



Accident survenu au paramoteur Dudek Warp 2
identifié **95AKI**
le vendredi 10 mai 2024
à Auvers-sur-Oise (95)

Heure	À 20 h 28 ¹
Exploitant	Privé
Nature du vol	Navigation
Personne à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Pilote décédé, ULM détruit

Perte de contrôle en vol, collision avec le sol

1 DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues de témoignages et de traces GPS² issues d'outils de navigation.

Le pilote souhaite tester sa nouvelle voile achetée récemment depuis sa plate-forme privée. Il est accompagné d'un autre pilote de paramoteur qui a décollé en premier et qu'il suivra durant le vol.

Le pilote gonfle la voile deux fois pour vérifier les suspentes et la placer correctement pour le décollage, réalise les essais du moteur puis entreprend de décoller. Il interrompt son premier décollage, car la voile ne se gonfle pas correctement et se plie lors de la manœuvre. Le second décollage est effectué à 20 h 22 (voir **Figure 1**, point **1**). Une fois que les deux paramoteurs sont en vol (point **2**), le pilote réalise un huit en virant par la droite puis la gauche. Lors de cette manœuvre, l'ULM descend d'environ 140 m en une cinquantaine de secondes et se retrouve alors à une altitude de 280 m.

Quelques minutes plus tard, le pilote accompagnant regarde derrière lui pour vérifier la position du pilote et il voit celui-ci descendre rapidement au cours d'un virage à gauche (point **3**), fortement incliné, jusqu'à heurter le sol. Après avoir atterri au plus vite, il retire rapidement la batterie du paramoteur qui est en train de fondre et de produire de la fumée blanche avant de porter assistance au pilote.

Le moteur n'était plus en fonctionnement à ce moment.

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

² Le glossaire des abréviations et sigles fréquemment utilisés par le BEA est disponible sur son [site Internet](#).

