



Accidents

1 - de l'avion CIRRUS SR20
immatriculé **D-EFCD**
2 - de l'avion REIMS AVIATION
CESSNA FR172H
immatriculé **D-EFTP**
survenus le 22 août 2021
à Vars (05)

Heures¹	Accident 1 – À 13 h 38 Accident 2 – À 16 h 24
Exploitants	Accident 1 – Privé Accident 2 – Privé
Natures des vols	Vols de navigation
Personnes à bord	Accident 1 – Pilote et passager Accident 2 – Pilote et deux passagers
Conséquences et dommages	Accident 1 – Pilote et passager gravement blessés, avion détruit Accident 2 – Pilote et passagère arrière gravement blessés, passager avant blessé, avion détruit

Collisions avec le relief dans une vallée, en montagne

1 DÉROULEMENT DES VOLS

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages, des enregistrements du téléphone portable du passager du SR20 (D-EFCD), des données de l'application Skydemon installée sur la tablette du passager avant du FR172 (D-EFTP).

Les deux avions font partie d'un groupe d'une vingtaine d'aéronefs effectuant un voyage dans les Alpes destiné à accoutumer un groupe de pilotes allemands au vol en milieu montagneux.

Le pilote du Cirrus SR20, accompagné d'un passager, décolle à 13 h 31 de l'aérodrome de Mont-Dauphin - Saint-Crépin (05) (voir Figure 1, point ①) à destination de l'aérodrome de Barcelonnette (04). À 13 h 35, il se dirige en montée à environ 4 880 ft d'altitude (1 487 m) (point ②) vers la vallée conduisant au col de Vars situé à 6 918 ft d'altitude (2 108 m). La hauteur de l'avion à cet instant est d'environ 195 ft². À 13 h 35 min 21, il vole à 5 233 ft d'altitude (1 595 m) et passe au-dessus d'une ligne très haute tension et à proximité d'un des poteaux de celle-ci situé à environ 4 723 ft d'altitude (1 440 m), puis entre dans la vallée. Il poursuit ensuite la montée en cheminant sur la gauche de la vallée.

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

² En VFR, la hauteur minimale de survol est de 500 ft (150 m) au-dessus du sol ou de l'eau, et de l'obstacle situé dans un rayon de 150 m autour de l'avion.

À 13 h 36 min 40 (point ③), il passe à proximité du hameau de Sainte-Catherine à une hauteur d'environ 170 ft. À 13 h 38 min 10, l'avion passe à 6 600 ft d'altitude (2 010 m) travers du village de Vars, situé à 3,6 km avant le col. La hauteur de l'avion à cet instant est d'environ 430 ft. Le pilote vire alors de 90° environ vers la droite, face au relief (point ④). Il poursuit la montée en ligne droite en direction du sud-ouest, jusqu'à 6 900 ft d'altitude (2 105 m), tandis que la hauteur de l'avion diminue rapidement. Plusieurs témoins au sol et en vol voient l'avion en vol rectiligne à faible hauteur, entrer en collision avec des arbres, face à la pente (point ⑤).

