



Accident de l'avion ROBIN - DR400 - 140B immatriculé F-GSBS

survenu le 12 septembre 2020
au col du Pas de la Coche - Massif de Belledonne (38)

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

Heure	Vers 10 h 25 ⁽¹⁾
Exploitant	Aéroclub du Dauphiné
Nature du vol	Vol local
Personnes à bord	Pilote et deux passagers
Conséquences et dommages	Pilote et passagers décédés, avion détruit

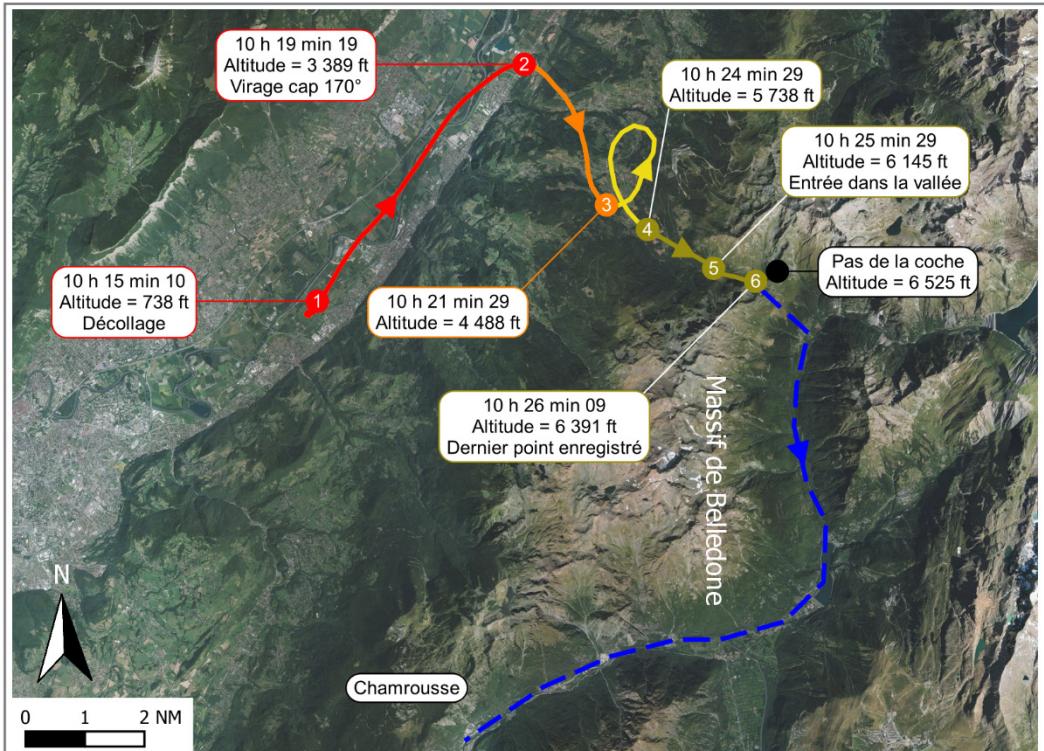
Passage au second régime, collision avec le relief, feu post-impact, lors d'un vol BIA, en montagne

1 - DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages et des données de l'application Private radar (voir § 2.7).

La pilote, accompagnée de deux passagers, décolle à 10 h 15 de la piste 04 de l'aérodrome de Grenoble Le Versoud (38) (voir [Figure 1](#), point ①). Elle a l'intention de rejoindre Chamrousse (38) au sud, en franchissant le col du Pas de la Coche puis en cheminant le long du versant est du Massif de Belledonne.

En fin de montée initiale (voir [Figure 1](#), point ②), la pilote vire à droite vers le sud-est puis, passant l'altitude de 4 500 ft (voir [Figure 1](#), point ③), fait un virage de 360° à l'issue duquel elle atteint une altitude de 5 750 ft (voir [Figure 1](#), point ④). Elle poursuit la route vers le sud-est en montée sur trois kilomètres environ et entre dans la vallée aboutissant au col du Pas de la Coche à une altitude de 6 150 ft (voir [Figure 1](#), point ⑤). Elle chemine au centre de la vallée en dessous du niveau de la crête. Elle atteint le fond de vallée environ trente secondes plus tard à une altitude de 6 400 ft. Cette altitude est inférieure à celle du col. L'avion entre en collision avec le relief environ cent mètres sous le col (voir [Figure 1](#), point ⑥), puis prend feu.



