



**Accident** survenu à l'Issoire Aviation APM 30  
immatriculé **F-HFIK**  
le samedi 17 juin 2023  
à Pignans (83)

<b>Heure</b>	Vers 13 h <sup>1</sup>
<b>Exploitant</b>	Aéroclub du Var
<b>Nature du vol</b>	Vol local
<b>Personnes à bord</b>	Pilote et deux passagers
<b>Conséquences et dommages</b>	Pilote et passagers décédés, avion détruit
Erratum : Des modifications portant sur l'année de lâcher du pilote ont été apportées pages 3 et 4. La présente version, texte officiel de référence, annule et remplace la précédente (Décembre 2024).	

## Décrochage dissymétrique, vrille, incendie post-impact

### 1 DÉROULEMENT DU VOL

*Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages, des enregistrements des radiocommunications, des données radar ainsi que d'une vidéo d'un système de surveillance.*

Le pilote, accompagné de deux passagers, réalise un vol local au départ de l'aérodrome de Cuers - Pierrefeu (83). À 12 h 12, le pilote décolle en piste 11, suit une route orientée sud-est, passe à proximité du point de compte rendu VC (Valcros, voir **Figure 1**) et poursuit sa route vers la côte méditerranéenne. Il suit ensuite la côte jusqu'à Fréjus en passant par le travers de Saint-Tropez et Sainte-Maxime, puis revient vers Cuers par les terres en passant à proximité de l'aérodrome du Luc. À 12 h 54, il indique sur la fréquence tour du Luc qu'il se trouve à une altitude de 2 000 ft au QNH 1 015 et qu'il va transiter par le nord des zones. À 12 h 58, il annonce qu'il croise les axes du Luc à une altitude de 2 200 ft en direction du point SW<sup>2</sup> et qu'il a visuel sur un trafic de parachutisme. Après quelques échanges sur la fréquence avec le pilote de l'avion de parachutage, il passe à proximité du point de report SW et vire vers l'ouest en direction du point d'entrée CN de Cuers. Aucun autre échange radio du pilote du F-HFIK ne sera enregistré.

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

<sup>2</sup> SW est le point de compte rendu de l'aérodrome du Luc matérialisé par un pont autoroutier à Gonfaron.

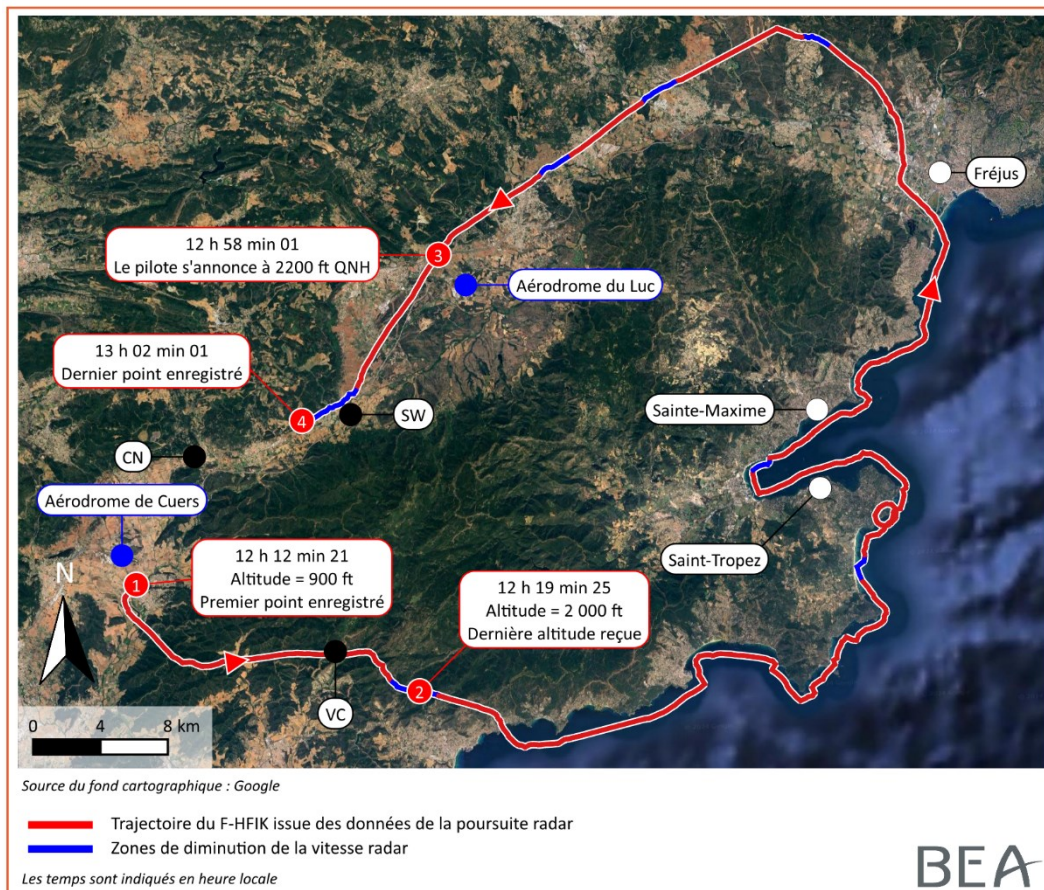


Figure 1 : trajectoire du F-HFIK issue des données de poursuite radar

Vers 13 h, d'après plusieurs témoins au sol, l'avion s'incline en roulis vers la droite, remet ses ailes à plat, s'incline en roulis vers la gauche puis bascule brusquement vers l'avant. L'avion suit une trajectoire quasiment verticale jusqu'à l'impact avec le sol. Un incendie se déclenche dans les secondes qui suivent l'accident.