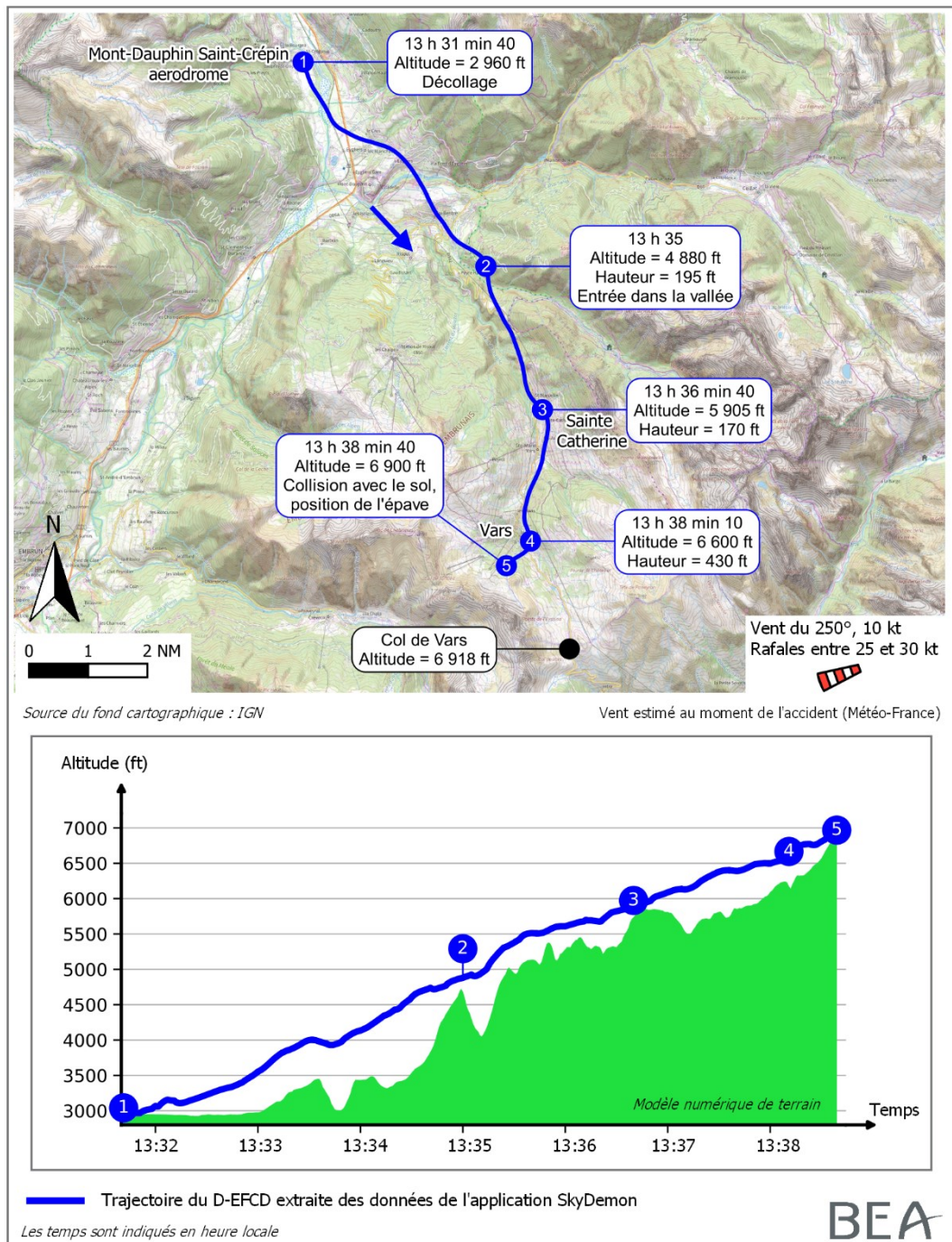


Figure 1 : trajectoire du Cirrus SR20 D-EFCD

À 16 h 17, le pilote du Cessna 172, accompagné de deux passagers, décolle à son tour et prend la même direction que le SR20 (voir Figure 2, point ❶). À 16 h 21 min 15, à environ 4 730 ft d'altitude (1 440 m), il survole en montée la même ligne très haute tension située sur une crête et s'engage dans la vallée menant au col. Sa hauteur est alors d'environ 275ft (point ❷). Environ trente secondes plus tard, à 16 h 21 min 40 (point ❸), la hauteur de l'avion est d'environ 80 ft. Le pilote poursuit la montée en cheminant sur la gauche de la vallée. Un témoin au sol indique voir l'avion à faible hauteur entre le hameau de Sainte-Marie et celui de Sainte-Catherine, avec une forte assiette à cabrer et une vitesse assez faible. À 16 h 23 min 50, alors que la vallée se sépare en deux après le village de Sainte-Marie, le pilote vire de 60° vers la gauche, au lieu de poursuivre à droite dans la vallée qui rejoint le Col de Vars. La hauteur de l'avion est d'environ 180 ft (point ❹). L'altitude de l'avion continue d'augmenter jusqu'à 6 270 ft (1 910 m) (point ❺) tandis que la hauteur diminue rapidement. Le pilote vire à gauche face au relief. L'avion entre en contact avec le sol dans une prairie, face à la pente et l'avion effectue un cheval de bois.