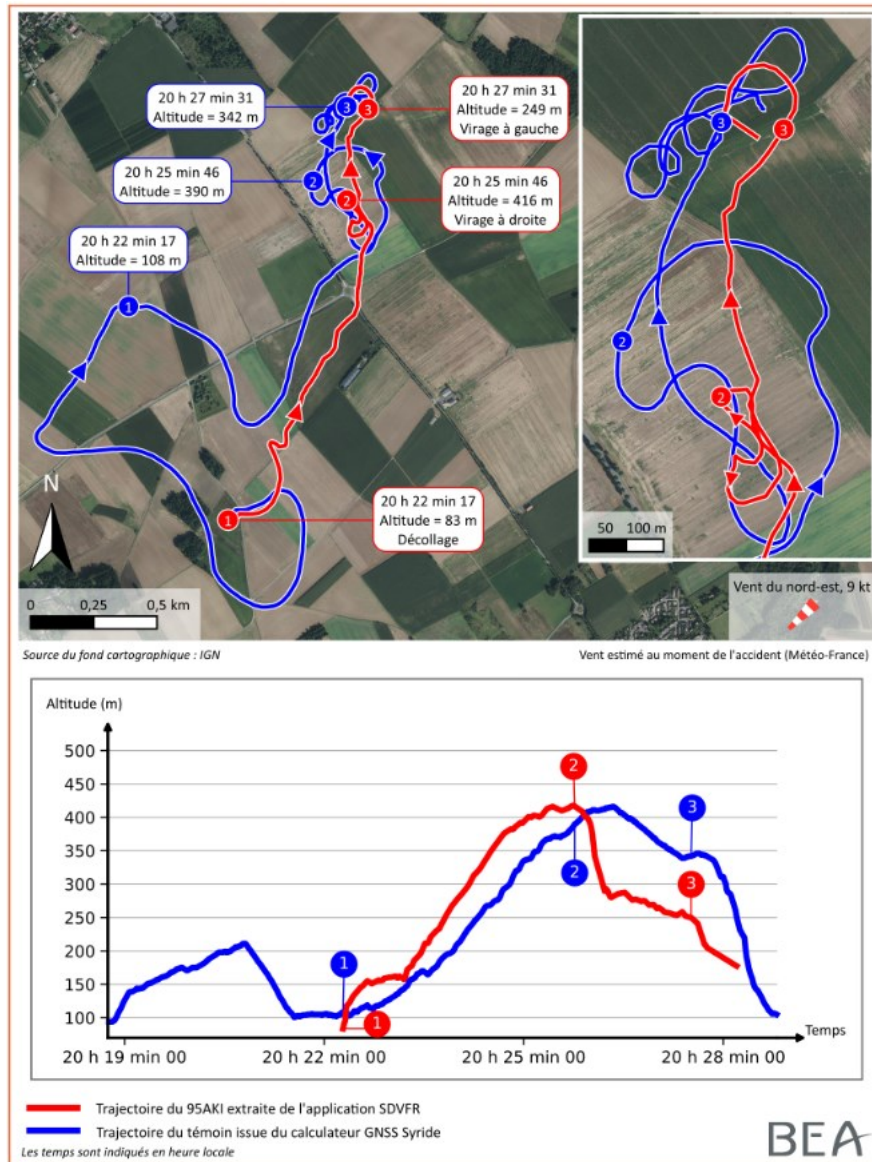


Figure 1 : trajectoires et évolutions verticales des deux paramoteurs

2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignement sur les conditions météorologiques

Les conditions météorologiques étaient les suivantes : une situation CAVOK, un vent de secteur nord-est d'environ 9 kt et une température de 21 °C.

Aucun phénomène météorologique particulier n'a été reporté par le pilote accompagnant.

2.2 Renseignements sur le pilote

Le pilote, âgé de 65 ans, possédait une licence de pilote ULM de paramoteur depuis 2006 et avait volé environ 1 500 h sur paramoteur. Il n'était pas licencié à la FFPLUM. Par conséquent, il n'était soumis à aucune obligation de détenir un certificat de non-contre-indication à la pratique de l'ULM ou de fournir un questionnaire de santé « QS — SPORT ».

Le pilote a été propriétaire de six voiles, dont celle utilisée le jour de l'accident. Il l'avait essayé sept mois auparavant dans l'idée de l'acheter, mais ce vol était son premier sur cette voile depuis son achat. D'après les témoignages, il l'avait achetée car il cherchait une voile « plus performante » que sa voile précédemment achetée en 2020, une Dudek Hadron 3³ de 18m².

Le pilote ne faisait pas de compétition et volait pour le loisir en réalisant des navigations, souvent accompagné de deux amis.

Le pilote avait subi un infarctus du myocarde en 2012. Il prenait depuis un traitement qui comportait notamment un médicament bêta-bloquant.

2.3 Renseignements sur le paramoteur

2.3.1 Le paramoteur

2.3.1.1 Voile Warp 2 Dudek

La voile utilisée lors du vol est une DUDEK WARP 2 de 18 m². C'est une voile performante qui s'adresse aux pilotes confirmés, utilisée pour de la navigation et de la compétition en paramoteur.

Selon les données issues du manuel de vol du constructeur, « entrer dans un 360° engagé arrive très rapidement [*lorsqu'un pilote entame un virage*], ce qui peut surprendre les pilotes qui ont peu d'expérience. Un 360° engagé équivaut à atteindre les plus forts taux de chute possible, [...] c'est une des manœuvres qui génère le plus de grandes forces G ».

2.3.1.2 Moteur, sellette et accessoires

Le paramoteur était équipé d'un moteur Air Conception⁴ Nitro 200 et d'un démarreur électrique alimenté par une batterie Li-po⁵. La batterie proposée à l'achat par Air Conception est une batterie Li-Po de 22,2 V de 1500 mAh à six cellules. D'après les informations recueillies, le pilote avait acheté en 2024 une nouvelle batterie qu'il a probablement utilisée lors de son vol.

La sellette est aussi de la marque Air Conception et est vendue avec le moteur. Le pilote n'avait pas emporté de parachute de secours lors de ce vol.

2.3.2 Examen du paramoteur

Le BEA ne s'est pas déplacé sur le site de l'accident.

Des examens de la voile au BEA ont montré que l'aile était dans un état quasi neuf. La voile, les suspentes et les élévateurs ne présentent aucun endommagement. Les poulies des freins sont placées sur la position intermédiaire parmi les trois possibles, ce qui correspond aux réglages d'usine selon la documentation du constructeur.

Les accélérateurs et le système « *Power Attack* »⁶ n'étaient pas installés et les trims étaient en position « fermés », correspondant à la configuration de la voile en sortie de production. Les trims

³ Voile au profil « réflexe » pour pilotes confirmés.

⁴ Concepteur et revendeur de paramoteur.