## 2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

### 2.1 Renseignements sur le site et sur l'épave

L'épave est située dans une forêt à flanc de colline, sur la commune de Pignans, à proximité du village de Gonfaron. L'avion était complet lors de l'impact avec les arbres. Un incendie s'est déclaré à la suite de l'accident. Les indices relevés au niveau de la végétation indiquent que la trajectoire finale était sous forte pente. Les volets étaient en position rentrés.

En raison des nombreuses ruptures et dommages consécutifs à l'incendie post-impact, il n'a pas été possible de conclure sur la continuité des chaînes de commande de gauchissement et de profondeur ni sur la continuité de la chaîne de commande des volets. Les constatations sur site et les examens de câbles rompus réalisés sur la chaîne de commande de direction ont montré que cette dernière était très probablement continue au moment de l'accident.

Les vis de commande de volet concernées par une consigne de navigabilité (voir § 2.5) ont été retrouvées entières sur l'épave du F-HFIK. Aucun endommagement antérieur à l'accident n'a été observé sur les vis de fixation lors de l'examen au laboratoire du BEA.

Le moteur n'a pas fait l'objet d'un examen approfondi en raison de son fort endommagement dû à l'incendie.

De même, aucune donnée n'a pu être extraite des calculateurs et téléphones retrouvés brûlés.

En synthèse, l'examen de l'épave a été très limité en raison de son endommagement par l'incendie. Les éléments qui ont pu être examinés n'ont pas révélé d'anomalie susceptible d'expliquer l'accident.

## **2.2 Expérience du pilote**

Le carnet de vol du pilote n'a pas été retrouvé. Il a probablement été détruit dans l'incendie qui a suivi l'accident. L'expérience du pilote a pu être estimée à partir des informations recueillies auprès de l'aéroclub du Var, de l'EALAT<sup>3</sup> du Luc et de l'aéroclub de Berck-sur-Mer où il volait précédemment.

Le pilote, âgé de 26 ans, titulaire d'une licence PPL (A), totalisait environ 160 heures de vol sur avion, dont plus de 150 sur APM 20 et 1 h 20 sur APM 30. Il avait réalisé 3 heures 14 de vol dans les trois derniers mois, dont deux vols sur APM 30 d'une durée totale de 1 h 20. Il avait été lâché sur APM 30 le 9 juin 2023, à l'issue d'un vol de 22 minutes avec un instructeur, sur le F-HFIK. Il avait ensuite réalisé un autre vol de 58 minutes le 11 juin 2023, sur le F-HFIK, comme commandant de bord. L'instructeur indique que, lors du vol de lâché sur le F-HFIK, le pilote avait réalisé des exercices de décrochage et que la réaction de l'avion lui avait semblé normale.

Le pilote était également titulaire du brevet de pilote hélicoptère obtenu à Dax à l'EALAT. Il avait accumulé 186 heures de vol au total sur Fennec, Colibri, et Gazelle.

Enfin, en 2014, il avait participé à une journée d'initiation à la voltige organisée par l'aéroclub de Berck-sur-Mer. Lors de ce vol d'initiation sur avion de type CR100, une à deux sorties de vrille et de virages engagés avaient été réalisées.

## **2.3 Expérience du passager en place droite**

Le passager en place droite n'avait pas d'expérience de vol avion. Il était titulaire du brevet de pilote hélicoptère obtenu au cours de sa formation à l'EALAT.

## **2.4 Renseignements météorologiques**

Les conditions météorologiques estimées par Météo-France étaient les suivantes : vent d'est à sud-est pour 5 à 10 kt, turbulence faible en surface, visibilité supérieure à 10 km, ciel clair à peu nuageux, quelques nuages fractionnés et peu épais à 3 000 ft présents dans la vallée entre Pignans et Gonfaron, température 28 °C, température du point de rosée 17 °C, QNH 1 014.

Les témoins de l'accident indiquent qu'il n'y avait pas de nuage à l'endroit où l'avion a décroché. Une caméra de surveillance a enregistré le dernier tour de vrille de l'avion avant l'accident. Le ciel était bleu sans aucun nuage visible.

---

<sup>3</sup> École de l'Aviation Légère de l'Armée de Terre

## 2.5 Renseignements sur l'avion

L'examen de la documentation de maintenance de l'avion n'a pas révélé d'anomalie pouvant expliquer l'accident.

Le F-HFIK avait été acheté par l'aéroclub de Cuers en mai 2023. Il avait alors accumulé environ 2 182 heures de vol et son moteur environ 918 h. Avant cette acquisition, la maintenance et la gestion de navigabilité de l'avion étaient réalisées par Aéro Pyrénées Maintenance. Depuis, celles-ci étaient assurées par Alpes Aero Maintenance.