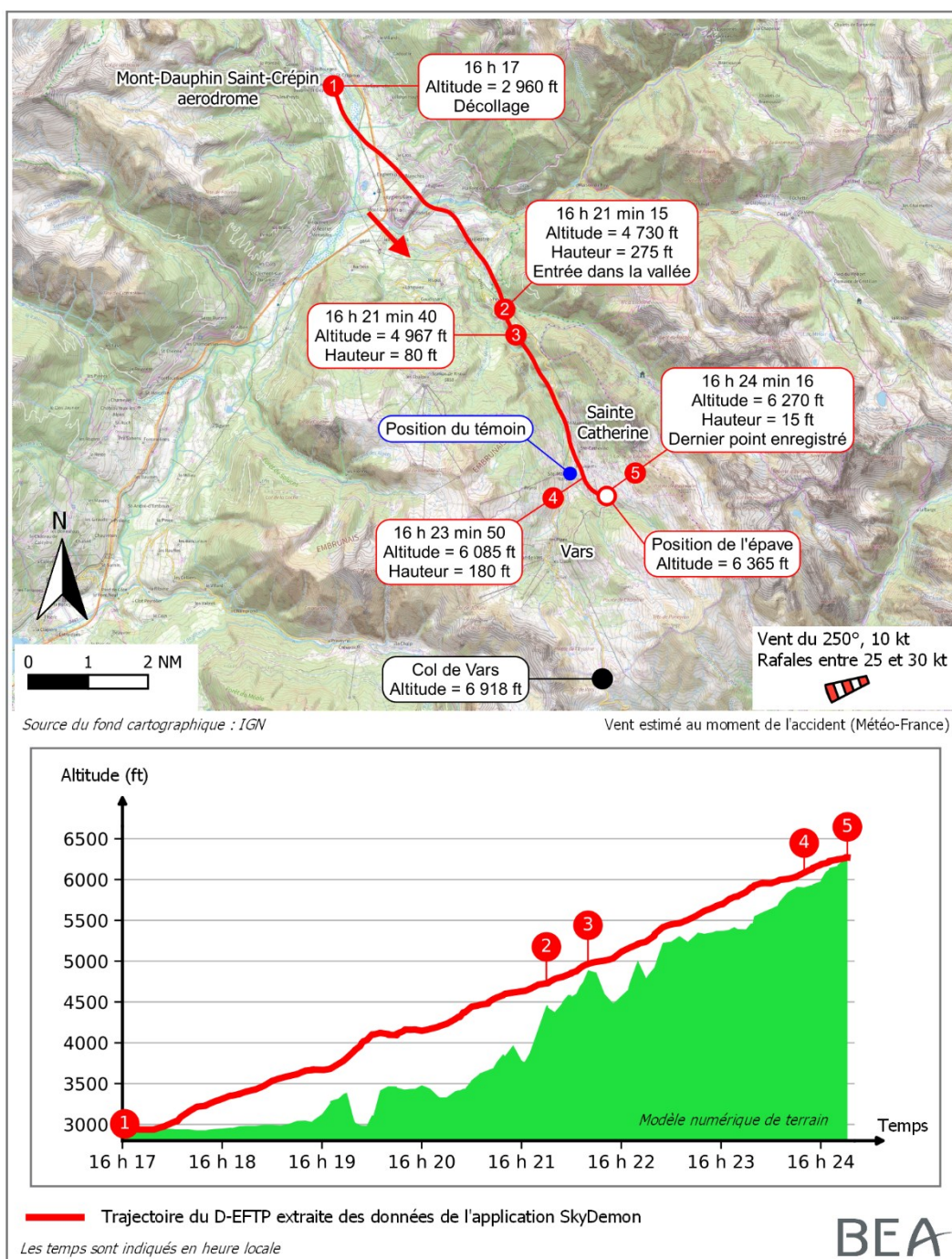


Figure 2 : trajectoire du Cessna 172 D-EFTP

2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Sites et épaves

2.1.1 Site et épave du SR20

L'épave se trouve à 6 905 ft d'altitude (2 105 m), dans une forêt située sur la partie droite de la vallée montant vers le col de Vars, à environ trois kilomètres de celui-ci (voir Figure 3). L'avion a heurté trois arbres, ailes à l'horizontale, avant d'entrer en collision avec le sol et de se retourner. L'examen de l'épave indique que les volets étaient rentrés au moment de l'accident. Le moteur délivrait de la puissance lors de l'impact et aucune anomalie n'a été constatée lors de l'examen.



Figure 3 : vue aérienne drone du site et de l'épave du D-EFCD (Source : BEA)

2.1.2 Site et épave du Cessna 172

L'épave est située à 6 365 ft d'altitude (1 940 m), dans une pâture dégagée d'obstacles ayant une pente moyenne de 21 %, dans une autre vallée que celle menant au col de Vars, à 5,6 km au nord de celui-ci. Des traces dans l'herbe sur une dizaine de mètres montrent que l'avion est entré en collision avec le sol face à la pente, ailes à plat et avec une faible assiette à piquer. Le train principal gauche a été arraché puis l'aile gauche a touché le sol. L'avion a ensuite pivoté de 180° et s'est immobilisé avec le moteur dans la pente (voir Figure 4), ce qui a provoqué un fort endommagement de la partie avant de l'avion, et l'effacement du train principal droit et du train avant. Les volets étaient rentrés au moment de l'accident. Le moteur délivrait de la puissance lors de l'impact et aucune anomalie n'a été constatée lors de l'examen de l'épave.



Figure 4 : position de l'épave du D-EFTP (Source : BEA)

2.2 Renseignements météorologiques

La carte VAC de l'aérodrome de Mont-Dauphin Saint-Crépin mentionne la possibilité de brise et de turbulences fortes en été. La température enregistrée par la station météorologique de l'aérodrome était de 28 °C (soit Conditions atmosphériques standards (ISA) + 19 °C) au moment du décollage de chacun des deux avions.

Au moment de l'accident du SR20, les conditions météorologiques estimées par Météo France dans la vallée de Vars étaient les suivantes : vent moyen du 250° pour 10 kt, rafales 25 à 30 kt, turbulence modérée à forte sur les pentes, les cols et dans la vallée, visibilité supérieure à dix kilomètres, nuages épars (cirrus et altocumulus à partir de 3 000 m), température +16 °C à 6 900 ft d'altitude (soit ISA +15). Deux autres pilotes du même groupe d'avions qui ont survolé la zone à l'heure approximative de l'accident, ont observé des turbulences fortes, des rabattants et un vent arrière de 30 kt dans la vallée menant au col de Vars.

Au moment de l'accident du Cessna 172, les conditions météorologiques estimées par Météo France étaient similaires à l'exception de la température qui était de +13 °C à 6 300 ft d'altitude (soit ISA +12). Un des autres pilotes du groupe qui était en vol au-dessus de la vallée au moment de l'accident, à une altitude comprise entre 7 000 et 8 000 ft, signale avoir rencontré par intermittences des rabattants et de fortes turbulences nécessitant de mettre plein gaz, et avoir eu des difficultés pour prendre de l'altitude. Il ajoute qu'un vent de vallée d'environ 30 kt était présent, se renforçant au niveau du lieu de l'accident.

Selon les passagers du Cessna 172, après avoir décollé avec un fort vent de face, l'air était plutôt calme dans la vallée et ils n'ont pas observé de fortes turbulences.

2.3 Renseignements sur les avions

2.3.1 Renseignements sur le SR20

Au moment de l'accident, la masse totale estimée de l'avion était d'environ 1 300 kg. La masse maximum autorisée au décollage (MTOW) est de 1 361 kg (3 000 lb). Le centre de gravité se trouvait dans les limites définies par le constructeur. Selon le manuel de vol, à la MTOW, la vitesse de montée normale, en lisse et plein gaz, varie de 105 kt (au niveau de la mer) à 95 kt (à 10 000 ft). À l'altitude de 6 000 ft environ et en configuration lisse, la vitesse indiquée de meilleur taux de montée (V_y) est de 93 kt. La vitesse de meilleure pente de montée (V_x) varie de 81 kt (au niveau de la mer) à 85 kt (à 10 000 ft). La vitesse indiquée de décrochage est égale à 65 kt.