Source du fond cartographique : IGN

Trajectoire partielle du F-GSBS issue des données de l'application Private Radar:

- lors de la montée initiale
- lors de la montée en direction du sud-ouest
- lors du virage à 360°
- lors du cheminement et de l'entrée dans la vallée
- Trajectoire prévue du F-GSBS d'après les témoignages

Les temps sont indiqués en heure locale

BEA

Figure 1 : Trajectoire du vol de l'accident

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignements sur le site et l'épave

L'épave a été retrouvée à plat et en travers de la pente, en amont du col et à une altitude de 1 880 m (altitude du col : 1 989 m / 6 525 ft). Elle était orientée vers le nord. Dans l'axe de la trajectoire de l'avion, on remarque avant l'épave une végétation peu dense, sans indice de heurt de l'avion, et après l'épave des lignes électriques et un pylône. L'examen du site et de l'épave montre que l'avion a probablement heurté le sol avec une faible assiette à piquer lors d'un virage par la gauche.

L'épave était regroupée et en grande partie détruite par l'incendie post-impact. L'examen de l'épave, limité à cause des dommages occasionnés par le feu, n'a pas permis de déterminer si elle était complète avant la collision avec le sol. L'examen a permis d'établir qu'au moment de l'impact, les câbles métalliques des commandes de vol étaient continus et les bielles métalliques assurant la commande des volets étaient entières. L'examen des ailerons, des gouvernes et des volets, détruits lors de l'incendie, n'a pas permis de déterminer leur position et leur état au moment de l'impact. Les endommagements de l'hélice tendent à montrer que le moteur délivrait de la puissance, sans toutefois pouvoir la quantifier. Les endommagements du moteur n'ont pas mis en évidence de dysfonctionnement technique antérieur à l'impact.

2.2 Examen du dispositif d'échappement

Un examen détaillé du dispositif d'échappement de l'avion a mis en évidence une fissure sur le conduit de sortie d'échappement, au droit de sa liaison avec le silencieux d'échappement (voir Figures 2 et 3).

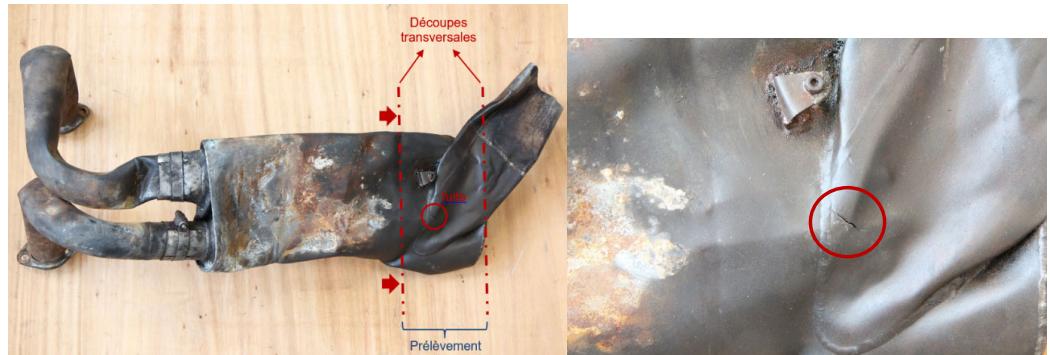
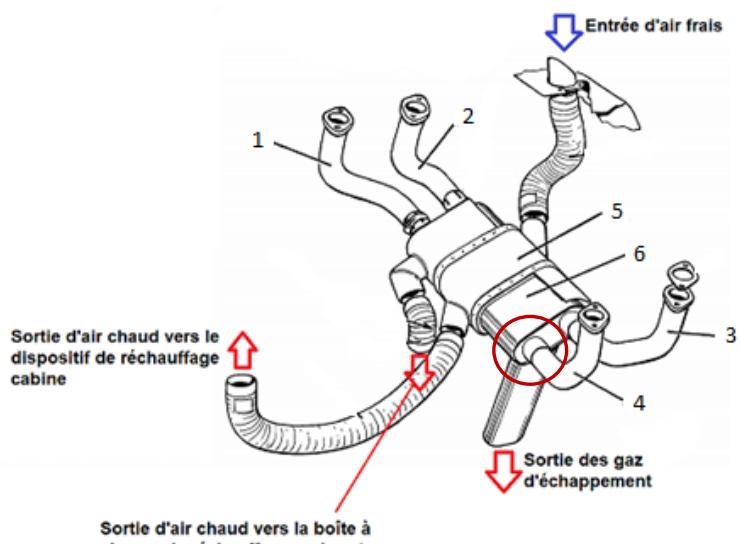