Le moteur avait été changé et installé neuf en 2018. Des pertes de puissance et des vibrations avaient par la suite été observées lors des phases de montée. En 2020, les durites de mise à l'air libre avaient été rallongées, ce qui avait résolu le problème.

La dernière visite périodique avant l'accident avait eu lieu en février 2023 (VP100) à 2 173 heures de vol.

En avril 2023, alors que l'avion avait réalisé 2 176 heures de vol, le diaphragme des carburateurs, la pompe à carburant et des tuyauteries caoutchouc en zone moteur (carburant, air, huile et eau) avaient été remplacés en raison de la fin de leur potentiel de cinq ans.

Une consigne de navigabilité AD 2023-0096E relative au service bulletin SB n°63, émise le 9 mai 2023, préconisait de réaliser l'inspection et, si nécessaire, de remplacer les vis de commande de volet. Elle avait pour origine la rupture en fatigue d'une vis de commande de volet survenue sur un appareil de même type en 2020. Le 12 mai 2023, à 2 182 heures de vol, cette consigne de navigabilité avait été appliquée sur le F-HFIK. Aucun jeu n'avait été constaté sur les axes des volets et l'avion avait été remis en service le jour même.

La masse et le centrage lors du vol de l'accident, calculés à partir des informations recueillies par le BEA, étaient dans les limites préconisées par le constructeur.

L'instructeur indique que, lors du vol de lâcher sur le F-HFIK le 9 juin 2023, l'avertisseur de décrochage fonctionnait et s'était déclenché avant le décrochage effectif de l'avion.

## 2.6 Renseignements sur l'alticodeur

L'avion F-HFIK était équipé d'un transpondeur GARMIN GTX 330 associé à un alticodeur ACK A30.

En fonctionnement dit « mode A », le transpondeur permet aux services du contrôle aérien, en réponse à une interrogation d'un radar secondaire, de récupérer des informations relatives à l'identification de l'avion et d'estimer sa position géographique. En fonctionnement « mode C », il transmet également les informations d'altitude de l'alticodeur. Un bouton de sélection permet au pilote de décider si le transpondeur transmet ou non les informations d'altitude.

L'analyse des données radar de vols réalisés avant le jour de l'accident par le F-HFIK ont mis en évidence les éléments suivants :

- vols des 1<sup>er</sup>, 2 et 6 juin 2023 : l'information d'altitude a été reçue par le système de traitement radar pendant toute la durée des vols ;
- vol du 11 juin 2023 : l'information d'altitude a été reçue par le système de traitement radar pendant les trente-trois premières minutes du vol puis l'information d'altitude n'a plus été reçue pendant quatorze minutes jusqu'à la fin du vol ;

- vol de l'accident du 17 juin 2023 : l'information d'altitude a été reçue par le système de traitement radar pendant les sept premières minutes du vol puis l'information d'altitude n'a plus été reçue pendant quarante-trois minutes jusqu'à l'accident (voir **Figure 1**).

D'après le journal de vol de l'aéroclub, le 11 juin 2023, le pilote était commandant de bord sur le F-HFIK, tout comme le 17 juin 2023, jour de l'accident.

Il ressort des éléments précédents que l'information d'altitude était transmise par le transpondeur du F-HFIK pendant toute la durée des vols réalisés précédemment au cours du mois de juin, sauf lorsque le pilote du vol de l'accident était commandant de bord. Au cours de ces vols, l'altitude n'était pas disponible dans les enregistrements radar pour une partie du vol. Il est donc probable que l'alticodeur fonctionnait normalement et que le pilote a désélectionné volontairement la transmission des informations d'altitude.

Règlementairement, lorsque l'aéronef est doté d'un équipement mode C en état de marche, le pilote doit utiliser ce mode en permanence, sauf consignes contraires de l'ATC. En effet, la transmission de l'altitude pression de l'aéronef lorsque disponible constitue un élément important en matière de sécurité des vols. Cette information est essentielle pour le fonctionnement du système d'anticollision en vol TCAS qui équipe certains aéronefs et plus généralement pour permettre aux services du contrôle aérien d'assurer l'information et la séparation des aéronefs en vol.

## **2.7 Reconstitution de la fin de la trajectoire de l'avion**

Les données radar, les éléments recueillis auprès de plusieurs témoins visuels ainsi que l'enregistrement d'une vidéo de surveillance située à proximité du lieu de l'accident ont permis de reconstituer les derniers instants du vol jusqu'à la collision avec le sol.

Les enregistrements de données du radar primaire du Luc permettent d'estimer les différentes positions géographiques et la vitesse radar du F-HFIK dans les secondes qui ont précédé l'accident. La vitesse radar est calculée à partir de l'heure et de la position géographique des plots radar. Il s'agit donc d'une estimation de la vitesse sol de l'avion. Ces données ne permettent pas d'estimer l'altitude de l'avion.