D'après le manuel de vol constructeur, dans les conditions de température du jour à l'altitude-pressure de 7 000 ft et en configuration lisse, la pente de montée théorique de l'avion à la MTOW est comprise entre 4 et 4,5 %, et le taux de montée maximum est compris entre 450 et 520 ft/min.

Selon le manuel de vol constructeur, le plafond de l'avion est de 17 500 ft.

L'avion était équipé d'un parachute de secours qui n'a pas été déclenché.

2.3.2 Renseignements sur le FR172

Au moment de l'accident, la masse totale estimée de l'avion était d'environ 1 137 kg pour une MTOW de 1 157 kg et le centre de gravité se trouvait dans les limites définies par le constructeur.

Selon le manuel de vol du constructeur, en croisière à 5 000 ft, le régime moteur avec 75 % de puissance est égal à 2 560 tours/min. La montée normale s'effectue plein gaz entre 80 et 90 mph, avec les volets rentrés. La vitesse de meilleur taux de montée varie de 77 mph (au niveau de la mer) à 80 mph (à 10 000 ft). Si un obstacle nécessite l'utilisation d'un angle de montée plus fort, il convient d'utiliser la vitesse de meilleure pente qui varie de 66 mph (au niveau de la mer) à 71 mph (à 10 000 ft). La vitesse de décrochage de l'avion dans cette configuration est égale à 57 mph en vol rectiligne.

D'après le manuel de vol constructeur, dans les conditions de température du jour à l'altitude-pressure de 6 300 ft, le taux de montée maximum est d'environ 500 ft/min, en configuration lisse à la MTOW, plein gaz.

Le manuel de vol de l'avion indique que le régime maximal du moteur est de 2 800 tr/min et le plafond de l'avion est de 15 000 ft.

2.4 Exploitation des données des calculateurs

2.4.1 Téléphone portable du passager du Cirrus SR20

L'exploitation de la trajectoire issue de l'application SkyDemon installée sur le téléphone montre qu'entre l'entrée dans la vallée et le lieu de l'accident, le taux de montée moyen de l'avion était d'environ 550 ft/min. L'avion est monté suivant une pente de 5 à 6 %, alors que la pente moyenne du relief est d'environ 8 %. La vitesse sol moyenne calculée était d'environ 95 kt et a diminué à 80 kt quinze secondes avant l'impact, puis à 60 kt juste avant l'impact.

Le rayon de virage théorique de l'avion calculé à la vitesse de 95 kt et à 30° d'inclinaison est d'environ 425 m au niveau de la mer. À une altitude de 6 000 ft, il faut majorer cette valeur de 20 % soit un rayon d'environ 500 m.

L'analyse de l'environnement géographique montre que le rayon de virage théorique correspondant à la vitesse de vol de l'avion était compatible avec un demi-tour avant d'entrer dans la vallée puis à plusieurs reprises dans la vallée.

2.4.2 Tablette du passager avant du Cessna 172

L'exploitation de la trajectoire issue de l'application SkyDemon installée sur la tablette montre qu'entre l'entrée dans la vallée et le lieu de l'accident, le taux de montée moyen de l'avion était d'environ 500 ft/min, et la vitesse sol moyenne d'environ 83 mph (72 kt). L'avion est monté suivant une pente moyenne d'environ 7 %, alors que la pente moyenne du relief est d'environ 8 %.

Le rayon de virage de l'avion calculé à la vitesse de 83 mph et à 30° d'inclinaison est d'environ 240 m. À une altitude de 6 000 ft, il faut majorer cette valeur de 20 %, soit un rayon d'environ 300 m.

L'analyse de l'environnement géographique montre que le rayon de virage théorique correspondant à la vitesse de vol de l'avion était compatible avec un demi-tour avant de franchir la ligne électrique à l'entrée de la vallée, puis à plusieurs endroits dans la vallée.

2.5 Contexte du voyage et préparation du vol

Les occupants des deux avions faisaient partie d'un groupe à bord de dix-neuf avions, parti la veille de Bremgarten en Allemagne à destination de Gap-Tallard (05). Il s'agissait d'un voyage dans les Alpes organisé deux fois par an depuis 2002, puis une fois par an depuis 2012 par une association aéronautique allemande³.

Les pilotes du SR20 (voir § 2.6.1) avaient décollé de l'aérodrome de Münster-Osnabrück (Allemagne) et avait rejoint le groupe à Bremgarten. Sur le trajet, le groupe avait ensuite fait escale sur l'aérodrome de Bourg-en-Bresse (01). La veille du vol de l'accident, il avait rejoint dans l'après-midi l'aérodrome de Gap-Tallard, situé à 605 m d'altitude (1 985 ft).

Les pilotes du Cessna 172 (voir § 2.6.2) avaient décollé de Fribourg (Allemagne) et avaient avitaillé sur l'aérodrome de Sion (Suisse). Ils avaient ensuite survolé les Alpes et le Mont-Blanc, puis fait une escale sur l'aérodrome d'Annemasse (74) avant de rejoindre les autres avions sur l'aérodrome de Gap-Tallard.

Le matin du jour des accidents, les avions sont repartis en plusieurs groupes et ont atterri sur l'aérodrome de Mont-Dauphin - Saint-Crépin, situé à 1 620 ft d'altitude (903 m). Ils ont redécollé en direction de l'aérodrome de Barcelonnette-Saint-Pons, situé à 3 714 ft d'altitude (1 132 m), en passant par le col de Vars.

