

Accident de l'avion CESSNA - 172 - S immatriculé F-OKDV

survenu le 16 octobre 2019
à la Plaine des Sables (974)

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

Heure	Vers 9 h 50 ⁽¹⁾
Exploitant	Privé
Nature du vol	Vol local
Personnes à bord	Pilote et trois passagers
Conséquences et dommages	Pilote et deux passagers décédés, un passager gravement blessé, avion détruit

Perte de contrôle en vol, collision avec le relief

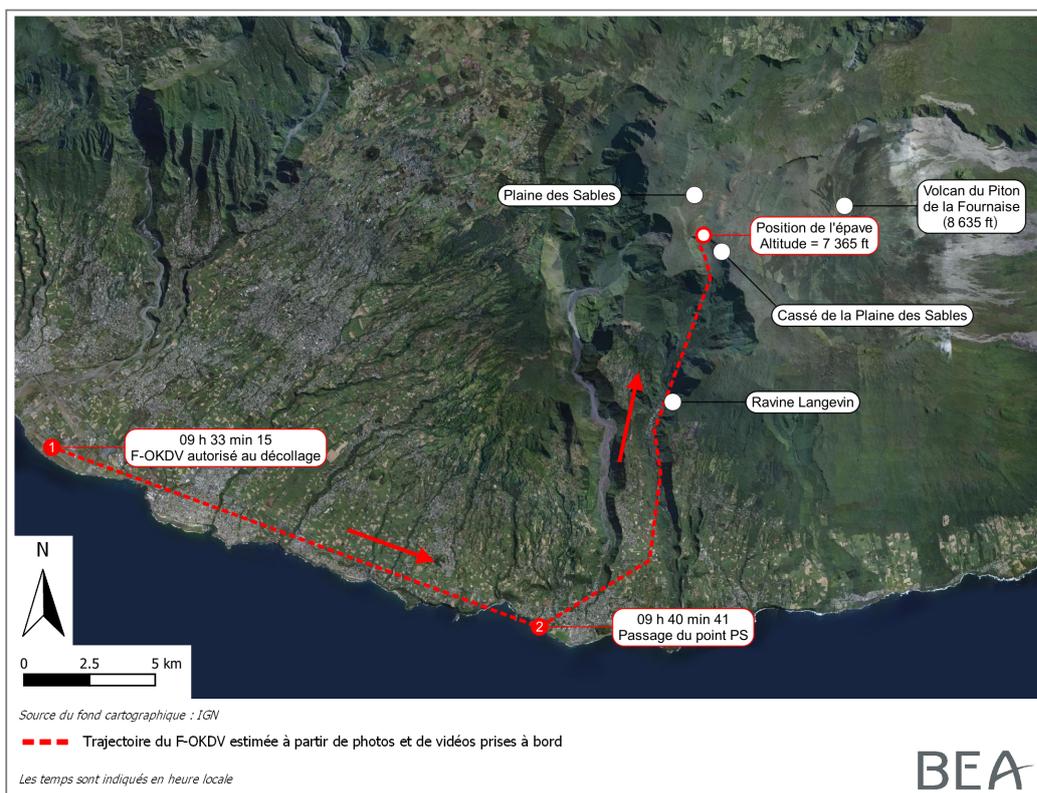
1 - DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages, des enregistrements des radiocommunications et des photos et vidéos prises à bord de l'aéronef.

Le pilote, accompagné de trois passagers, décolle vers 9 h 35 de l'aérodrome de Saint-Pierre (974) (voir [Figure 1](#), point ❶) pour un survol du Piton de la Fournaise. Il précise au contrôleur tour qu'il passera par le point PS (commune de Petite Île).

Vers 9 h 40, le pilote indique au contrôleur tour qu'il se trouve au point PS (voir [Figure 1](#), point ❷) et qu'il quitte la fréquence. Les photos prises par la passagère assise en place arrière gauche durant le vol montrent que le pilote a ensuite pris la direction du nord et a volé le long de la ravine de la rivière Langevin. Juste après avoir atteint le cassé de la Plaine des Sables⁽²⁾, le pilote vire à droite. L'avion entre en collision avec le sol quelques secondes plus tard.