⁵ Batterie lithium-ion polymère.

⁶ Le système PA (*Power Attack*) combine les trims et l'accélérateur en permettant la libération douce des trims dès l'appui sur l'accélérateur.

étaient réglés de manière symétrique, dans la position la plus à cabrer. Cette configuration est la plus simple, le mode de pilotage est appelé mode « lent ».

L'examen du moteur par le BEA n'a pas mis en évidence d'anomalie ayant pu provoquer un dysfonctionnement en vol. L'allumage, l'interrupteur d'arrêt du moteur et le démarreur sont fonctionnels.

Des dommages par la chaleur sont observés dans la zone de la batterie. La chaleur émise a été suffisamment intense pour traverser le dossier de la sellette et faire fondre les gaines des câbles circulant dans leur zone. Trois cellules de la batterie sur six ont été retrouvées entières et les trois autres ont très probablement fondu. Le connecteur de la batterie côté châssis ne montre pas de trace de surchauffe interne.

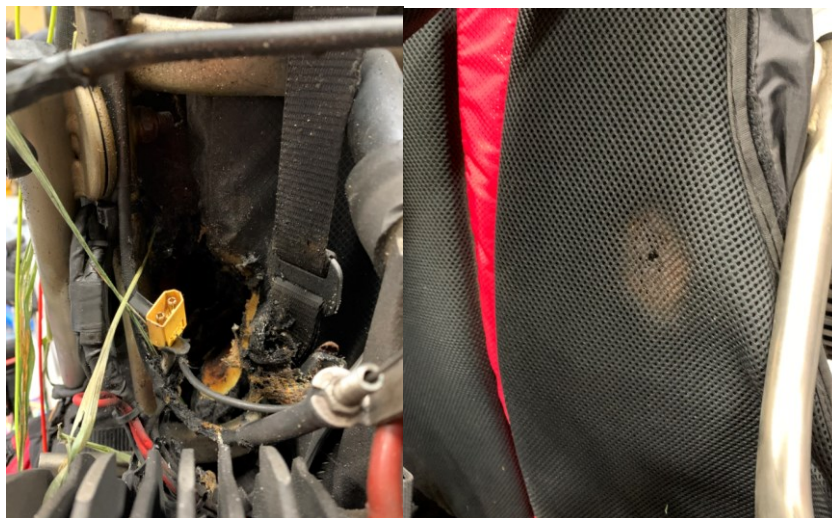


Figure 2 : vue avant et arrière du siège du paramoteur (Source : BEA)

Après l'accident, ni le pilote témoin de l'accident ni la brigade de gendarmerie s'étant déplacée sur les lieux n'ont trouvé la poche anti-feu ou de débris de celle-ci à proximité de l'épave (voir § 2.3.4).

Des déformations du châssis tendent à indiquer un impact frontal avec le sol du côté droit en premier. La structure de la cage est fortement endommagée du côté gauche, à proximité de la zone où se fixe la batterie.

2.3.3 Emballlement thermique

On utilise généralement le terme d'emballlement thermique pour évoquer la surchauffe survenant au sein des piles, batteries (notamment les Li-Po) et autres accumulateurs. Cette surchauffe peut découler de plusieurs facteurs : une surcharge, un court-circuit ou un choc. Quelques minutes, voire quelques secondes, suffisent à provoquer des dégâts potentiellement importants à la suite d'un emballlement thermique.

Un emballlement thermique, bien que rare, est possible en vol. L'urgence de la situation implique de prendre des décisions rapides pour atterrir. Celles-ci peuvent conduire à des manœuvres brusques et le stress généré par la situation peut entraîner une réduction des capacités de pilotage.

2.3.4 Utilisation d'une poche anti-feu

Une poche anti-feu pour la batterie est fournie avec le moteur lors de l'achat. C'est la poche à utiliser pour un vol.

Cette poche anti-feu est composée de fibres de verre tressées. D'après Air Conception, ce matériau est conçu pour résister à l'échauffement et il retarde un feu potentiel pendant quatre minutes. Néanmoins, aucune norme de certification pour l'aviation générale certifiée ou l'ULM n'est éditée pour la résistance des poches anti-feu aux emballements thermiques de batterie.