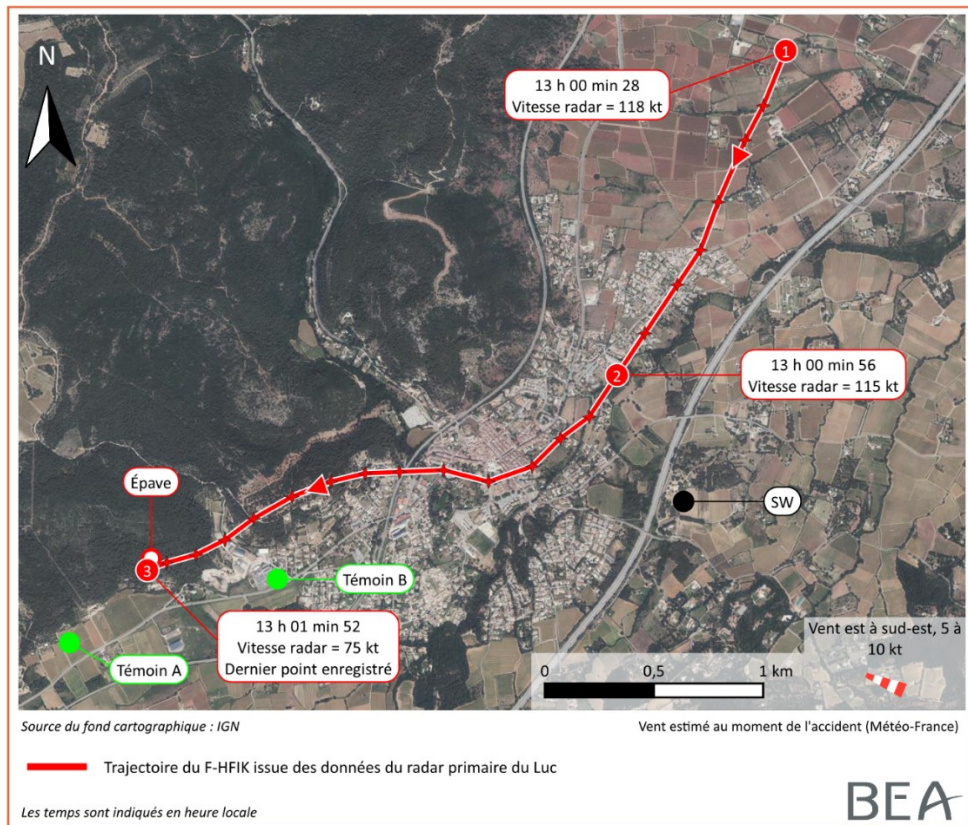


Figure 2 : trajectoire du F-HFIK

Les données de vent fournies par Météo-France et la vitesse fournie par le radar du Luc permettent d'estimer uniquement la valeur de la composante horizontale de la vitesse air dans les secondes qui ont précédé l'accident.

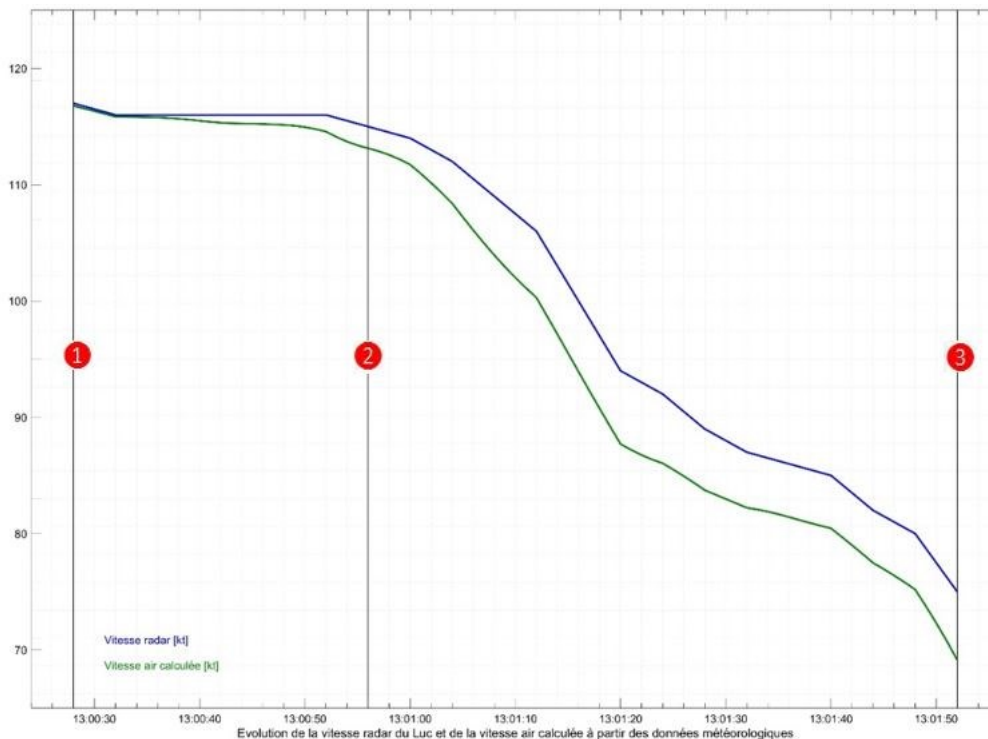
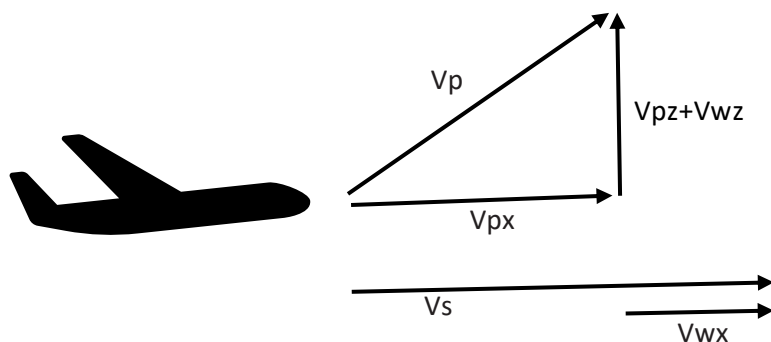