⁽²⁾ La Plaine des Sables est un plateau volcanique situé à 2 260 m (7 415 ft) d'altitude en moyenne ; le cassé correspond à la frontière entre ce plateau et la ravine.



Source : BEA

Figure 1 : Trajectoire estimée du F-OKDV

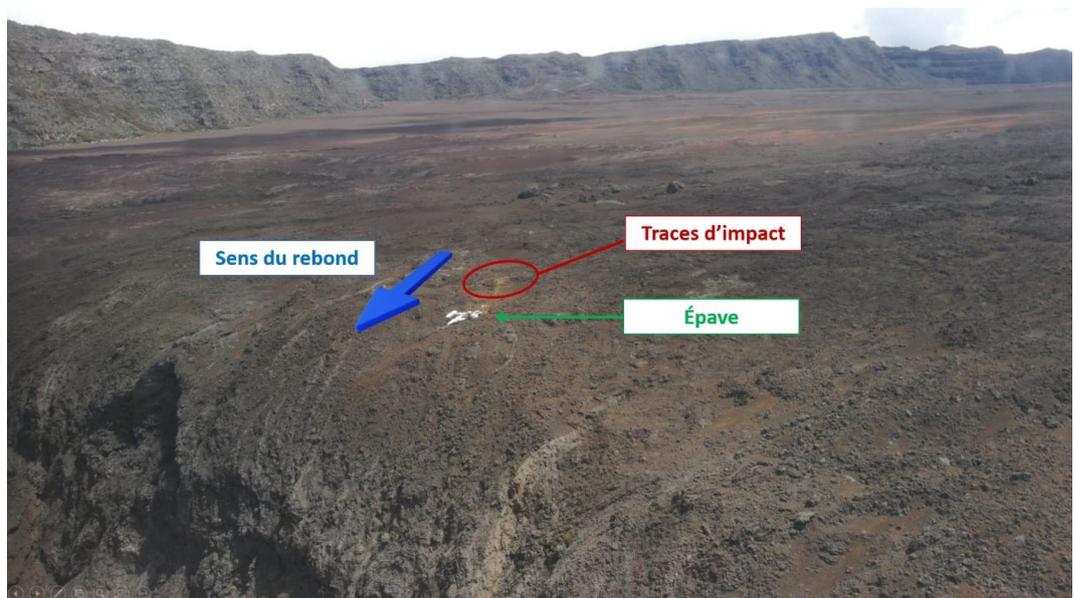
2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignements sur le site et l'épave

L'épave est retrouvée sur le dos, sur le sol rocailleux d'un plateau volcanique situé à environ 2 260 m d'altitude, à quelques mètres de la falaise du cassé de la Plaine des Sables conduisant vers la ravine de la rivière Langevin.

Des traces observées sur le sol à proximité de l'épave suggèrent que l'avion est entré en collision avec le sol quelques mètres avant la position de l'épave, puis a rebondi selon une direction sud (voir [Figure 2](#)).

Les déformations observées sur la structure, plus importantes sur le côté droit, sont cohérentes avec un avion incliné sur la droite lors de l'impact.



Source : Premiers intervenants

Figure 2 : Vue aérienne du site de l'accident et de l'épave

Les photographies prises par les premiers intervenants sur l'accident montrent que la clé de contact de l'avion était en position « *magnéto gauche* ». La commande de richesse était légèrement tirée. Bien qu'il ne puisse être exclu que la position de cette manette ait été modifiée lors de l'impact ou de l'intervention des secours, cette position suggère que le pilote avait probablement adapté la richesse à l'altitude de vol.

L'examen de l'épave par le BEA a été réalisé après son relevage du site de l'accident. Aucune anomalie de nature à expliquer l'événement n'a été mise en évidence sur la cellule.

L'examen du groupe motopropulseur montre que ce dernier délivrait de la puissance lors de la collision avec le sol.