L'organisateur indique que les pilotes du SR20 avaient assisté à la réunion préparatoire⁴ générale effectuée en visioconférence depuis l'Allemagne, ainsi qu'au briefing le matin même. Un dossier de sécurité fournissant des informations générales et détaillant l'itinéraire depuis l'Allemagne jusqu'à l'aérodrome de Gap avait été envoyé à tous les participants. Il ne contenait aucune consigne ni

³ Luftfahrtverband Rheinland Pfalz (Association des sports aériens de Rhénanie-Palatinat).

⁴ Communément appelée briefing.

recommandation pour la suite des vols, en dehors de celles mentionnées dans les cartes VAC des aérodromes de Cannes, l'Alpe-d'Huez, Barcelonnette, Mont-Dauphin Saint-Crépin, Courchevel, Gap-Tallard, Bourg-en-Bresse et Carcassonne. La veille, après leur arrivée à Gap, les pilotes du SR20 avaient reçu un briefing individualisé. Le matin du jour des accidents, tous les pilotes du groupe ont assisté au briefing général du vol de la journée. La météorologie, les particularités du Col de Vars ainsi que les risques liés à la perte de l'horizon naturel en montagne avaient été abordés. L'organisateur explique que quatre ou cinq pilotes n'avaient jamais fait ce voyage, dont ceux du SR20. Il déclare avoir demandé aux deux occupants du SR20 de ne pas partir seuls dans ce secteur montagneux.

2.6 Informations sur les occupants des deux avions

2.6.1 Occupants du SR20

Le pilote et le passager sont copropriétaires de l'avion avec deux autres pilotes. C'est la première fois qu'ils participaient à ce voyage. Selon le passager, c'est le dixième vol qu'ils faisaient ensemble et ils ont participé ensemble en 2020 à un stage de vol alpin en Autriche en Robin DR400 et en Cessna 172. Ils changeaient de fonction à chacune des étapes. Le pilote aux commandes avait fait l'étape entre Bourg-en-Bresse et Gap et le passager celle jusqu'à Mont-Dauphin - Saint-Crépin. Ils expliquent que durant le briefing général, il avait été précisé de ne pas monter en se trouvant déjà dans le relief, mais plutôt prendre de l'altitude avant d'y évoluer ; de toujours se réserver la possibilité de faire demi-tour ; et que les pilotes avaient été alertés sur le vent et les turbulences dans les vallées, en particulier à proximité de Mont-Dauphin.

Le pilote, âgé de 66 ans, détient une licence de pilote d'avion PPL(A) depuis mars 2018. Il totalisait 237 heures de vol, dont 7 réalisées dans les Alpes en juillet 2020 sur Cessna 172. Il ne détient pas la qualification montagne⁵. Il a effectué son premier vol sur le D-EFCD le 19 mai 2021 et totalisait 15 h sur l'avion. Il n'a aucune expérience du vol en planeur et n'a jamais réalisé de vol de pente en milieu montagneux.

Le passager, âgé de 66 ans, détient une licence de pilote d'avion PPL(A) depuis août 2018. Il déclare qu'il ne détient pas la qualification vol montagne et que c'est la première fois qu'il volait dans la région. Il totalisait environ 215 heures de vol dont 30 sur le D-EFCD et environ 15 h dans les trois mois précédents.

2.6.2 Occupants du Cessna 172

Le pilote, âgé de 81 ans, détient d'après une mention manuscrite portée dans son carnet de vol, une licence de pilote privé d'avion depuis 1969. Il détient également une qualification d'instructeur FI(A) et depuis 2008, une qualification montagne « roues ». D'après son carnet de vol, il totalisait environ 4 510 heures de vol en qualité de pilote aux commandes et 8 h dans les trois mois précédents, dont 6 sur type. Il déclare totaliser plus de 1 000 h sur Cessna 172 et environ 60 heures de vol en montagne. Il indique avoir volé en planeur. Il connaissait les environs car c'est la quatrième fois qu'il participait à ce voyage. L'année précédente, il avait déjà survolé le col de Vars en suivant le même itinéraire, avec un avion de type KATANA DA20-C1.

⁵ Cette qualification n'est obligatoire que pour être habilité à utiliser les altisurfaces et les altiports. Elle n'est pas requise pour évoluer en milieu montagneux. Cette qualification n'était ainsi pas requise pour le vol entre Gap, Mont-Dauphin et Barcelonnette.

Le passager avant, âgé de 64 ans, détient une licence de pilote privé PPL(A) depuis 1992. Il totalisait 684 heures de vol et environ 27 h dans les trois mois précédents. Il n'est pas titulaire de la qualification montagne mais vole régulièrement en montagne, en Suisse. Il indique avoir piloté l'avion en place gauche jusqu'à Mont-Dauphin, guidé par l'instructeur. Il explique que les indications de celui-ci l'ont perturbé car il lui a conseillé de voler près du relief pour bénéficier des courants ascendants, et sur la partie droite de la vallée qui se trouvait à l'ombre, alors qu'il avait été indiqué lors du briefing, d'utiliser les versants ensoleillés. L'instructeur a repris les commandes et a volé très près du relief pour trouver des courants ascendants, mais sans succès. Après l'atterrissage à Mont-Dauphin, il n'a pas souhaité continuer à piloter et a laissé les commandes à l'instructeur. Ce changement n'avait pas été prévu lors du décollage de Gap-Tallard. Il indique qu'ils ont rencontré ponctuellement de fortes turbulences vers 13 h 30 entre Gap et Saint-Crépin mais pas durant le vol en direction du col de Vars.