Figure 3 : estimation composante horizontale de la vitesse air à partir des données radar primaire du Luc

À 13 h 00 min 28 (voir **Figure 2** et **Figure 3**, point ①), l'avion poursuit sa route de manière rectiligne à vitesse horizontale constante de 118 kt. À 13 h 00 min 56 (point ②), sa route commence à virer à droite et la vitesse horizontale diminue<sup>4</sup> vers 88 kt. À 13 h 01 min 20, la route orientée vers l'ouest commence à virer vers la gauche alors que la vitesse horizontale continue de diminuer. À 13 h 01 min 52 (point ③), le dernier point radar enregistré se situe à proximité de l'endroit où l'épave a été retrouvée et la vitesse horizontale est de l'ordre de 70 kt.

En configuration lisse, à la masse maximale, et à une température de 15 °C, la vitesse de décrochage (vitesse air) est de 58 kt à inclinaison nulle et de 69 kt avec une inclinaison de 45 degrés (voir § 2.10).

En vol rectiligne ascendant, la vitesse air de l'avion ( $V_p$ ) est une combinaison de la vitesse radar (on considère que la vitesse radar et la vitesse sol  $V_s$  sont identiques), de la vitesse verticale ( $V_{pz}$ ) et du vent ( $V_w$ )<sup>5</sup>.



L'unique connaissance de la composante horizontale de la vitesse air ( $V_{px}$ ) ne permet pas de connaître avec précision la vitesse air de l'avion ( $V_p$ ).

D'après le manuel de vol, à la vitesse de 76 kt (vitesse de meilleur taux de montée), avec le moteur plein gaz et les volets en lisse, à la masse de 750 kg, avec un avion propre sans pluie et insectes, dans les conditions du jour de l'accident (altitude pression de 1 500 ft et écart de température de +14 °C par rapport au standard), le taux de montée de l'APM30 est théoriquement de 700 ft/min. Avec ce meilleur taux de montée, la vitesse air correspond à la composante horizontale avec une marge d'erreur inférieure à 0,3 kt.

En revanche, en descente, les vitesses verticales peuvent atteindre des valeurs beaucoup plus élevées et avoir un impact beaucoup plus important sur la vitesse air de l'avion ( $V_p$ ). À titre d'exemple, à une vitesse verticale de 5 000 ft/min en descente (valeur inusuelle, très élevée, choisie arbitrairement pour illustrer l'influence de la vitesse verticale dans le calcul) :

Composante horizontale de la vitesse air (kt)	Vitesse verticale en descente (ft/min)	Vitesse air maximale (kt)
90 kt	5 000 ft/min	103kt
80 kt	5 000 ft/min	94 kt
70 kt	5 000 ft/min	86 kt

<sup>4</sup> La diminution de la vitesse horizontale peut correspondre à une diminution de la vitesse air de l'avion consécutive à une diminution de puissance mais peut également être la conséquence d'évolutions dans le plan vertical ou la combinaison des deux.

<sup>5</sup> Seule la composante horizontale du vent ( $V_{wx}$ ) peut être estimée.

Ainsi, une diminution de la vitesse horizontale peut correspondre à une diminution de la vitesse air de l'avion consécutive à une diminution de puissance, mais peut également être la conséquence d'évolutions dans le plan vertical ou la combinaison des deux.

## 2.8 Analyse des diminutions de vitesse au cours du vol de l'accident

L'analyse des données du radar secondaire du CRNA Sud Est au cours du vol met en évidence que la vitesse radar du F-HFIK (assimilée à la vitesse sol) a diminué six fois de manière similaire en vol à ce qui a été observé dans les secondes qui ont précédé l'accident (voir **Figure 1**).

Le tableau suivant liste les valeurs observées lors des séquences similaires :

Heure	Lieu	Vitesses radar max et min (kt), amplitude de la diminution de vitesse (kt)	Durée de la décélération et valeur moyenne de la décélération
12 h 19 <sup>6</sup>	Bormes-les-Mimosas, nord du col de Caguo-Ven	Max = 116 kt Min = 67 kt Amplitude = 49 kt	68 s 0.37 m/s <sup>2</sup>
12 h 32	Large de la plage de Pampelonne	Max = 121 kt Min = 88 kt Amplitude = 33 kt	32 s 0.53 m/s <sup>2</sup>
12 h 38	Large de la plage du camping des Mûres, Grimaud	Max = 116 kt Min = 81 kt Amplitude = 35 kt	28 s 0.64 m/s <sup>2</sup>
12 h 49	Nord de Roquebrune-sur-Argens	Max = 116 kt Min = 90 kt Amplitude = 26 kt	32 s 0.42 m/s <sup>2</sup>
12 h 53	La Motte	Max = 110 kt Min = 90 kt Amplitude = 20 kt	48 s 0.22 m/s <sup>2</sup>
12 h 55	Escroy, Les Arcs	Max = 116 kt Min = 96 kt Amplitude = 20 kt	40 s 0.26 m/s <sup>2</sup>
Accident	Pignans	Max = 116 kt Min = 81 kt Amplitude = 35 kt	68 s 0.26 m/s <sup>2</sup>

## 2.9 Témoins visuels et vidéo

Plusieurs personnes ont été témoin des dernières secondes de vol de l'avion avant l'accident.