Des examens complémentaires ont été réalisés sur le système d'injection et les magnétos afin d'identifier si un éventuel défaut aurait pu contribuer à une diminution de puissance. Ces examens ont permis de mettre en évidence que :

- ❑ Le fil d'allumage associé au cylindre n°3 du harnais de la magnéto gauche présente un défaut d'isolation, qui a pu provoquer une diminution de la puissance du moteur ;
- ❑ La tige de la membrane essence du bloc doseur a été trouvée tordue, ce qui a pu perturber la réaction du bloc doseur. L'extérieur de ce bloc ne présentant pas de dommage important lié à l'impact, il est probable que la déformation observée de la tige soit antérieure à l'accident.

⁽³⁾ Les photos prises au cours du vol par la passagère en place arrière droite montrent en particulier que les trois autres occupants portaient la sangle diagonale de poitrine.

⁽⁴⁾ Les secours ont été déclenchés par des témoins qui randonnaient à proximité du site de l'accident et qui ont appelé le 112 (voir § 2.5).

⁽⁵⁾ Soit environ 4 900 ft.

⁽⁶⁾ Soit environ 9 800 ft.

2.2 Informations relatives à la survie des occupants

L'énergie significative de l'avion lors de l'impact et la position dans laquelle s'est retrouvée l'épave après l'accident ont laissé peu de possibilités de survie pour les occupants, qui avaient tous attaché leur ceinture⁽³⁾. À l'arrivée des secours⁽⁴⁾, les deux passagères situées à l'arrière de la cabine étaient décédées. Le pilote et le passager avant ont été retrouvés dans un état grave et ont été pris en charge à l'hôpital de Saint-Pierre. Plongé dans le coma, le pilote est décédé des suites de ses blessures 15 jours après la survenue de l'accident.

2.3 Renseignements sur le pilote

Le pilote, âgé de 50 ans, était titulaire d'une licence de pilote de ligne avion depuis août 2013 et travaillait en tant que copilote pour une compagnie aérienne depuis août 2011. Il était par ailleurs instructeur au sein de l'Aéroclub du Sud basé à Saint-Pierre.

L'examen du carnet de vol du pilote montre qu'il totalisait environ 2 000 heures de vol sur avion léger.

Au cours de la dernière année, le pilote avait réalisé environ 750 heures de vol, réparties comme suit :

- 655 heures de vol sur avion de ligne, dont 35 en simulateur ;
- 78 h sur Pilatus PC6, pour des vols de largage de parachutistes ;
- 9 h sur Cessna 172 ;
- 3 h sur Cessna 152 ;
- 5 h sur divers autres types.

Enfin, le pilote volait régulièrement en parapente à l'île de la Réunion.

2.4 Renseignements sur les conditions météorologiques

Le jour de l'accident, l'île de la Réunion était sous l'influence d'un flux de sud-est modéré de l'ordre de 15 kt.

Vers 10 heures, sur la zone de l'accident, le vent de sud-est atteignait 20 à 25 kt à environ 1 500 m d'altitude⁽⁵⁾. Ce vent était d'environ 10 kt vers 3 000 m d'altitude⁽⁶⁾. Ce vent pouvait provoquer des zones ascendantes sur les versants exposés au vent et descendantes sur les versants sous le vent ainsi que des turbulences importantes.

Les METAR automatiques de l'aérodrome de Saint-Pierre de 9 h et 10 h indiquent :