Figure 2 : Vue générale de l'échappement du F-GSBS

Figure 3 : Vue de la fissure



Repères	Désignations
1, 2, 3, 4	Pipes d'échappement
5	Enveloppe d'échangeur chauffage
6	Silencieux d'échappement

Figure 4 : Schéma du dispositif d'échappement du DR400

Les examens métallographiques et l'analyse chimique de la zone autour de la fissure montrent qu'un phénomène de corrosion s'est initié puis développé de façon progressive au cours de l'utilisation du pot d'échappement. Ce phénomène a très probablement conduit à l'amorce et à la propagation de la fissure. Il n'a pas été possible de dater l'apparition de la fissure ni d'en déterminer les dimensions avant l'impact.

L'ouverture consécutive à cette fissure a pu provoquer une fuite de gaz d'échappement dans le compartiment moteur de l'avion au cours du vol, pouvant conduire à une teneur en monoxyde de carbone (CO) supérieure à la normale.

2.3 Renseignements sur l'avion

2.3.1 Entretien du dispositif d'échappement

L'avion était équipé d'un moteur Lycoming O-320-D2A développant 160 ch à carburateur. Il était entretenu par l'atelier d'entretien de l'aéroclub du Dauphiné.

La documentation de maintenance indique que l'entretien du dispositif d'échappement était effectué conformément aux spécifications du constructeur. Les comptes rendus des visites de maintenance réalisées en 2020, dont la dernière est une visite de type « 100 heures » du 31 août 2020, ne mentionnent pas d'endommagement sur l'échappement.

La documentation mentionne par ailleurs un remplacement du dispositif d'échappement en mai 2016 lors d'une visite de type « 100 heures ».

2.3.2 Mesure du taux de CO

⁽²⁾ [SIB N° 2020-01R1](#)

⁽³⁾ Cette mesure doit être effectuée en montée, en palier et en descente, selon les recommandations de Robin (BS N° 041204). Le taux de CO ne doit pas dépasser 50 ppm en permanence (CS23).

L'AESA recommande l'installation d'un détecteur de CO à bord des aéronefs en aviation légère⁽²⁾. Ce détecteur se présente généralement sous la forme d'une pastille ronde constituée d'un produit chimique qui change de couleur à la suite d'une réaction avec le CO. Une pastille de détection de CO avait été installée par l'atelier d'entretien en janvier 2020 sur le tableau de bord de l'avion. L'accident s'est produit avant la fin de la durée de vie de la pastille (18 mois d'après les indications du fabricant). Elle a brûlé au cours de l'incendie de l'avion.

Le programme d'entretien de l'avion spécifie qu'une mesure du taux de CO en cabine doit être réalisée après toute opération donnant lieu à un vol de contrôle⁽³⁾. D'après la documentation, la dernière opération concernée datait du 24 juillet 2018.

Les pilotes et instructeurs des trois vols de la veille de l'accident n'ont ni constaté de dysfonctionnement ou de comportement inhabituel de l'avion ni ressenti de symptômes physiques anormaux.

2.4 Renseignements sur les conditions météorologiques

Les conditions météorologiques estimées par Météo-France dans la zone et au moment de l'accident étaient les suivantes : vent faible, visibilité supérieure à 10 km, ciel peu nuageux localement voilé par des nuages d'altitude de type cirrus, avec quelques nuages accrochant les massifs alpins.

Le METAR de 10 h 30 de l'aérodrome de Grenoble-Isère indiquait :

- Vent variable 2 à 3 kt au sol ;
- CAVOK ;
- Température 22 °C.

Une photo prise par un randonneur quelques minutes après l'accident montre que le temps était ensoleillé avec quelques nuages ne cachant pas le relief.