Le témoin A (voir **Figure 2**), proche du lieu de l'accident, a vu l'avion évoluer en virage à droite et se déplacer de la gauche vers la droite<sup>7</sup>. Puis l'avion s'est incliné à gauche et est parti dans ce qui ressemblait à une vrille à gauche. Sa trajectoire était quasiment verticale, nez vers le bas et en rotation à gauche. Le témoin A rapporte que l'avion a réalisé au moins un tour complet de vrille.

<sup>6</sup> Moment de l'extinction du mode C du transpondeur

<sup>7</sup> Compte tenu de la position du témoin, on en déduit que l'avion ne se dirige plus vers Cuers.



Le témoin B (voir **Figure 2**) a observé l'avion se déplacer de la droite vers la gauche. Il estime qu'il a vu l'avion réaliser un virage incliné à gauche, son nez basculer légèrement vers le bas, verrière orientée vers le sol, puis le nez basculer complètement vers le bas, et enfin l'avion réaliser un tour sur lui-même autour de l'axe longitudinal avant de disparaître derrière un bâtiment. Pendant la descente, il a entendu un bruit similaire à celui que ferait le moteur si le pilote remettait beaucoup de gaz.

Les témoins indiquent que le bruit généré par la rotation de l'hélice du moteur était perceptible jusqu'à ce qu'ils perdent l'avion de vue.

Les témoignages recueillis ont permis d'estimer que l'altitude de l'avion au moment du départ en vrille était de l'ordre de 1 500 ft, soit une hauteur d'environ 700 ft.

De 13 h 01 min 55 à 13 h 02, une caméra de surveillance filme le dernier tour complet de ce qui s'apparente à une vrille jusqu'à la disparition de l'avion derrière les arbres (voir **Figure 4**).

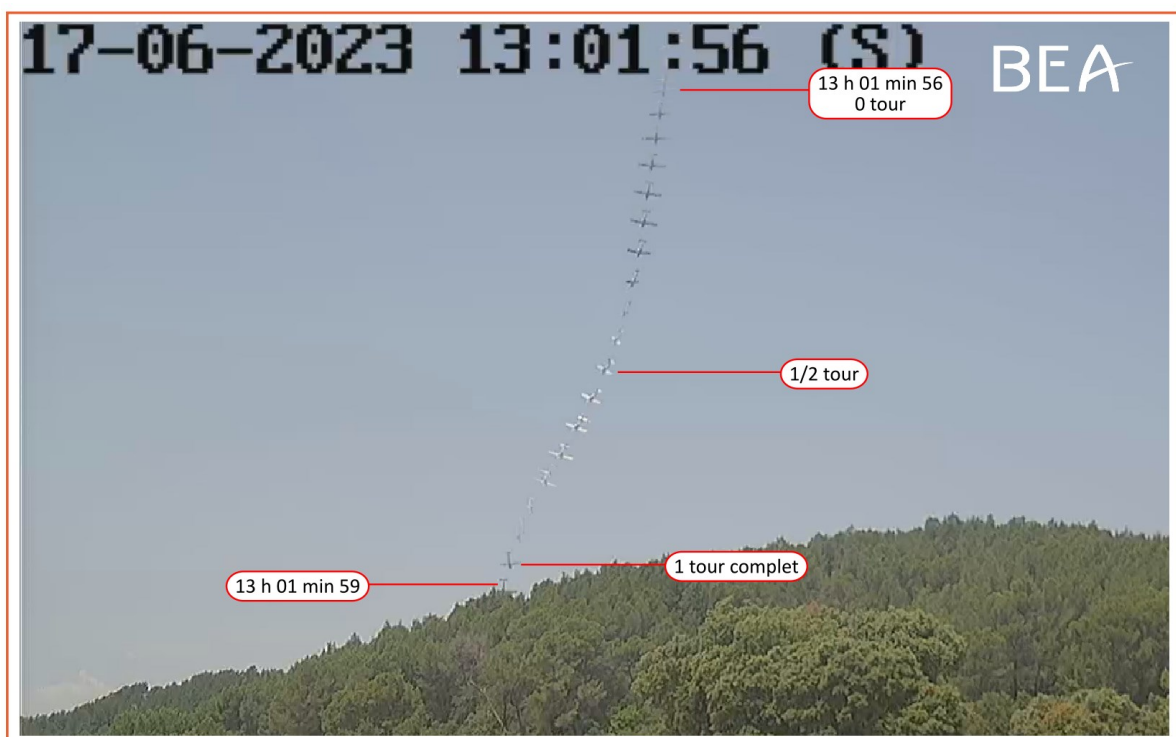


Figure 4 : photoséquence réalisée à partir d'une caméra de surveillance (Source : BEA)

Le taux de rotation moyen calculé à partir de la photoséquence est d'un tour en trois secondes. Il augmente en fin de séquence jusqu'à atteindre la valeur d'un tour en deux secondes.