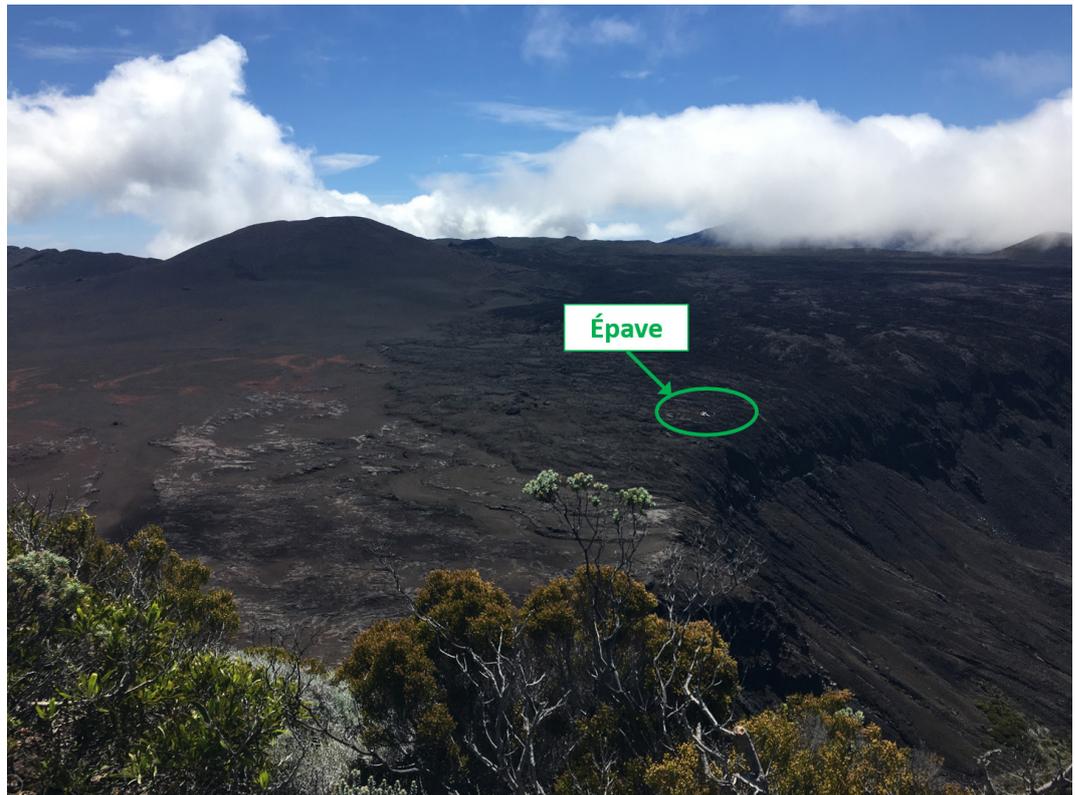
	9 h	10 h
Vent	130° / 19 kt	130° / 22 kt
Évolution du vent	110° / 20 kt avec rafales à 30 kt	130° / 25 kt avec rafales à 35 kt
Visi, nébulosité	CAVOK	CAVOK
Température	26 °C	27 °C

Un pilote d'ULM a évolué au-dessus de la zone de l'accident une dizaine de minutes avant l'accident, à une altitude d'environ 8 500 ft. Il indique que les conditions du jour étaient venteuses mais pas plus que d'ordinaire. Il précise qu'il se trouvait à une altitude suffisamment élevée pour ne pas subir les turbulences qui proviennent du volcan et qui rendent les conditions de vol difficiles au passage du cassé. Il n'a pas ressenti de rabattants à son altitude de vol.

⁽⁷⁾ Rempart montagneux délimitant la partie ouest de la Plaine des Sables, surplombant celle-ci d'une centaine de mètres de hauteur.

Un autre pilote d'ULM, qui volait avec le précédent à bord d'un autre ULM, indique que les conditions étaient laminaires à 8 500 ft, mais qu'il craignait que des rabattants se produisent à une altitude inférieure du fait du vent d'est d'une vingtaine de nœuds à cet endroit.

Des randonneurs marchant le long du rempart des Sables⁽⁷⁾ indiquent que le vent était très fort, avec de fortes bourrasques. Ils précisent qu'il n'y avait pas de nébulosité à l'endroit de l'accident ; seuls quelques nuages remontaient par les gorges de la ravine Langevin. La photographie en Figure 3 a été prise par l'un des randonneurs 20 minutes après la survenue de l'accident.