La passagère arrière totalisait deux heures de vol et avait débuté la formation en vue d'obtenir la licence de pilote privé d'avion léger (LAPL) en juillet 2021.

2.7 Témoignages

2.7.1 Occupants du SR20

Le pilote indique que l'objectif du vol était de survoler le col de Vars puis l'aérodrome de Barcelonnette et ensuite de revenir atterrir sur l'aérodrome de Gap-Tallard. Il indique avoir décollé après les deux autres avions de son groupe et les avoir perdus de vue après le décollage. Peu de temps avant d'entrer dans la vallée, son attention a été attirée par la présence sur sa droite d'un des deux avions de son groupe. Cet avion était en montée, plus bas que lui, croisant sa trajectoire, et se dirigeait vers le versant ouest des pentes situées dans la vallée, probablement pour bénéficier des ascendances thermiques. Pour diminuer le risque de collision, le pilote du SR20 a décalé sa trajectoire un peu plus au centre de la vallée pour que l'autre pilote soit davantage en mesure de le voir. À ce moment-là, l'avion a rencontré des difficultés pour prendre de l'altitude. Le pilote a estimé que faire demi-tour par la droite était trop risqué car cela l'aurait amené à se rapprocher des versants est des pentes situées de l'autre côté de la vallée, et il craignait qu'il y ait des rabattants en raison du vent d'ouest. Il explique par ailleurs que la hauteur de l'avion était alors trop faible pour pouvoir utiliser le parachute de secours. Il a cherché à la fin du vol une option pour effectuer un atterrissage d'urgence et a vu sur sa droite une zone boisée. Il a jugé qu'une tentative d'atterrissage sur la cime des arbres était la seule option qu'il lui restait au regard de l'environnement. Le pilote ajoute qu'il a fait tout le vol en laissant un cran de volets sortis et qu'il n'a pas changé leur position de tout le vol.

Le passager indique que durant le briefing général avant le décollage de Gap, ils avaient été alertés sur le vent fort et les turbulences dans les vallées à proximité de Mont-Dauphin. Il déclare qu'ils avaient initialement prévu de revenir à Gap, mais, une fois à Mont-Dauphin, le pilote a changé d'avis pour suivre jusqu'à l'aérodrome de Barcelonnette les deux autres avions de leur groupe, parmi lesquels il y avait un instructeur. Le passager explique qu'avant le décollage, il avait suggéré de réaliser des cercles après le décollage pour prendre assez d'altitude ou de suivre le chemin le moins pénalisant dans la vallée. Environ deux minutes après le décollage, il a conseillé au pilote de voler plus près du relief et de quitter le centre de la vallée pour trouver des ascendances. Une minute plus tard, juste avant d'entrer dans la vallée, il a demandé au pilote de faire demi-tour en raison du relief devant eux. Le pilote n'ayant pas réagi, le passager a envisagé de reprendre les commandes, mais ne l'a pas fait. Ils ont ensuite rapidement rencontré des difficultés pour prendre de l'altitude en raison, selon-lui, de la diminution des performances de l'avion due à la densité de

l'air, à l'altitude et à l'aérologie. Il indique que le pilote volait dans la vallée avec un cran de volets sortis, proche de la vitesse de décrochage. Lorsqu'ils ont réalisé qu'ils ne franchiraient pas le col, il a suggéré au pilote de serrer le relief sur leur gauche et de se préparer à faire demi-tour au milieu de la vallée par la droite, alors que l'avion se trouvait à une hauteur de 300 ft. Le passager indique que le pilote n'a pas réagi et a verbalisé « qu'il n'aurait pas dû voler dans ces conditions ». L'avion a survolé des maisons à basse hauteur tandis que le pilote essayait de continuer à monter, puis il a viré à droite vers le relief qui semblait le moins pentu. Le pilote semblait très stressé et a hésité plusieurs secondes avant de virer de 90° vers la droite, puis à gauche. Le passager explique que la hauteur était trop faible pour utiliser le parachute de secours. Il explique que le pilote a ensuite tenté d'atterrir dans les arbres. Il se souvient qu'il y avait beaucoup de vent, surtout après le décollage. Il ajoute enfin qu'ils avaient hésité à avitailler moins de carburant mais que le gain en termes de taux de montée ne leur était pas apparu profitable par rapport au gain d'autonomie.

2.7.2 Occupants du Cessna 172

Le pilote explique qu'il avait prévu de monter à 8 000 ft (2 440 m) pour franchir le col, mais qu'il a constaté après le décollage, en se dirigeant vers l'entrée de la vallée, que l'avion ne montait pas en raison, selon lui, du vent. Il explique qu'il est entré dans la vallée à faible hauteur et que l'avion a immédiatement subi des rabattants, l'empêchant de prendre de l'altitude. Il pensait pouvoir exploiter des ascendances le long de la pente pour prendre de l'altitude, mais a constaté que l'avion ne montait pas assez vite. Il a eu l'impression que l'avion descendait. Sa préoccupation était de faire voler l'avion et d'éviter de se faire plaquer vers le sol. Il ajoute qu'il n'était ensuite pas possible de faire demi-tour et s'est préparé à faire « un atterrissage d'urgence ». Il a réduit la vitesse au maximum pour diminuer l'énergie et les conséquences de l'atterrissage pour les occupants. Il se souvient avoir atterri à 50 mph avec les volets rentrés volontairement, car il y avait trop de vent et il craignait de décrocher.

