

Accident du Cessna 172 immatriculé D-EFZF

survenu le 31 mai 2019
à Tours Val de Loire (37)

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

Heure	Vers 13 h 50 ⁽¹⁾
Exploitant	Privé
Nature du vol	Navigation
Personne à bord	Pilote et un passager
Conséquences et dommages	Avion détruit

Perte de contrôle en remise de gaz, collision avec le sol

1 - DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages des personnes à bord et d'une vidéo de l'événement provenant de la caméra accrochée au bout de l'aile droite de l'avion.

Le vol du C172 D-EFZF s'inscrit dans le cadre d'un voyage à trois avions sur plusieurs jours entre l'Allemagne et la France. Le pilote (positionné en place gauche) et le passager, propriétaire de l'avion (assis en place droite), décollent de l'aérodrome de Dijon Longvic (21) aux alentours de midi pour un vol à destination de l'aérodrome de Tours Val de Loire (37).

Lors de la finale pour l'atterrissage sur la piste 20 à Tours⁽²⁾, le pilote configure l'avion avec 30° de volets et il indique adopter une vitesse d'environ 70 kt, régime moteur plein réduit. Pendant l'arrondi et avant le touché des roues, la puissance moteur est légèrement augmentée pendant quelques secondes (point 1 de la Figure 1). Le pilote effectue ensuite une remise de gaz (point 2 de la Figure 1).

⁽²⁾ Piste revêtue de
2 404 m de long
pour 45 m de large,
équipée d'un PAPI à
3.0° pour le QFU 195.

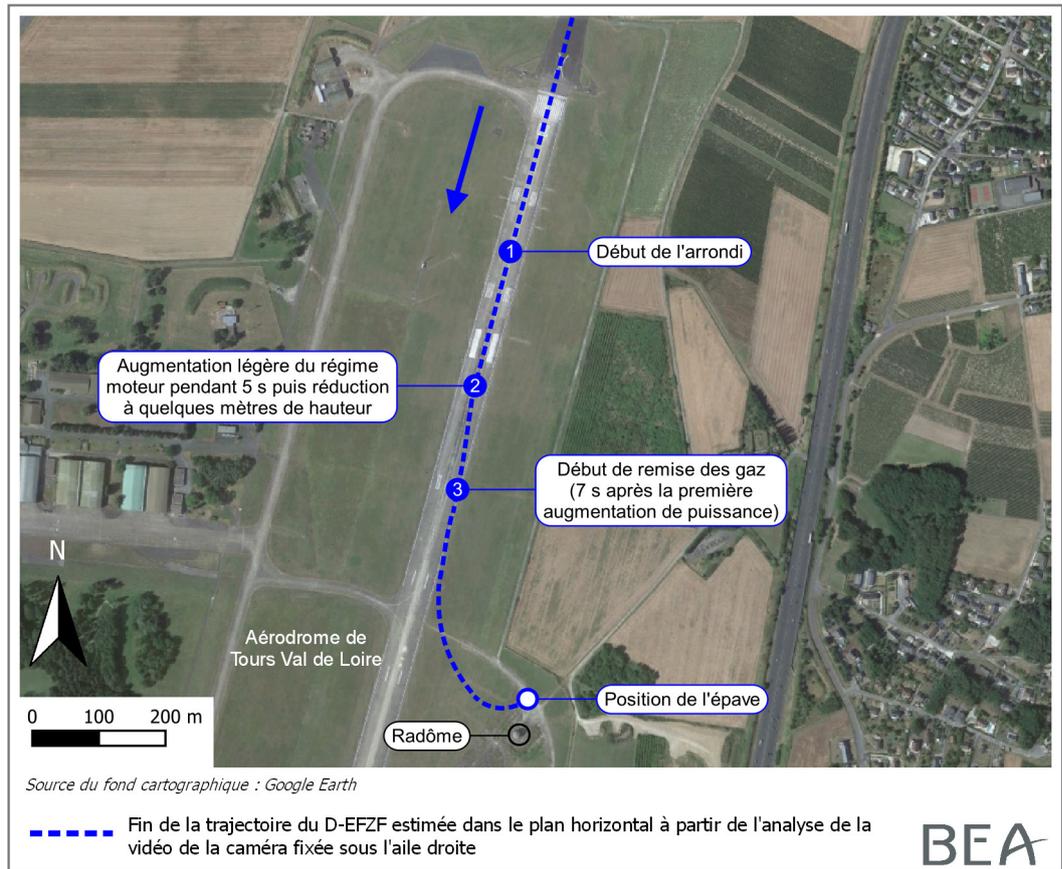


Figure 1 : trajectoire du D-EFZF estimée à partir de l'analyse de la vidéo

L'avion vire à gauche quasiment sans prise d'altitude, décroche à faible hauteur, puis entre en collision avec le sol dans l'enceinte de l'aérodrome à proximité d'un radôme⁽³⁾ (voir site de l'accident en Figure 2).