## 2.10 Renseignements sur l'APM 30 lors du décrochage et d'une vrille

### 2.10.1 Virage engagé et vrille

Le manuel du pilote d'avion décrit des situations délicates comme le virage engagé et la vrille.

#### Le virage engagé

Au cours d'un virage à grande inclinaison, l'avion peut s'engager dans une spirale appelée virage engagé dont les caractéristiques sont les suivantes :

- augmentation importante de l'inclinaison et de l'assiette à piquer ;
- augmentation du facteur de charge ;
- augmentation rapide de la vitesse risquant d'entraîner rapidement une sortie du domaine de vol.

La procédure pour sortir de cette situation consiste à réduire complètement la puissance, mettre les ailes à inclinaison nulle et effectuer une ressource souple pour ne pas courir le risque d'un décrochage dynamique voire d'un départ en vrille si la symétrie de l'avion n'est pas assurée.

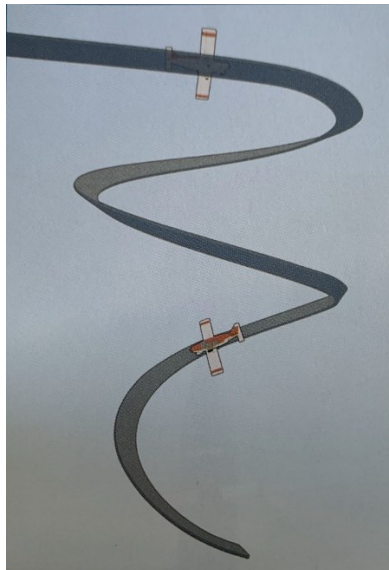


Figure 5 : virage engagé  
(Source : manuel du pilote d'avion)

#### La vrille (figure codée de voltige aérienne)

La vrille se caractérise par :

- un décrochage dissymétrique à forte incidence ;
- une augmentation de l'incidence et de la traînée de l'aile qui descend et une diminution de l'incidence et de la traînée de l'aile qui monte, ce qui a pour conséquence d'amplifier le mouvement roulis-lacet ;
- une chute de l'avion suivant une trajectoire hélicoïdale avec un taux de chute élevé.

Il est nécessaire d'appliquer scrupuleusement les consignes du manuel de vol pour arrêter l'autorotation (voir § 2.10.2). Le stress lié à cette situation, la mauvaise connaissance des actions à effectuer, associés à une perte d'altitude importante, laissent un délai de réaction très court.

Parmi les situations caractéristiques associées à un départ en vrille figure le virage serré à vitesse faible avec un contrôle inadapté de la symétrie.

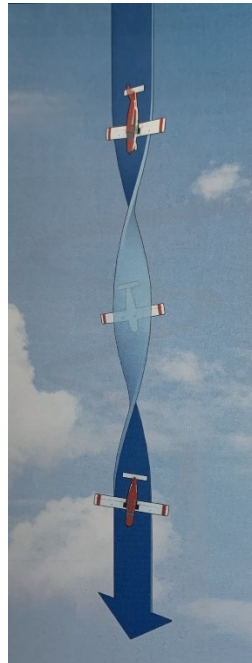


Figure 6 : vrille  
(Source : manuel du pilote d'avion)

### 2.10.2 Informations contenues dans le manuel de vol de l'APM 30

Le manuel de vol de l'avion fournit dans le tableau suivant les vitesses de décrochage à la masse maximale de 750 kg au centrage avant, au niveau de la mer en atmosphère standard (1 013 hPa, 15 °C), avec un avion propre sans pluie et sans insectes, gaz coupés.

Position des volets	Inclinaison 0°	Inclinaison 30°	Inclinaison 45°	Inclinaison 60°
Lisse	58	62	69	82
1 <sup>er</sup> cran	52	56	62	74
2 <sup>ème</sup> cran	45	48	54	64
	<i>kts</i>	<i>kts</i>	<i>kts</i>	<i>kts</i>

Le manuel de vol indique également que dans tous les cas de braquage des volets :

- l'avertisseur de décrochage (sonore) se manifeste au moins 5 kt environ avant le décrochage ;
- à inclinaison nulle, un *buffeting*<sup>8</sup> apparaît 3 kt avant le décrochage ;
- le décrochage se manifeste par des échappées en tangage et en roulis d'amplitude croissante tant que la profondeur est maintenue en butée à cabrer ;
- le contrôle en roulis reste possible aux ailerons, ceux-ci restant constamment alimentés ;
- la sortie de décrochage s'effectue « en rendant la main » (perte d'altitude de 20 m environ, inclinaison inférieure à 15°).

<sup>8</sup> Le buffeting est une vibration, une oscillation aéroélastique due à l'apparition d'un écoulement tourbillonnaire sur l'aile. C'est un indice permettant de détecter l'approche du décrochage.

Enfin, le manuel de vol rappelle que la vrille volontaire est interdite et décrit la procédure de récupération d'une vrille non intentionnelle.