Source : Témoin randonneur

Figure 3 : Photographie du site de l'accident et de l'épave

2.5 Témoignages

Le passager assis en place avant droite indique ne rien avoir constaté d'anormal tout au long du vol. Le pilote n'a pas signalé d'urgence au cours du vol jusqu'à l'accident. Au moment d'aborder la Plaine des Sables, le passager précise que l'avion se trouvait à une hauteur inférieure à celle du sommet des crêtes⁽⁸⁾ situées à sa gauche. Il se souvient que quelques secondes plus tard, l'avion s'est « retourné » vers la droite. Le passager n'a ensuite plus de souvenir de la séquence de l'accident jusqu'à ce qu'il ait repris conscience, attaché sur son fauteuil et à l'envers, avant d'être pris en charge par les secours.

Les randonneurs mentionnés au paragraphe 2.4 ont entendu le bruit d'un moteur en fonctionnement et « d'à-coups ». Ils n'ont pas été directement témoins de la collision de l'avion avec le sol, et ont vu l'avion retourné, ainsi qu'un panache de fumée. Ils ont alerté immédiatement les secours.

⁽⁸⁾ Ces crêtes culminent à une altitude d'environ 7 900 ft (2 400 m).

2.6 Renseignements sur l'aéronef

Le Cessna 172 immatriculé F-OKDV, construit en 2005, avait été remis en service le 27 septembre 2019 à l'issue d'une visite d'entretien périodique de type « 50 heures ». Les informations extraites du carnet de route permettent de déterminer qu'il avait volé environ 31 heures depuis cette visite au moment de l'accident.

Le jour de l'accident, la masse estimée au décollage était inférieure d'une dizaine de kilogrammes à la masse maximale autorisée au décollage (1 157 kg).

D'après le manuel de vol du Cessna 172 S, les valeurs de taux de montée pour le F-OKDV dans les conditions du jour (température ISA+12 °C) sont les suivantes :

Altitude (ft)	Taux de montée maximal (ft/min)
2000	615
3000	587
4000	558
5000	512
6000	466
7000	419
8000	372

2.7 Exploitation de photos et d'une vidéo prises à bord

2.7.1 Exploitation d'une vidéo

La passagère assise en place arrière gauche a filmé une partie du vol avec une tablette numérique. Les vidéos ont pu être extraites par le BEA. La dernière vidéo enregistrée avant l'accident dure 1 min 13 et s'arrête quelques secondes avant la survenue de l'accident.

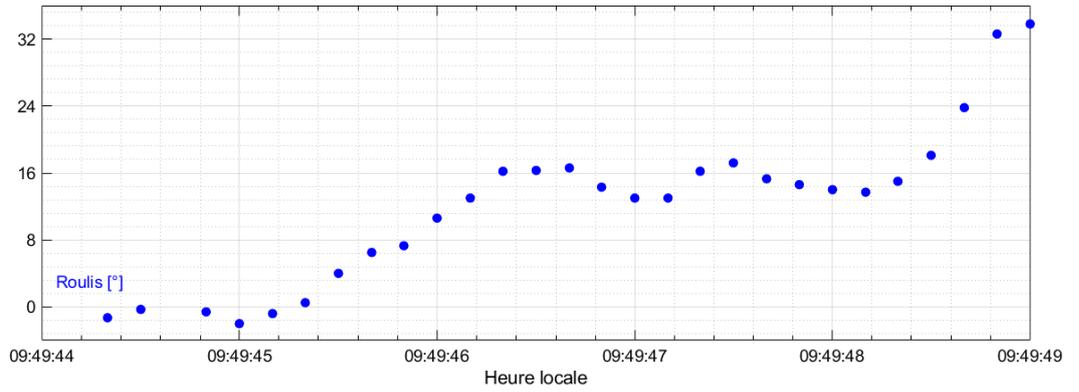
La vidéo a été prise alors que l'avion volait le long de la ravine Langevin et filmait notamment le rempart des Sables situé sur la gauche. L'avion se trouvait alors légèrement en dessous de la ligne de crête du rempart. L'avion a abordé ensuite le cassé de la Plaine des Sables puis survolé en partie cette dernière. L'avion s'est incliné ensuite progressivement vers la droite jusqu'à la fin de la vidéo.