⁽³⁾ Dôme protégeant un radar.



Source : propriétaire de l'avion

Figure 2 : site de l'accident

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Informations sur le pilote et témoignage

Le jour de l'accident, le pilote de nationalité allemande et âgé de 59 ans, était titulaire d'une licence de pilote privé avion délivrée en septembre 1987. Il indique qu'il totalisait 367 heures de vol, dont 107 sur type. Dans les trois mois précédant l'accident, il totalisait quatre heures de vol, toutes sur type.

Les informations suivantes sont issues du témoignage du pilote :

Il explique qu'il a rencontré le propriétaire de l'avion quelques mois auparavant mais qu'ils n'avaient jamais volé ensemble avant ce voyage. Cette sortie sur trois jours se déroulant en plusieurs étapes, ils ont alterné la fonction de commandant de bord (CDB) de l'avion. La veille de l'accident, le pilote a effectué une des branches de vol en Allemagne en tant que CDB. Le jour de l'accident, il a repris le rôle de CDB pour effectuer le vol Dijon-Tours en place gauche pendant que le propriétaire assurait les communications radio en place droite. Il précise qu'il faisait chaud, que les conditions météorologiques étaient bonnes⁽⁴⁾ et que le vol s'est déroulé sans difficulté jusqu'à Tours.

En finale pour la piste 20 de l'aérodrome de Tours, il indique avoir stabilisé la vitesse à 70 kt avec les volets configurés en position atterrissage à 30°. Il ajoute qu'après l'arrondi et malgré la réduction de la puissance, il a eu l'impression que l'avion volait au-dessus de la piste sans toucher le sol, comme s'il flottait sur un coussin d'air chaud. Pour lui, cet effet a été causé par la température élevée de l'air juste au-dessus de la piste revêtue chauffée par le soleil. Il a alors décidé d'interrompre l'atterrissage et a remis la pleine puissance. Au même moment, le passager lui a annoncé « *remise des gaz* ». Il estime sa vitesse à environ 65 kt et la longueur de piste disponible à 1 500 m.

L'intention du pilote était alors la suivante : prendre de la vitesse au-dessus de la piste avant d'effectuer la rentrée progressive des volets. Quelques secondes après la remise de gaz, il a perçu une variation d'assiette à cabrer et il a poussé le volant pour garder une attitude de palier d'accélération. Alors que l'effort aux commandes pour éviter que l'avion ne monte était de plus en plus important, il a perçu un virage à gauche et s'est rendu compte qu'il n'était plus au-dessus de la piste. Il ne se rappelle plus s'il avait rentré les volets.

Le pilote s'est aperçu que le passager tenait également les commandes. Surpris, il a arrêté de pousser sur le volant et d'agir sur les palonniers, se disant que le passager, propriétaire de l'aéronef et plus expérimenté que lui, voulait effectuer la manœuvre lui-même. Il a pensé que le propriétaire voulait peut-être virer rapidement à gauche pour rejoindre le circuit d'aérodrome. Il a alors accompagné passivement le mouvement au volant sans s'y opposer.

L'assiette à cabrer et l'inclinaison à gauche augmentant toujours, le pilote s'est ensuite posé la question d'intervenir en opposition sur les commandes. Il y a renoncé au vu du risque d'entrer en collision avec le sol étant donné la faible hauteur.

Il indique qu'en s'apercevant que la vitesse diminuait, il a crié au propriétaire d'arrêter de tirer car ils perdaient de la vitesse mais n'a pas obtenu de réaction de sa part. L'avion a soudainement basculé sur la gauche et est entré en collision avec le sol.

⁽⁴⁾ Le METAR enregistré à 12 h 00 UTC à Tours Val de Loire indique notamment un vent variable pour 4 kt, une température de 23 °C et une visibilité supérieure à 10 km.

Les deux occupants étant indemnes, ils ont évacué l'avion et ont constaté que les volets étaient rentrés. Le pilote ne se souvient pas s'il les a effectivement rentrés pendant la remise de gaz et se demande s'ils n'ont pas été rentrés par inadvertance lors de l'évacuation de l'avion.

Il précise que lors du briefing effectué avant le début du voyage, le propriétaire et lui se sont accordés sur le fait que si le propriétaire devait reprendre les commandes de l'avion, alors il devait l'annoncer en utilisant une phraséologie définie à l'avance. Il n'a pas entendu cette annonce lors du vol de l'événement.

