULM arriver depuis le nord-ouest, à une hauteur semblable à celle des avions qu'ils ont l'habitude de voir. Ils indiquent que l'ULM s'est ensuite brutalement mis en descente tout en réalisant des rotations autour d'un axe. Toutefois, la nature de ces rotations est décrite différemment selon les témoins qui évoquent respectivement une « vrille », un « tonneau » ou un « looping ».

Un témoin mentionne avoir vu quelque chose « tomber » de l'ULM lors de la descente.

Les témoins indiquent que l'ULM est ensuite entré en collision avec le sol et qu'ils ont entendu un bruit d'explosion et ont ensuite vu un incendie se déclarer.

2.6 Accidents similaires

Une recherche sur des événements liés à des pertes de contrôle d'ULM avec des caractéristiques proches du 77AUM a fait ressortir les accidents suivants :

- Accident de l'avion expérimental Zenair CH601XL immatriculé N999NA le 29 mars 2014 à Collegedale (États-Unis).

[L'enquête menée par le NTSB](#) a permis d'établir que lors d'un premier vol d'instruction du propriétaire avec un instructeur et après neuf minutes de vol, la verrière s'est d'abord entrouverte puis ouverte complètement. L'ULM a brusquement piqué, entraînant un facteur de charge négatif. Le pilote qui n'était pas correctement attaché dans l'ULM a été éjecté. L'instructeur, toujours attaché, est parvenu à atterrir. L'enquête n'a révélé aucune défaillance technique au niveau des ceintures et de la verrière. Il est donc probable que la verrière n'avait pas été correctement fermée avant le décollage et que le pilote n'avait pas correctement attaché sa ceinture, ce qui a conduit à son éjection sous l'effet de la forte accélération négative consécutive à l'ouverture accidentelle en vol de la verrière.

- Accident de l'ULM multiaxes Aerospool Dynamic WT9 identifié 68-US le 17 mai 2017 à Battenheim.

Peu de temps après le décollage, le contrôle de l'ULM a été perdu, il a heurté des arbres et est entré en collision avec le sol.

[L'enquête menée par le BEA](#) a permis de conclure que la verrière s'est ouverte en vol. Il est vraisemblable qu'une fermeture inadéquate de la verrière avant le décollage a conduit à son ouverture intempestive en vol. Une dégradation des performances aérodynamiques et de la contrôlabilité de l'ULM font partie des éléments qui ont pu contribuer à la perte de contrôle, une fois la verrière ouverte.

- Accident de l'ULM multiaxes Aerospool Dynamic WT9 immatriculé PH-4E7 près de Kornhorn (Pays-Bas).
Peu après le décollage, le contrôle de l'ULM a été perdu. L'ULM est entré en collision avec le sol provoquant le décès du pilote.
[L'enquête menée par le DSB](#) a montré que la verrière s'est ouverte en vol, suivi d'un piqué de l'ULM.
Des recherches au cours de l'enquête ont montré qu'au moins douze ouvertures de verrière avaient déjà eu lieu sur ce type d'ULM. En 2008, le constructeur Aerospool avait publié sur [son site](#) un [bulletin de service obligatoire demandant une mise à jour du manuel de vol pour préciser la procédure en cas d'ouverture de la verrière en vol](#).
En 2012, Aerospool a [recommandé l'installation d'un nouveau système de verrouillage avec loquet de sécurité et d'un système d'avertisseur de fermeture incomplète de la verrière](#).
- Accident de l'ULM multiaxes Evektor Aerotechnik EV97 identifié 73-OH le 24 septembre 2015 à Fréjus.
[L'enquête menée par le BEA](#) a permis de conclure que la verrière n'était pas verrouillée lors de la collision avec le sol. Le pilote a vraisemblablement fermé la verrière avant le décollage sans toutefois la verrouiller correctement. N'étant pas verrouillée, la verrière a pu s'entrouvrir en montée initiale. Le pilote a alors perdu le contrôle de l'ULM.
- Accident de l'ULM multiaxes Evektor Aerotechnik EV97 identifié 59CVF le 31 juillet 2015 à Berck-sur-Mer.
[L'enquête menée par le BEA](#) a permis de conclure que la verrière s'est ouverte lors du décollage. L'enquête a établi que la verrière n'était pas verrouillée avant le décollage. Une fois la verrière ouverte, le pilote n'est pas parvenu à garder le contrôle de l'aéronef. Il est possible qu'une dégradation des performances aérodynamiques et de la contrôlabilité de l'ULM ait contribué à la perte de contrôle.

Plusieurs retours d'expériences ont également été trouvés sur les plates-formes fédérales :

- [ouverture verrière WT9 en vol survenue le 13 août 2022](#) – FFVP ;
- [ouverture intempestive de la verrière en croisière](#) survenue le 25 octobre 2018 – FFPLUM ;
- [ouverture de verrière en Dynamic WT9 survenue le 20 février 2020](#) – FFVP.

L'analyse de ces occurrences met en évidence un nombre important d'ouvertures accidentelles de verrière sur différents types d'ULM, de caractéristiques proches du 77AUM. Dans la majorité des cas, ces ouvertures sont liées à une fermeture ou un verrouillage incorrects avant le décollage. Elles ont souvent entraîné une perte de contrôle de l'ULM.

3 CONCLUSIONS

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

Scénario

Le pilote en formation et l'instructeur réalisaient un vol de contrôle en vue de l'obtention de la qualification multiaxes du pilote en formation. Alors que l'ULM volait en palier, la verrière s'est très probablement ouverte, dégradant la contrôlabilité et le comportement aérodynamique de l'ULM. L'assiette et la trajectoire de l'ULM ont probablement été brutalement altérées, amenant à une forte variation d'assiette à piquer associée à une forte diminution du facteur de charge. L'instructeur et le pilote en formation ont été éjectés de l'ULM avant que celui-ci entre en collision avec le sol.

L'enquête n'a pas permis de déterminer l'origine de l'ouverture de la verrière en vol.

Les boucles de ceintures ont été retrouvées fermées et verrouillées et aucune marque de ceinture n'a été retrouvée sur les corps des occupants. Compte tenu des témoignages recueillis, il est peu probable que les deux occupants ne se soient pas attachés. Il est probable que les occupants ont été expulsés alors qu'ils étaient attachés.

Messages de sécurité

Informations sur les ouvertures accidentelles de verrière

Un nombre important d'ouvertures accidentelles de verrière sur différents types d'ULM, de caractéristiques semblables au 77AUM, ont été identifiées par le BEA (voir § 2.6). Dans la majorité des cas, ces ouvertures sont liées à une fermeture ou un verrouillage incorrects avant le décollage. Elles ont souvent entraîné une perte de contrôle de l'ULM.

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.