Les deux passagers se souviennent avoir survolé à seulement quelques dizaines de mètres de hauteur un pylône d'une ligne électrique, au moment d'entrer dans la vallée.

Le passager en place avant indique que le pilote est monté dans la vallée à une vitesse indiquée d'environ 80 mph (70 kt), ce qui correspond à la vitesse de meilleur taux de montée avec les volets rentrés, et que le compte-tours indiquait selon lui 2 600 tours/min. Voyant que l'avion ne montait pas assez vite, il a fait part de son inquiétude au pilote qui lui a répondu de ne pas s'inquiéter et qu'ils allaient monter. Le passager avant a considéré que le pilote qui était instructeur savait ce qu'il faisait. Il précise que lors du briefing effectué le matin avant le vol, le responsable du voyage avait recommandé de ne jamais entrer dans une vallée étroite à faible hauteur et de faire demi-tour avant qu'il ne soit trop tard. Il ajoute que durant le trajet entre Sion et Annemasse, lors du franchissement des Alpes, c'est lui qui pilotait et qu'il était parvenu à monter à 13 800 ft d'altitude.

La passagère arrière a fait part de sa vive inquiétude aux deux autres occupants, compte-tenu de la proximité de l'avion avec le relief, et leur a demandé de remonter. Elle explique que le pilote n'a pas prévenu les passagers de son intention de réaliser un atterrissage d'urgence.

2.8 La navigation en région montagneuse⁶

2.8.1 L'absence de matérialisation de l'horizon

Le guide rappelle que la conduite des trajectoires est souvent dégradée par l'environnement montagneux, en particulier chez le pilote non éduqué, pour qui les perceptions sensorielles sont faussées par la présence du relief et peuvent se traduire par des actions de pilotage mal adaptées. En effet, la ligne d'horizon étant souvent absente, cela engendre une perception difficile de la notion de vol en palier. Face à une paroi, le pilote peut alors tirer inconsciemment sur le manche, ce qui le conduit souvent à suivre une trajectoire parallèle au sol, lors du survol de reliefs en pente douce. Les pentes étant en général plus fortes que le taux de montée de l'avion, la vitesse va diminuer progressivement sans perception immédiate. Un contrôle fréquent du variomètre et de l'anémomètre est indispensable pour détecter les variations de trajectoires, en particulier dans le plan vertical.

2.8.2 Les performances du moteur en altitude

Selon le guide, la densité de l'air⁷ est la grandeur fondamentale à utiliser pour évaluer les performances de l'avion avec l'altitude. Le guide précise qu'un moteur à pistons atmosphérique perd environ 10 % de sa puissance par 3 000 ft d'augmentation d'altitude. Il est recommandé avant de s'engager dans le relief, de connaître parfaitement les performances de l'avion aux altitudes-densité d'évolution envisagées.

2.8.3 La navigation dans le relief

Le guide indique « *qu'en avion léger, la puissance et le taux de montée sont trop faibles pour passer rapidement au-dessus des sommets. La navigation s'effectue essentiellement par cheminement et souvent à proximité du relief, dans un milieu parfois hostile et avec des conditions de vol qui peuvent évoluer rapidement.* »

Le guide précise que « *à chaque instant, la trajectoire est choisie pour pouvoir effectuer un demi-tour en toute sécurité. Pour cela, il faut se souvenir que le rayon de virage augmente avec l'altitude⁸ (+20 % à 6 000 ft et +40 % à 11 000 ft). Aussi, pour bénéficier de tout l'espace disponible, il ne faut pas voler au milieu de la vallée, mais serrer la pente du côté le plus favorable en fonction de l'aérologie du jour.* »

2.8.4 Le passage d'un col ou d'une crête

Le guide indique en outre que « *même si le pilote n'a pas détecté de vent ou de turbulence significatifs au cours du vol, le franchissement s'effectuera avec précaution, toujours en oblique et avec une marge d'altitude⁹. En vue d'un col, l'altitude de croisière est suffisante pour le franchissement si le relief en arrière-plan semble monter derrière l'obstacle, lorsque l'avion se rapproche en palier.* »

⁶ Extraits du guide *Le vol en montagne expliqué au pilote*, 3^{ème} éd., Éditions Cépaduès.

⁷ Rapport entre la masse volumique de l'air dans les conditions considérées et la masse volumique dans les conditions standard (1 013 hPa et +15 °C).

⁸ Pour une même vitesse indiquée et une même inclinaison.

⁹ Si le plafond météorologique le permet, il est recommandé de prendre une marge d'altitude, environ 1 000 ft, voire plus si le vent est fort.

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 voyage en région montagneuse, les pilotes effectuaient une navigation circulaire depuis Gap-Tallard en passant par l'aérodrome de Mont-Dauphin - Saint-Crépin puis l'aérodrome de Barcelonnette-Saint-Pons via le col de Vars. Les avions se sont succédé en plusieurs groupes dans l'après-midi sur le parcours.

Après une escale sur l'aérodrome de Mont-Dauphin - Saint-Crépin, les pilotes du SR20 et du FR172 ont redécollé à trois heures d'intervalle et sont, chacun, entrés dans la vallée montant vers le col de Vars à une hauteur trop faible. Les performances des deux avions, au regard de leur masse, de l'altitude de vol et des conditions météorologiques du jour, étaient en effet insuffisantes pour franchir le col, compte-tenu de la hauteur à laquelle chacun des deux avions est entré dans la vallée.