Pour lui, l'avion n'a pas eu de problème technique. Il ne se souvient pas avoir touché au trim pendant la remise de gaz.

2.2 Informations sur le passager propriétaire de l'avion et témoignage

Le jour de l'accident, le passager de nationalité allemande et âgé de 59 ans, était titulaire d'une licence de pilote privé avion. Il indique qu'il totalisait 1 228 heures de vol, dont 1 132 sur type. Dans les trois mois précédant l'accident, il totalisait neuf heures de vol, toutes sur type. Il était le propriétaire de l'avion.

Les informations suivantes sont issues du témoignage du passager :

Il explique que la planification des deux vols de la journée a été faite le matin. Sur le premier vol (vol de l'accident), de l'aérodrome de Dijon vers l'aérodrome de Tours, il était passager et il assurait les communications radio et la navigation à l'aide de sa tablette électronique. Il avait reculé son siège de manière à être plus confortable du fait de sa grande taille. Il indique qu'il pouvait utiliser la tablette accrochée sur le volant sans être toutefois en position d'agir pleinement sur les commandes, par exemple il ne pouvait toucher les palonniers avec ses pieds. Il explique que jusqu'à l'approche vers l'aérodrome de Tours, le vol s'est passé sans difficulté avec des conditions météorologiques favorables.

Il indique avoir trouvé que l'avion était trop haut lors de l'arrondi et il a alors annoncé « *power – stabilize* ». Voyant que l'avion ne se stabilisait pas pour l'atterrissage, il a demandé au pilote de remettre les gaz. Il a perçu l'augmentation de puissance et la variation d'assiette à cabrer de l'avion, mais ne sait pas si le pilote avait appliqué les pleins gaz.

Quelques instants plus tard, l'assiette a augmenté, l'avion s'est incliné et a viré sur la gauche. Il indique qu'il ne pouvait reprendre les commandes de l'avion car il était trop loin de celles-ci. Il a donc laissé le pilote continuer la manœuvre et est resté silencieux jusqu'au dernier moment. Il précise qu'il n'est pas intervenu sur les commandes, sauf à la toute fin où il a néanmoins tenté de pousser le volant pour abaisser le nez de l'avion. Il n'a pas ressenti de résistance dans les commandes ni entendu de réaction de la part du pilote.

Le propriétaire de l'avion indique que dans le cas où un second pilote qualifié est assis en place droite, celui-ci devrait être préparé à reprendre les commandes à tout moment, et que son siège devrait être ajusté en conséquence, ce qui n'était pas son cas lors du vol de l'accident.

Enfin, il s'oppose à la version du pilote indiquant qu'il a repris les commandes pendant la remise de gaz, sauf sur la toute fin juste avant le décrochage avec ses actions au volant.

⁽⁵⁾ Au vu de l'aspect opérationnel de l'accident, le BEA n'a pas effectué un examen de l'épave.

⁽⁶⁾ Supplemental Type Certificate (Document, délivré par l'autorité de certification, autorisant une modification d'un aéronef ou d'un équipement d'aéronef).

2.3 Informations sur l'aéronef

L'avion accidenté⁽⁵⁾ est un Cessna 172 modèle N qui a reçu les modifications du modèle P (évolution du moteur pour un Lycoming O-320-D2J de 160 ch et limitation à 30° maximum de volet notamment) par STC⁽⁶⁾. L'hélice tourne dans le sens horaire vue depuis le poste de pilotage.

Il était équipé d'une caméra accrochée au bout de l'aile droite, installation également approuvée par STC.

Les vitesses d'atterrissage du manuel de vol et de la check-list à bord de l'avion sont les suivantes :

- 60 à 70 kt volets rentrés ;
- 55 à 65 kt volets baissés.

2.4 Étude de la caméra

Les données de la caméra accrochée au bout de l'aile droite ont été analysées au BEA. Un des films correspond à l'atterrissage où se produit l'accident. Son analyse a permis d'établir la trajectoire de la Figure 1. La caméra, filmant uniquement l'extérieur, ne permet pas de voir les actions des personnes dans le poste de pilotage.