2.5 Renseignements sur la pilote

La pilote, âgée de 48 ans, était titulaire d'une licence de pilote privé avion PPL(A) depuis 1994 et membre de l'aéroclub du Dauphiné depuis 2002. Elle totalisait environ 300 heures de vol, principalement sur DR400 d'après les témoignages recueillis.

Elle avait effectué environ 13 heures de vol en 2019, le dernier vol datant du mois de novembre, et environ 2 h 30 en 2020, dont deux vols en instruction en juillet (navigation en plaine à destination de Chambéry et tours de piste) à l'issue desquels elle avait été relâchée, ainsi qu'un vol en solo en tours de piste sur le F-GSBS en août.

Elle n'avait pas reçu de formation ou sensibilisation particulière au vol en montagne au sein d'un organisme de formation.

Elle volait régulièrement avec son mari qui était généralement aux commandes de l'avion. Ce dernier indique qu'elle connaissait bien la région et notamment le col du Pas de la Coche, qu'elle avait franchi plusieurs fois en tant que pilote et qu'ils avaient franchi lors d'un vol au cours de l'été. Il indique avoir été très surpris de l'altitude à laquelle elle est entrée dans la vallée, inférieure à l'altitude recommandée dont elle avait connaissance.

Réserviste citoyenne à l'École des Pupilles de l'Air de Grenoble (EPA), elle était aussi présidente de la section départementale de l'Association Nationale des Officiers de Réserves de l'Armée de l'Air (ANORAA). Elle emmenait régulièrement des passagers, notamment depuis quelques années des élèves de l'EPA dans le cadre du vol proposé dans leur formation au Brevet d'initiation à l'aéronautique (BIA).

2.6 Organisation des vols BIA et contexte du vol de l'accident

2.6.1 Organisation des vols BIA au niveau national et académique

Le BIA est un diplôme établi par l'Éducation Nationale. Il est le fruit d'une coopération avec la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) et le Conseil National des Fédérations Aéronautiques et Sportives (CNFAS). Une convention nationale entre ces trois organismes propose un cadre entre les établissements scolaires et les structures affiliées aux fédérations. Il est en particulier prévu que ces entités puissent établir des conventions locales de partenariat pour l'organisation de « *stages pratiques qui pourront inclure des stages d'initiation* ».

L'Armée de l'Air et de l'Espace s'associe aussi à la formation BIA et dispose d'une convention de partenariat avec l'Éducation Nationale. Elle s'appuie sur les bases aériennes militaires et sur des partenaires tels que l'ANORAA pour promouvoir et organiser la formation. Elle s'associe également aux fédérations françaises d'activités aériennes comme le prévoit le protocole général d'accord avec la Fédération Française Aéronautique (FFA).

Les vols d'initiation BIA peuvent être proposés dans le cursus et sont financés par des subventions et les établissements scolaires.

⁽⁴⁾ [Arrêté du 18 août 2016 relatif aux éléments laissés à l'appréciation de l'autorité nationale compétente par le règlement n° 965/2012 de la Commission du 5 octobre 2012 déterminant les exigences techniques et les procédures administratives applicables aux opérations aériennes conformément au règlement \(CE\) n° 216/2008 du Parlement européen et du Conseil](#) (Version en vigueur le jour de l'accident).

2.6.2 Statut des vols BIA

Le vol BIA n'est pas clairement défini dans la réglementation. La DGAC considère qu'il peut s'agir :

- d'un vol entrant dans le cadre d'une formation au pilotage dispensée par l'aéroclub. Ce vol, local ou non, est réalisé avec un instructeur ;
- d'un vol de découverte, effectué par un organisme, circulaire, d'une durée de 30 minutes maximum et d'une distance de 40 km maximum. Le pilote doit être titulaire d'un PPL ou d'un LAPL et disposer au minimum de 200 heures de vol au total dont 25 dans les 12 derniers mois⁽⁴⁾.

