



Accident survenu à l'ULM¹ multiaxes Aéroservices Guépy 582
identifié **25AAG**
le mardi 28 mai 2024
à Thise (25)

Heure	Vers 16 h 15 ²
Exploitant	Privé
Nature du vol	Local
Personne à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Pilote décédé, ULM détruit

**Diminution de puissance du moteur en montée initiale,
perte de contrôle en virage, collision avec le sol**

1 DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages³.

Le pilote décolle de la piste 24R de l'aérodrome de Besançon - Thise vers 16 h 10. Plusieurs témoins au sol voient l'ULM dévier sur la gauche en montée initiale, puis revenir vers l'axe de piste et le longer. Ils indiquent avoir entendu des variations de régime moteur. La hauteur de vol de l'ULM ne dépasse pas 50 m selon eux.

Le pilote vire ensuite à droite, vers le nord. Les témoins entendent à nouveau des variations de régime moteur. Ils indiqueront que le vol leur a semblé lent. L'ULM se retrouve au-dessus d'un pré bordé d'une rangée d'arbres. Selon les témoins, l'ULM a une forte assiette à cabrer et évolue à faible hauteur. Ils voient alors le pilote entamer un virage par la droite puis l'ULM basculer sur la droite et plonger jusqu'à la collision avec le sol.

¹ Le glossaire des abréviations et sigles fréquemment utilisés par le BEA est disponible sur son [site Internet](#).

² Les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure locale.

³ Un calculateur GNSS portable (Garmin GPSMAP196) a été retrouvé dans l'épave. L'enregistrement s'est interrompu avant l'accident, dès la fin du roulage.

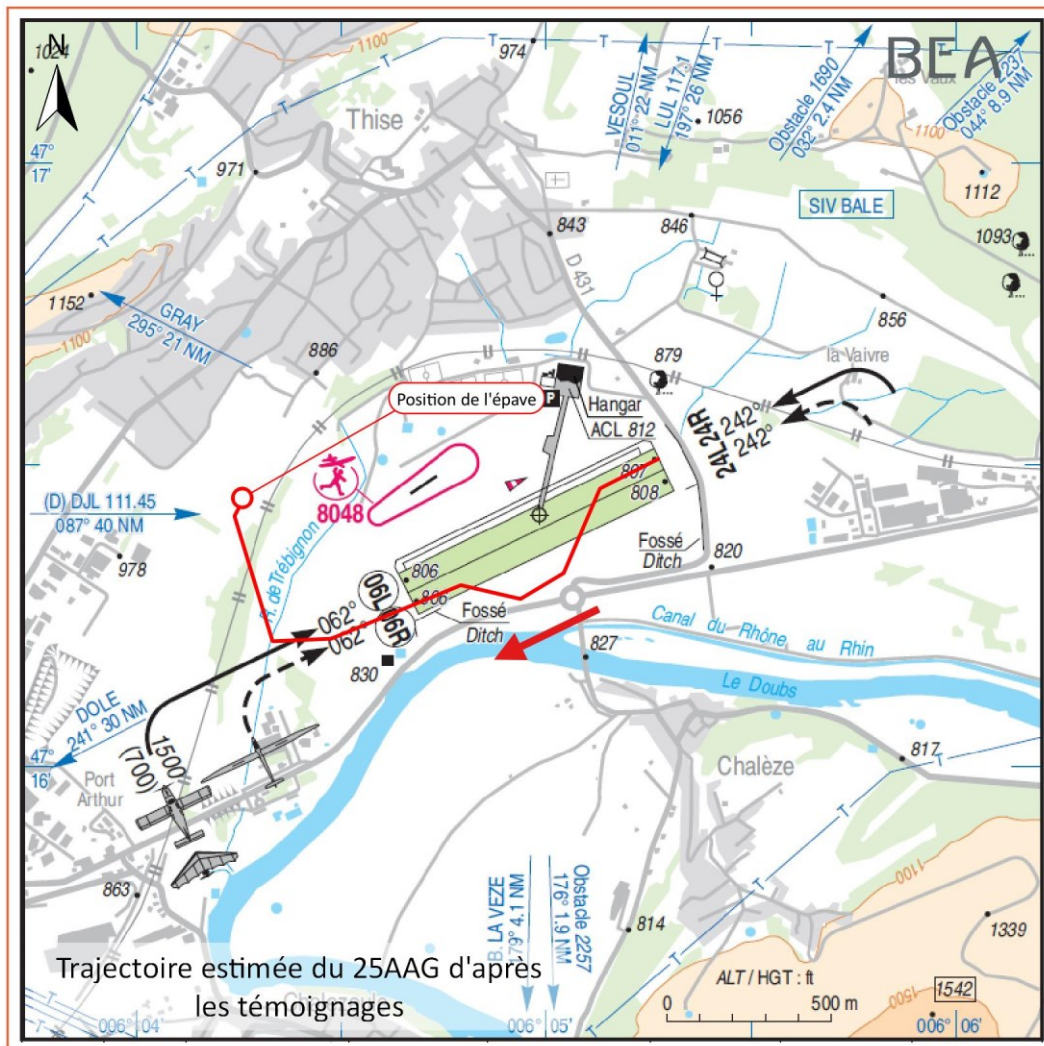


Figure 1 : trajectoire décrite par les témoins et position de l'épave du 25AAG
(Source : SIA, annotations BEA)

2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome de Besançon - Thise dispose de deux pistes parallèles 06L/24R et 06R/24L, non revêtues. L'altitude de référence est de 246 m (807 ft). La piste 24R, utilisée par le pilote, a pour dimensions 875 m x 66. Pour les deux pistes, le circuit d'aérodrome s'effectue au sud.