Les résultats de l'analyse des images et de la bande audio sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Temps	Commentaires
T0	L'avion est établi en finale à une distance d'environ 700 m du seuil de piste 20 pour une hauteur de 100 m environ. Quatre lampes blanches sont visibles au PAPI ⁽⁷⁾ , la pente d'approche de l'avion est d'environ 5° (9 %). Le régime moteur est de l'ordre de 1 500 tr/min.
T0 + 22 s	Franchissement du seuil de piste à environ 25 m de hauteur. Une lampe rouge au PAPI. Une deuxième lampe rouge s'allume environ une seconde plus tard, suivi d'une troisième lampe rouge encore une seconde après.
T0 + 30 s	Début de l'arrondi.
T0 + 34 s	Passage de l'avion au travers du PAPI.
T0 + 37 s	Augmentation légère du régime moteur pendant cinq secondes puis réduction à quelques mètres de hauteur.
T0 + 44 s	Mise en puissance et début de remise des gaz.
T0 + 49 s	Trajectoire qui incurve à gauche. Angle d'inclinaison à gauche qui augmente et faible prise de hauteur.
T0 + 58 s	Forte inclinaison à gauche à faible hauteur (voir Figure 3).
T0 + 1 min 02 s (soit 18 s après la remise des gaz)	Forte inclinaison à gauche, décrochage et impact avec le sol.
T0 + 1 min 06 s	Bruit similaire à la rétraction des volets pendant six secondes environ.

Source : BEA

Tableau 1 : chronologie de la séquence asée sur l'étude de la vidéo

⁽⁷⁾ Indicateur de pente d'approche. Celui de l'aérodrome de Tours Val de Loire est calé pour un plan standard à 3.0° (5.2 %) et situé à une distance de 370 m du seuil de piste.



Figure 3 : extrait de la vidéo à T0 + 58 s

2.5 Phénomènes liés à une augmentation de puissance sur un monomoteur

Les phénomènes liés à une augmentation de puissance sur un monomoteur peuvent être synthétisés avec les éléments suivants :

<p>Augmentation du souffle hélicoïdal (flux d'air créé par l'hélice tournant ici dans le sens horaire) qui vient s'enrouler autour de la structure. Ce flux crée une dissymétrie de l'écoulement de l'air sur les surfaces aérodynamiques. Cet effet, provoque un lacet et un roulis induits à gauche.</p>	<p>Figure 1 : Effets du souffle hélicoïdal (Source : http://users.skynet.be/sky92472/Ltt.htm)</p>
<p>Augmentation du couple de renversement (la rotation du moteur induit un mouvement de réaction en rotation de la cellule dans l'autre sens).</p>	
<p>En général, augmentation du couple cabreur du moteur (la modification du flux d'air sur le plan horizontal entraîne un moment à cabrer).</p>	

Tableau 2 : effets liés à une augmentation de puissance sur un monomoteur

Ainsi lors d'une augmentation de puissance, l'avion se cabre et pour une hélice qui tourne à droite, s'incline à gauche et dérape à droite.

Certains de ces effets peuvent apparaître de manière amplifiée lors de forte variation du régime moteur avec une vitesse faible, notamment dans le cas d'une remise de gaz. Ils sont cependant aisément contrôlables en utilisant les commandes de roulis, tangage et lacet au bon moment afin de maintenir l'attitude et la trajectoire de l'avion.

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

L'angle du plan de descente du C172 était élevé en finale pour la piste 20 de l'aérodrome de Tours Val de Loire. L'arrondi était long et une légère augmentation temporaire de puissance a été effectuée. À ce stade et notamment au vu de la longueur de piste disponible, la poursuite de l'atterrissage était encore envisageable. Cependant, considérant que l'avion était toujours trop haut par rapport à la piste, le propriétaire a alors demandé au pilote assis en place gauche de remettre les gaz. Ce dernier avait au même moment débuté l'interruption de l'atterrissage en appliquant toute la puissance moteur.

Les témoignages montrent que la situation était confuse dans le cockpit et que les deux personnes ont chacune pensé que l'autre était aux commandes, sans qu'aucune d'entre elles ne pilote effectivement l'avion. La situation n'a pas été clarifiée par les occupants. La procédure de remise des gaz a été partiellement appliquée. Seule l'action sur la commande de puissance a été réalisée. Le contrôle de la trajectoire, la gestion des effets moteur et la rentrée des volets n'ont pas été effectués.

À la suite de la remise des gaz, les effets moteur liés à l'augmentation de puissance se sont faits sentir sur l'avion. Ce dernier a commencé à virer à gauche avec une assiette légèrement à cabrer. L'avion a décroché et il est entré en collision avec le sol, à proximité d'un radôme.

Facteurs contributifs

Ont pu contribuer à la confusion concernant la personne aux commandes de l'avion lors de cette phase dynamique :

- l'absence de clarification sur le rôle de chacun pendant la réalisation de la remise de gaz ;
- le gradient d'autorité inversé entre le pilote aux commandes et le passager en place droite, propriétaire de l'avion possédant une expérience plus importante que le premier.