2.6.3 Implication de la FFA dans la formation BIA

Un programme « *Objectif BIA* » a été lancé par la FFA pour suivre et accompagner, via l'engagement des aéroclubs, les jeunes vers l'obtention du diplôme, et les inciter à poursuivre avec une formation de pilote. La FFA adresse chaque année en début d'année scolaire, aux aéroclubs, une « *circulaire du BIA* » rappelant les principes d'organisation des vols BIA par les aéroclubs (adhésion au programme, subventionnement, rappels des exigences réglementaires, ...). Un modèle de convention entre l'établissement scolaire et l'aéroclub y est joint.

2.6.4 Organisation des vols BIA par l'aéroclub du Dauphiné

L'aéroclub du Dauphiné, affilié à la FFA, possède une convention avec l'Association Iséroise de Promotion du BIA (AIPBIA) pour la formation des élèves qui suivent les cours BIA de l'association. L'EPA n'est pas membre de cette association. Le président de l'aéroclub précise que les pilotes assurant les vols BIA doivent satisfaire aux conditions d'expérience minimale réglementaires de réalisation de vols de découverte (voir §2.6.2). Les pilotes réalisant les vols de découverte sont autorisés formellement par le président par le biais d'une fiche annuelle signée conjointement.

2.6.5 Contexte du vol de l'accident

Les deux passagers étaient lycéens à l'EPA et suivaient la préparation au BIA proposée par l'école.

L'EPA indique que, chaque année depuis 2018, les élèves de la classe BIA pouvaient bénéficier d'un vol d'initiation en avion. Au sein de l'EPA, un « *référent BIA* » planifie les vols en coordination avec un représentant de l'ANORAA. Ce dernier est pilote à l'aéroclub du Dauphiné et fait le lien avec les autres pilotes des vols BIA. Ces pilotes sont aussi réservistes à l'EPA, membres de l'ANORAA et membres de l'aéroclub du Dauphiné. L'EPA estime qu'ils doivent disposer d'un PPL en cours de validité et avoir réalisé un vol de contrôle annuel avec un instructeur. Les vols sont subventionnés en partie par l'Armée de l'Air et de l'Espace et les associations comme l'ANORAA. Ils sont effectués à titre privé par les pilotes qui les financent puis perçoivent un remboursement de l'ANORAA.

La pilote du vol de l'accident ne figurait pas dans la liste des pilotes autorisés pour réaliser des vols de découverte au sein et pour le compte de l'aéroclub. Par ailleurs il n'existe pas, au moment de l'accident, de convention entre l'aéroclub et l'EPA. Les encadrants de ces deux entités indiquent que l'aéroclub n'était pas impliqué dans l'organisation des vols, réalisés à titre privé et non dans le cadre des vols de découverte. Le président de l'aéroclub et le chef pilote indiquent ne pas avoir eu connaissance du vol avant l'accident. Une convention entre l'aéroclub et l'EPA est en cours d'étude depuis l'accident pour préparer une éventuelle reprise des vols.

2.7 Exploitation des données de la trajectoire

Les données de trajectoire de l'avion étaient transmises en temps réel et enregistrées à l'aéroclub grâce à l'application Private Radar. Cette application communiquait les positions de l'aéronef (latitude, longitude et altitude) depuis un calculateur installé sur l'avion avec un échantillonnage d'un point toutes les quatre secondes.

À partir de ces données, une trajectoire a pu être reconstituée (voir [Figure 1](#)) et une vitesse sol a pu être calculée (voir Figures 5 et [6](#)).