L'analyse spectrale de la bande son de la vidéo a permis de déterminer que, sur les 13 dernières secondes de la vidéo, le régime du moteur est stable, compris entre 2 310 et 2 350 tours/minute⁽⁹⁾. Une très légère baisse de ce régime, vers 2 270 tours/minute, est observée à la dernière seconde de la vidéo. Il ressort ainsi de cette analyse que le fonctionnement du moteur est nominal, avec de légères variations de régime liées à des variations d'incidence rapides de l'hélice, probablement dues aux conditions de turbulences sévères localisées sur la Plaine des Sables au moment de l'accident.

Par ailleurs, aucune alarme de décrochage n'est perceptible sur la bande son.

L'évolution du roulis de l'avion durant les dernières secondes de la vidéo, présentée dans le graphe ci-après, montre que l'inclinaison à droite est en augmentation jusqu'à environ 35° avant que la vidéo ne s'arrête.

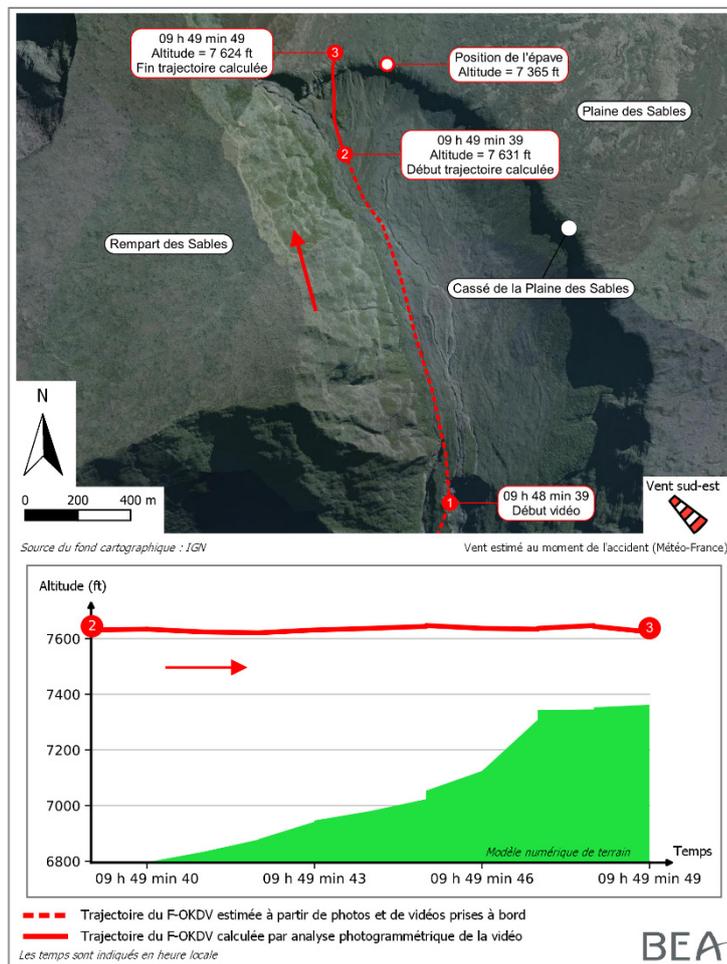
⁽⁹⁾ Le manuel de vol de l'avion indique que la plage d'utilisation normale est comprise entre 2 100 et 2 600 tours/minute à 5 000 ft d'altitude.



Source : BEA

Figure 4 : Évolution du roulis (> 0 : aile droite en bas) du F-OKDV sur les dernières secondes du vol

La fin de la trajectoire de l'avion a pu également être déterminée par analyse photogrammétrique de la vidéo (voir Figure 5), permettant de déterminer l'altitude et la position précises de l'aéronef lorsqu'il aborde le cassé de la Plaine des Sables.