➤ Récupération d'une vrille volets rentrés (lisse) :

Simultanément :

- Réduire à fond
- Appliquer la procédure :
  - Ailerons au neutre
  - Direction contre
  - Profondeur secteur avant (à piquer)

Après l'arrêt de la rotation (facteur de charge  $n < 3,8$  ; Vitesse  $< VNE$ , soit 143 kt), effectuer une ressource normale, ailes horizontales, palonniers au neutre, moteur réduit. Après celle-ci, rétablir les paramètres nécessaires à la poursuite du vol souhaité.

À titre indicatif, le manuel indique que la sortie de vrille volets rentrés à masse maximale et centrage arrière maximum s'effectue en un demi-tour en appliquant les consignes ci-dessus après un tour de vrille (trois secondes environ).

Enfin, le constructeur de l'avion indique que, bien que l'APM30 ne soit pas certifié pour les vrilles volontaires, la hauteur nécessaire pour sortir de vrille est d'environ 700 ft. Cette hauteur dépend de plusieurs facteurs, notamment la nature et la configuration du lancement<sup>9</sup>, ainsi que de l'entraînement et de la familiarisation du pilote avec ce type de situation.

## 2.11 Renseignements médicaux et pathologiques

L'autopsie, les examens anatomopathologiques et toxicologiques réalisés sur le pilote et les passagers n'ont pas permis de retrouver des signes d'inhalation de fumée. Aucun élément ne permet non plus de conclure à l'existence d'un trouble incapacitant chez le pilote ou le passager avant.

## 3 CONCLUSIONS

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

### Scénario

De retour d'un vol local, à proximité d'un point tournant de la navigation, la vitesse horizontale de l'avion a diminué progressivement. L'enquête n'a pas mis en évidence l'existence d'un point d'intérêt particulier à cet endroit. La diminution de la vitesse horizontale peut correspondre à une diminution de la vitesse air de l'avion consécutive à une diminution de puissance, mais peut également être la conséquence d'évolutions dans le plan vertical ou la combinaison des deux.

---

<sup>9</sup> Que le lancement de la vrille soit accidentel ou intentionnel, la norme adopte une approche déterministe, c'est-à-dire qu'elle fixe des critères précis et constants à respecter, plutôt que probabiliste, qui impliquerait une analyse basée sur les probabilités d'occurrence des événements.

Les témoins visuels ont aperçu l'avion près d'une minute après le début de la diminution de vitesse horizontale. Les variations d'angle de vue et la position des témoins ont permis de déterminer que son altitude était de l'ordre de 1 500 ft, soit une hauteur de 700 ft, et que l'avion avait changé de route dans les derniers instants du vol. Il est donc probable que l'avion était piloté jusqu'à ce que les témoins le voient basculer sur la gauche puis vers le bas. Ce basculement semble correspondre à un décrochage dissymétrique à gauche. L'avion a ensuite poursuivi une trajectoire descendante quasiment verticale avec une attitude s'apparentant à une vrille jusqu'à entrer en collision avec le sol. Un incendie s'est ensuite déclenché.

L'examen de l'épave, limité en raison de son endommagement par l'incendie, n'a pas permis d'écarter la possibilité d'une défaillance technique qui serait survenue peu de temps avant l'accident. L'enquête n'a également pas permis d'exclure une incapacité soudaine en vol du pilote<sup>10</sup>.

L'enquête n'a pas permis de déterminer si la diminution de vitesse horizontale de l'avion dans les secondes qui ont précédé l'accident était volontaire ou non. Néanmoins, des diminutions de vitesse similaires ont été observées à six reprises au cours du vol avant que l'équipage du F-HFIK n'échange par radio avec le pilote qui réalisait des parachutages à proximité du Luc. Aucun problème n'a été rapporté lors de l'échange radio. Ces diminutions de vitesse horizontale étaient donc très probablement volontaires. Elles pouvaient être liées à des réductions de vitesse, par exemple pour observer un point d'intérêt, ou à des évolutions dans le plan vertical.

Par ailleurs, l'information d'altitude issue du transpondeur (alticodeur) n'a plus été disponible quelques minutes après le décollage de l'avion. Les éléments recueillis au cours de l'enquête suggèrent que l'alticodeur fonctionnait normalement et que le pilote a désélectionné volontairement la transmission des informations d'altitude au système radar. Une coupure volontaire de l'alticodeur au cours du vol par un pilote peut laisser penser que ce dernier a l'intention de réaliser des évolutions particulières dans le plan vertical et qu'il a fait en sorte que les services de contrôle ne puissent pas s'en apercevoir.

La hauteur d'environ 700 ft estimée par les témoins à laquelle la perte de contrôle a eu lieu était théoriquement juste suffisante pour qu'un pilote entraîné puisse sortir de vrille en réagissant correctement et très rapidement à la situation. Le pilote avait réalisé une ou deux sorties de vrille et de virage engagés sur avion de type CR100 lors d'une journée d'initiation à la voltige en 2014 au sein de son précédent aéroclub. Le programme de formation standard d'une licence PPL ne prévoit pas de réalisation de sortie de vrille.

***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.***

---

<sup>10</sup> À titre d'exemple d'incapacité soudaine, le rapport du BEA concernant l'[accident survenu à l'hélicoptère AS 350 immatriculé F-HLBT le 26 août 2017 à Guérande \(44\)](#) avait conclu que le pilote avait subi un vertige positionnel paroxystique bénin (VPPB), conduisant à la perte de contrôle en vol de l'hélicoptère.