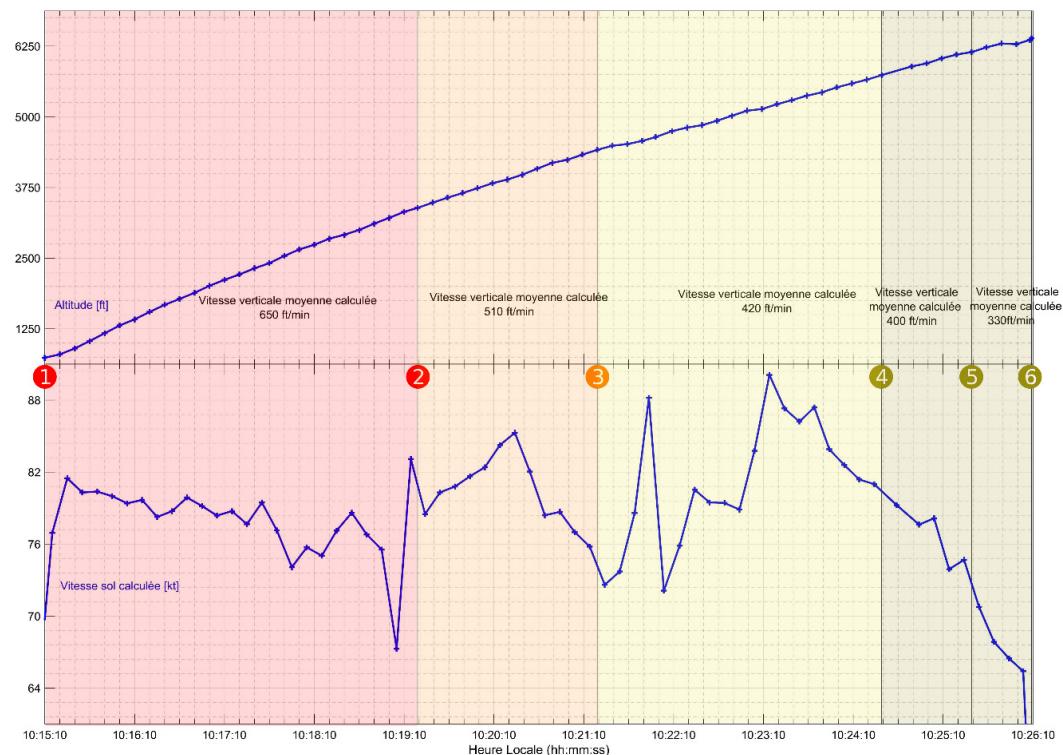


Figure 5 : Paramètres du vol de l'accident

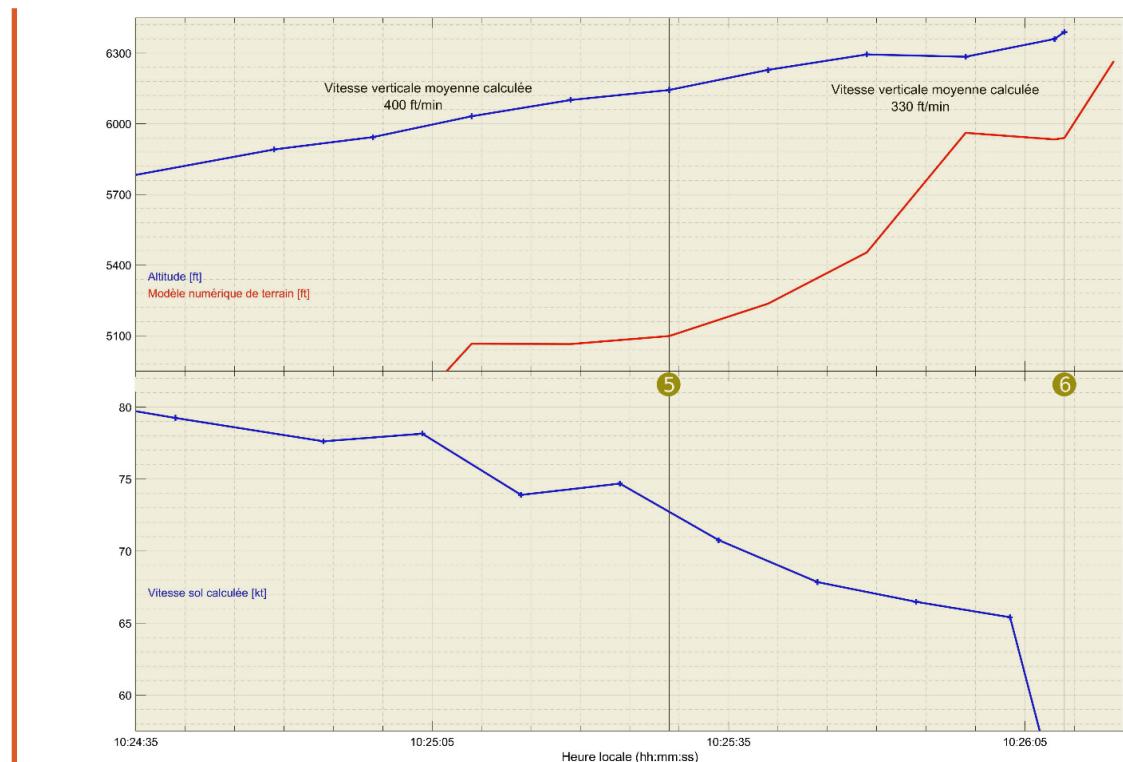


Figure 6 : Paramètres de la fin du vol de l'accident

⁽⁵⁾ Le manuel de vol de l'avion indique, au niveau de la mer, en configuration lisse, une vitesse de pente optimale de montée de 70 kt, une vitesse optimale de montée de 86 kt, et une vitesse de décrochage de 53 kt.