Source : BEA

Figure 5 : Détail de la trajectoire du F-OKDV

2.7.2 Exploitation de photos

La passagère assise en place arrière droit a pris des photographies au cours du vol. L'analyse de l'une de ces photos prise vers 9 h 41 a permis de déterminer que l'aéronef se situait à une altitude d'environ 2 100 ft au voisinage du point PS.

Ainsi, pour parvenir jusqu'à l'altitude de 7 630 ft atteinte au niveau du cassé de la Plaine des Sables, la vitesse verticale moyenne du F-OKDV entre le point PS et le cassé a été d'environ 640 ft/min.

3 - CONCLUSIONS

Les conclusions sont uniquement établies à partir des informations dont le BEA a eu connaissance au cours de l'enquête. Elles ne visent nullement à la détermination de fautes ou de responsabilités.

Scénario

Le pilote et trois passagers ont décollé de l'aérodrome de Saint-Pierre pour un survol du Piton de la Fournaise. L'itinéraire emprunté est classiquement utilisé par les pilotes souhaitant se rendre au volcan au départ de Saint-Pierre. Il requiert de prendre de l'altitude le long de la ravine Langevin avant d'aborder le plateau de la Plaine des Sables.

Le jour de l'accident, l'île de la Réunion était soumise à un régime d'alizé modéré. Le vent d'est était bien établi, et plus particulièrement dans les basses couches. Cette situation météorologique était de nature à provoquer des phénomènes de rabattants au niveau des reliefs du sud de la Réunion, et en particulier au niveau de la ravine Langevin et de la Plaine des Sables. Plusieurs autres aéronefs ont ainsi survolé la zone du volcan à haute altitude afin d'évoluer dans des conditions moins turbulentes.

L'exploitation de photos et d'une vidéo prises à bord a mis en évidence que la montée du F-OKDV depuis le point PS a été réalisée avec une vitesse ascensionnelle supérieure à celle prévue par le manuel de vol à la masse maximale. Le pilote a probablement utilisé les ascendances dynamiques pour remonter la ravine Langevin.

L'avion a ainsi franchi le cassé de la Plaine de Sables et abordé le plateau, exposé à des vents forts d'après des témoins au sol, à une hauteur inférieure à 300 ft. Il a ensuite viré à droite quelques secondes avant la collision avec le sol. L'enquête n'a pas permis de déterminer la raison de ce départ en virage à droite.

En l'absence de témoin direct et de données enregistrées, il n'a pas été possible de préciser de façon certaine les circonstances dans lesquelles est survenue la collision avec le sol. Les conclusions de l'analyse spectrale tendent à écarter l'éventualité d'un dysfonctionnement du moteur à la fin du vol. Les observations effectuées sur le site et l'épave laissent penser que le pilote a perdu le contrôle de l'avion lors du virage.

Facteurs contributifs

A pu contribuer à la perte de contrôle :

- La poursuite du vol dans un environnement turbulent, à une altitude à laquelle les performances de montée de l'avion limitaient les possibilités d'évolution en cas de courants descendants.

A pu contribuer à la collision avec le sol :

- La faible hauteur de vol, qui :
 - a limité les possibilités de manœuvres en cas de turbulences et de courants rabattants, et
 - n'a pas permis au pilote de reprendre le contrôle de l'avion.

Enseignement de sécurité

Cet événement illustre les particularités que représentent les évolutions dans les vallées. De nombreux dangers sont associés à cette pratique, dont :

- la prise d'assiette excessive conduisant à une transition progressive de l'avion au second régime de vol sur une trajectoire de montée ;
- le stress du pilote lié à la vallée qui se ferme, la hauteur de l'avion qui diminue et l'impression de ne plus pouvoir faire demi-tour ;
- la diminution des performances du moteur et donc des performances de montée ;
- les évolutions dans des masses d'air pouvant présenter des ascendances, des descendances et des turbulences violentes ;
- l'augmentation du rayon du virage liée à celle de la vitesse propre avec l'altitude.