Selon le pilote du SR20, il s'est rapproché du centre de la vallée pour s'écarter d'un autre avion qui se trouvait plus bas que lui. Il a ensuite rencontré des difficultés pour prendre de l'altitude. Le pilote a réalisé tardivement qu'il ne parviendrait pas à passer le col. Le passager a demandé à plusieurs reprises au pilote de faire demi-tour par la droite, et celui-ci n'a pas réagi car il craignait de se rapprocher du relief et de subir des rabattants à proximité du versant est des pentes situées de l'autre côté de la vallée. Lorsqu'il a réalisé qu'il ne franchirait pas le col de Vars, le pilote a cherché un site propice à un atterrissage d'urgence. Il a identifié une zone boisée sur sa droite, qu'il a considéré comme sa seule option au regard de l'environnement, et a tenté d'atterrir sur la cime des arbres.

Lorsque le pilote du Cessna 172 est entré dans la vallée, il a pensé que l'avion ne montait pas sous l'effet de vents rabattants. Il a ensuite pensé pouvoir exploiter des ascendances le long de la pente pour prendre de l'altitude, mais a été surpris que l'avion ne monte pas assez vite. Quand il a réalisé qu'il n'avait plus aucune option pour continuer le vol, il a alors bifurqué dans une autre direction, à mi-chemin du col de Vars puis a décidé d'interrompre le vol pour atterrir dans une prairie qui lui a semblé adéquate.

L'enquête n'a pas pu déterminer la raison pour laquelle chacun des deux pilotes n'a pas pris plus d'altitude, ou n'a pas fait demi-tour avant de s'engager dans la vallée.

Facteurs contributifs à l'accident du Cirrus SR20

Ont pu contribuer à la collision avec la végétation lors de l'atterrissage d'urgence :

- une préparation du vol insuffisante, amenant à une sous-estimation de la diminution des performances de l'avion liée à l'altitude, la température et la masse élevées ;
- la faible expérience du pilote et du passager du vol en montagne et leur maîtrise insuffisante des particularités associées à ce type de vol ;
- un effet de groupe qui a pu avoir un impact sur la décision du pilote du SR20 de suivre les autres avions, malgré sa faible expérience du vol en montagne.

Facteurs contributifs à l'accident du Cessna FR172

Ont pu contribuer à la collision avec le relief au cours de l'atterrissage d'urgence dans la pente :

- une préparation du vol insuffisante, amenant à une sous-estimation de la diminution des performances de l'avion liée à l'altitude, la température et la masse élevées ;
- la surestimation par le pilote de l'effet des ascendances dans la vallée pour monter et franchir le col ;
- la faible expérience récente en vol montagne du pilote.

Mesures prises depuis l'accident

L'organisateur du voyage propose dorénavant aux pilotes participant une formation théorique et pratique d'une semaine au sein de son organisme de formation durant laquelle sont abordées les spécificités du vol en montagne.

Enseignements de sécurité

Vol dans les vallées

En montagne, le pilotage des avions est délicat, notamment du fait de la disparition progressive de l'horizon naturel et de la proximité du relief et des obstacles naturels. Dans ces conditions, la décision de faire demi-tour peut être rendue difficile pour des pilotes non-entraînés au vol en montagne. En particulier en cas d'absence ou de faible expérience récente, un pilote qui ne pratique pas régulièrement va perdre ses réflexes.

Si aucune formation n'est imposée par la réglementation pour voler dans les vallées, un pilote s'exposera néanmoins à de nombreux dangers s'il n'a pas été sensibilisé par un instructeur montagne aux spécificités du vol dans cet environnement.

En montagne, l'aérologie est souvent vue à tort comme le principal danger, au détriment de la formation. Or, si l'aérologie peut effectivement être contributive à un accident, elle ne représente souvent qu'un facteur secondaire. 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.

Deux règles pratiques intitulées « [Pilote de plaine et vol en montagne](#) » et « [Performances de montée & vol en montagne](#) » destinées aux pilotes ont été éditées en décembre 2021 et en juin 2022 par la Fédération Française Aéronautique (FFA). L'objectif de ces règles est d'informer les pilotes des principaux dangers en cas de vol en montagne.

Par ailleurs, la FFA a également développé un quiz intitulé « *PETITE VIRÉE EN MONTAGNE* » qui permet aux pilotes d'évaluer leurs connaissances et d'échanger avec leurs instructeurs avant d'entreprendre un vol en montagne.

Organisation et encadrement des voyages par les aéroclubs

L'évaluation précise préalable par les organisateurs du niveau de pilotage de chacun des participants est primordiale car elle permet d'identifier d'éventuels risques spécifiques aux vols envisagés, mais aussi d'éventuels risques liés au fonctionnement collectif, en particulier ceux liés à l'effet de groupe. La prise en compte de ces risques pourrait amener à mieux tenir compte de l'expérience de vol des pilotes et à définir dès le départ des critères de renoncement.

Parmi les thèmes identifiés au travers des rapports publiés en 2021 relatifs à des accidents d'avions légers¹⁰, la problématique de la dynamique du groupe lors d'une sortie club a été mise en avant. La FFA a publié le 1^{er} juin 2021 à l'attention des dirigeants des aéroclubs, la fiche pratique intitulée « [Sorties club](#) » relative à la sécurité dans le cadre des sorties de groupe, pour les aider à encadrer efficacement cette activité.

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.

¹⁰ [Enseignements de sécurité – Avions légers 2021](#).