⁽⁶⁾ Le manuel de vol indique que dans les conditions du jour, la vitesse verticale théorique à l'altitude de 6 000 ft, à 1 000 kg (masse maximale autorisée), est d'environ 600 ft/min.

À l'issue du 360° (voir [Figure 5](#), point ④), la pilote s'est dirigée en ligne droite en direction du Pas de la Coche. Au cours des deux dernières minutes de vol, la vitesse sol de l'avion a diminué progressivement, passant d'environ 80 kt (voir [Figure 5](#), point ④) à 65 kt (voir Figure 6, point ⑥). En supposant l'absence d'influence du vent et en considérant une altitude de 6 000 ft, la vitesse indiquée de l'avion a donc diminué de 70 kt à 55 kt⁽⁵⁾ environ.

Par ailleurs, la vitesse verticale moyenne, de 420 ft/min au cours du 360°, a baissé jusqu'à 330 ft/min dans les trente dernières secondes⁽⁶⁾ jusqu'à être quasi nulle dans les dernières secondes du vol.

La diminution de vitesse associée à la faible valeur de vitesse verticale est caractéristique d'un passage de l'avion au second régime de vol.

2.8 Particularités du vol en montagne

Lors de l'apprentissage du pilotage en vol à vue, l'instructeur entraîne l'élève pilote à utiliser l'horizon naturel pour évaluer l'assiette longitudinale et l'inclinaison de l'avion. En vol dans les vallées, un pilote non sensibilisé aux particularités du vol en montagne s'expose à un danger souvent mal connu. Au cours du vol, en raison de la présence de reliefs, il pourra ne plus disposer de cet horizon qui est sa référence de pilotage. De ce fait, il ne sera plus apte à évaluer l'assiette longitudinale de l'avion en se basant uniquement sur les références visuelles extérieures. Cette erreur de perception est susceptible d'entraîner une prise d'assiette excessive pouvant, si elle est maintenue, amener l'avion au second régime de vol.

Par ailleurs, lors d'un vol en montagne, évoluer d'un côté de la vallée permet d'augmenter les marges de sécurité en cas de nécessité d'effectuer un demi-tour.

2.9 Principes de formation de l'aéroclub

L'aéroclub du Dauphiné, en tant qu'organisme de formation déclaré (DTO⁽⁷⁾), propose à ses pilotes une formation à la qualification montagne. Le président et le chef pilote du club indiquent que les pilotes en formation aux LAPL ou PPL standards sont formés en plaine. Du fait de la présence de reliefs dans la région, ces formations incluent une sensibilisation aux spécificités du vol en montagne. Le chef pilote rappelle les principes de base au cours d'un vol de contrôle annuel avec chaque pilote. Ces pratiques ne sont pas formalisées dans les documents de l'aéroclub. Il n'existe pas avant l'accident d'exigences particulières pour les pilotes désirant voler au-dessus de zones montagneuses.

Après l'accident, le club a décidé :

- d'introduire formellement dans le livret de progression des élèves pilotes une leçon spécifique sur le vol en environnement montagneux, conduite par un instructeur qualifié au vol montagne, et incluant notamment une initiation au franchissement de col ;
- de mettre en place une « *Certification Mont-Blanc* », acquise après un vol dans le secteur avec un instructeur qualifié au vol montagne. Cette démarche avait déjà été évoquée lors d'une réunion de sécurité interne en juillet 2020.