Figure 3 : poche anti-feu neuve vendue par le constructeur (Source : BEA)

2.4 Témoignage du pilote accompagnant⁷

L'accompagnant volait très régulièrement avec le pilote. Selon lui, le pilote n'était pas coutumier des manœuvres à risques et il ne volait que pour le loisir sans participer à des compétitions. Avec un troisième pilote, ils avaient pour habitude de faire des vols de plusieurs heures dans la région.

L'accompagnant ajoute qu'il communiquait par radio avec le pilote, notamment lorsque ce dernier lui a fait part de son intention de réaliser le premier virage. Ensuite, les deux pilotes ont communiqué une dernière fois afin de confirmer la destination du vol. Il n'y a pas eu d'échange sur la réalisation potentielle d'une autre manœuvre.

L'accompagnant a assisté à la descente en spirale engagée du paramoteur. Après avoir atterri pour porter secours au pilote, il a déconnecté la batterie qui faisait une grande quantité de fumée blanche et qui produisait beaucoup de chaleur. Il n'a pas entendu de bruits particuliers lors de la fusion de la batterie : explosion ou sifflement par exemple.

Il ajoute que le pilote avait sa ceinture ventrale attachée, nécessaire à son maintien dans la sellette.

2.5 La spirale engagée

La spirale engagée est une manœuvre usuellement utilisée pour perdre de l'altitude rapidement en effectuant des virages à 360°. Le taux de chute peut atteindre entre 10 et 20 m/s en fonction du type de voile utilisée. Le facteur de charge est de 3 à 4 G en moyenne, en fonction de la vitesse et du taux de chute. Pour entrer en spirale engagée, le pilote utilise principalement les freins afin d'engager le virage et la rotation. Il peut aussi engager un virage par des appuis sellette, consistant à mettre plus de poids du côté du virage désiré.

⁷ Celui-ci sera désigné comme « l'accompagnant » par la suite et le pilote de l'ULM accidenté comme « le pilote ».

Une spirale engagée peut aussi survenir involontairement à la suite d'un virage si celui-ci n'est pas contrôlé correctement. Cette spirale peut parfois être instable et demander une réaction rapide du pilote pour contrer efficacement ce phénomène et reprendre le contrôle de la voile.

Lors de cette manœuvre, le pilote peut subir un voile noir. Il s'agit d'un phénomène physiologique apparaissant dans des conditions de vol sous facteur de charge élevé. Lorsque le cerveau n'est plus suffisamment irrigué par le sang, la vision se trouble puis le champ de vision peut se rétrécir fortement. Ce phénomène précède la perte de connaissance et celle-ci peut apparaître si l'exposition aux accélérations importantes est prolongée.

2.6 Renseignements médicaux

Les examens médicaux pratiqués lors de l'autopsie ont mis en évidence une maladie coronarienne évoluée. Une brûlure du second degré d'environ cinq centimètres au-dessous de l'omoplate gauche survenue après le décès du pilote a été constatée.

Des risques associés à la pathologie du pilote et à son traitement médicamenteux ont été identifiés :

- pour la maladie coronarienne : un risque de malaise lors d'une sollicitation corporelle inhabituelle générant une incapacité plus ou moins importante ;
- pour le traitement médicamenteux : les substances bêta-bloquantes peuvent dégrader la capacité d'adaptation du pilote aux accélérations et augmenter son temps de réaction.

3 CONCLUSIONS

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

Scénario

Lors d'un vol de navigation, pour tester une nouvelle voile, le pilote a effectué un virage en « huit » au cours duquel l'ULM est descendu de 450 ft en moins d'une minute. Le pilote qui l'accompagnait et lui se sont ensuite coordonnés sur la destination du vol, sans qu'il y ait eu mention d'intention de manœuvres supplémentaires. Quelques dizaines de secondes plus tard, alors que l'ULM était en virage gauche, la voile est entrée en spirale engagée. Le pilote n'est pas parvenu à reprendre le contrôle de celle-ci et l'ULM est entré en collision avec le sol. La faible hauteur au moment de la survenue de la spirale engagée laissait peu de temps au pilote pour en sortir.

L'emballement thermique de la batterie a très probablement été provoqué par l'impact de l'ULM avec le sol.

Facteurs contributifs :

Ont pu contribuer à la non-sortie de la spirale engagée :

- une incapacité sous facteur de charge du pilote, du fait de son état de santé et de son traitement modérateur du rythme cardiaque (bêta-bloquant) ;
- l'absence d'expérience du pilote sur cette voile.

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.