2.10 Intoxication au CO

Les autopsies des occupants de l'avion n'ont pas montré de signe d'activité respiratoire dans le foyer d'incendie. Les analyses toxicologiques ont révélé la présence de taux élevés d'hémoglobine contaminée au CO dans le sang de la pilote (26 %) et des passagers (13 %). Au taux estimé chez la pilote, celle-ci a pu connaître des symptômes d'hypoxie toxique de nature à altérer sa capacité à prendre des décisions et à manœuvrer. Comme toute hypoxie, le caractère insidieux de l'apparition des troubles et la sensibilité du cerveau aux premières manifestations peuvent priver le pilote de tout discernement. Ces symptômes peuvent être très variables en fonction des individus.

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

Lors d'un vol en zone montagneuse, la pilote, accompagnée de deux passagers dans le cadre de leur préparation au BIA, est entrée dans une vallée à une altitude inférieure à la ligne de crêtes et au col situé au bout de cette vallée. De plus l'environnement, notamment la présence de lignes électriques au centre de la vallée, contraignait la réalisation d'un demi-tour. Face à la nécessité de gagner de l'altitude pour lui permettre de franchir le col, la pilote a certainement augmenté progressivement l'assiette de l'avion. Cette action a entraîné une diminution progressive de la vitesse et des performances de montée de l'avion. L'évolution des paramètres de vol calculés montre que l'avion volait probablement au second régime lors des deux dernières minutes de vol. Arrivant au col en bout de vallée, réalisant qu'elle ne parviendrait pas à le franchir, la pilote a probablement tenté de faire demi-tour par la gauche au cours duquel elle a perdu le contrôle de l'avion.

Facteurs contributifs

Ont pu contribuer au passage au second régime puis à la collision avec le relief :

- Le manque de connaissances des particularités du vol en montagne de la pilote.
- La faible expérience de vol récente de la pilote.
- L'intoxication au monoxyde de carbone (CO) ayant pu altérer la perception par la pilote de la trajectoire et ses capacités à surveiller les paramètres de vol ; la fissure constatée sur le pot d'échappement a très probablement été créée par la corrosion et a conduit à une fuite de CO dans le compartiment moteur de l'avion au cours du vol. La cause du transfert de ce gaz du compartiment moteur vers la cabine n'a pu être déterminée.

Enseignements de sécurité

Vol en montagne

La proximité d'un aérodrome avec les massifs montagneux peut naturellement inciter les pilotes basés à évoluer au-dessus du relief ou dans les vallées.

Même si la réglementation n'impose pas de formation particulière, le vol en montagne comporte des particularités propres à l'environnement : repères visuels inhabituels par la perte d'horizon naturel, diminution des performances opérationnelles, aérologie complexe et changeante, espace restreint notamment. Des connaissances et des techniques spécifiques sont nécessaires pour voler en sécurité dans cet environnement hostile et exigeant. Des vols de sensibilisation, réalisés avec des instructeurs ayant les compétences nécessaires pour ce type de vol, permettraient aux pilotes de mieux appréhender les risques du vol en zone montagneuse.

Identification et attention accordée aux activités particulières dans les aéroclubs

Cet accident montre que des activités particulières, telles que les vols BIA, nécessitant normalement un cadre et des autorisations de l'aéroclub, peuvent être pratiquées par des pilotes membres du club, avec les avions du club, sans que l'encadrement du club n'en ait connaissance.

La mise en place par l'encadrement des clubs d'une vigilance renforcée permettrait d'identifier ou d'anticiper de potentielles dérives dans ce type d'activités.

Détection du CO

L'utilisation en cabine de dispositifs de détection de CO (dispositif électronique ou pastille sur le tableau de bord) peut prévenir le risque d'exposition accidentelle à ce gaz毒ique présent dans les gaz d'échappement du moteur. Lorsqu'une pastille est installée, cela suppose une surveillance visuelle régulière au cours du vol, pour réagir rapidement avant que l'inhalation du CO n'engendre une incapacité physique et/ou cognitive. L'incident grave du DR400-120 immatriculé F-GOVA⁽⁸⁾ en constitue un bon exemple : la surveillance de la pastille a conduit l'instructeur à interrompre le vol et aérer la cabine dès qu'il a commencé à ressentir les symptômes d'une intoxication.

⁽⁸⁾ <https://www.bea.aero/les-enquetes/evenements-notifies/detail/incident-grave-du-robin-dr400-120-immatricule-f-gova-survenu-le-06-12-2014-a-cambrai-59/>