2.2 Renseignements sur l'ULM Aéroservices Guépy 582

L'ULM Aéroservices Guépy 582 est un aéronef biplace trois axes à ailes hautes, équipé d'un moteur bicylindre deux-temps Rotax 582. La structure du fuselage est composée d'un treillis tubulaire entoilé et l'aile est en bois et toile, renforcée de tubes métalliques.

2.3 Renseignement sur le pilote

Le pilote, âgé de 60 ans, était titulaire d'un brevet de pilote ULM depuis 2013. Il était propriétaire du 25AAG depuis 2011. Selon son carnet de vol, le pilote totalisait 120 heures de vol, dont une trentaine en double commande réalisées entre 2009 et 2011 pour sa formation. Le dernier vol du pilote remontait à février 2023. Le pilote était membre de l'association ULM « Les lépidoptères », basée sur l'aérodrome de Besançon - Thise.

Le pilote n'avait pas volé l'année précédant le vol de l'accident en raison de travaux d'entretien sur l'ULM (voir § 2.7). Le pilote, licencié à la FFPLUM, n'avait pas sollicité le dispositif [Remise En Vol](#) pour ce vol de reprise.

2.4 Témoignages

Un membre de l'association ULM « Les lépidoptères » était présent sur l'aérodrome avant le vol. Il précise qu'il a vu le pilote sortir un bidon de dix litres de carburant et faire son mélange huile-essence. Il a également aidé le pilote à connecter la tringlerie du compensateur de profondeur, car elle était connectée à l'envers selon le pilote. Un peu plus tard, le pilote lui a montré que le manche interférait avec la radio VHF qu'il avait installée sur la planche de bord. Le manche ne pouvait ainsi pas commander le plein débattement à piquer. Selon le témoin, cela était également susceptible d'interférer sur le débattement en roulis⁴ de l'ULM.

Plusieurs témoins ont vu ensuite le pilote faire un point fixe moteur sur le parking. Ils estiment que lors de ces essais, le moteur n'était pas sollicité à sa pleine puissance, à moins de la moitié selon l'un des témoins. Ils n'ont pas remarqué de dysfonctionnement apparent à ce moment-là.

Plusieurs témoins expliquent que, lors du décollage, la trajectoire de l'ULM n'était pas habituelle : ils décrivent un écart franc de la trajectoire vers la gauche, puis un retour vers l'axe de la piste avec des variations de régime moteur. Ils ne savent pas si ces variations étaient commandées ou subies. Le pilote a ensuite viré à droite et a croisé l'axe de la piste. Les témoins ont entendu de nouvelles variations du régime moteur. Selon plusieurs de ces témoins, l'ULM a décroché⁵ lors du virage à droite, avec une forte assiette à cabrer, au-dessus des arbres et face à la pente et la ville de Thise.

Selon les témoins, les conditions météorologiques étaient favorables au vol à vue et le vent était calme. L'épouse du pilote indique qu'il avait programmé son vol ce jour-là, car c'était le seul jour de beau temps du moment.

2.5 Renseignements sur le site et l'épave

L'épave se situe dans un pré à une altitude de 274 m (900 ft), à 525 m de l'extrémité de la piste 24R. Ce pré présente une pente montante. En contrebas, une rangée d'arbres d'une quinzaine de mètres de hauteur, le long d'une voie ferrée, borde le pré.

Aucune trace dans la végétation ou au sol n'a été observée aux abords de l'épave.

L'ULM est entré en collision avec le sol avec une assiette à piquer proche de 90°. L'ensemble des dommages observés est consécutif à la collision avec le sol.

⁴ Le manuel d'utilisation de l'ULM demande de vérifier que les commandes sont libres et dans le bon sens dans sa section « Actions vitales » avant la section « Décollage ».

⁵ L'ULM n'est pas doté d'un avertisseur de décrochage.



Figure 2 : épave du 25AAG (Source : BEA)

Le manche était cassé et son débattement n'a pas pu être vérifié⁶. Les commandes de tangage, de lacet et de roulis étaient continues, avec des montages nominaux. La commande du compensateur de profondeur, commande qui n'existe pas d'origine sur cet ULM, a été retrouvée dans une position proche du neutre, mais inversée par rapport aux effets attendus sur la gouverne de profondeur.

Les réservoirs contenaient au moins une quinzaine de litres de carburant, quantité observée lors de l'examen de l'épave. Du carburant s'était écoulé par une durite déconnectée, sur le site de l'accident.

Enfin, des examens sur la structure de l'aile ont mis en évidence une faible cohésion toile/bois au niveau de l'intrados des deux ailes, sans qu'il soit possible de déterminer si certaines zones ont pu se décoller en vol.

2.6 Examens complémentaires

2.6.1 Examen du moteur

L'ensemble du groupe motopropulseur a été prélevé et examiné par le BEA. Malgré d'importants dommages externes liés à l'accident, le moteur était libre en rotation. Le circuit d'allumage et la pompe électrique, testés pendant les examens, étaient fonctionnels.

Les pistons et cylindres du moteur ne présentaient pas de trace de serrage, mais une usure générale. Le piston arrière avait été remplacé et son cylindre réalésé (voir § 2.7). Le piston avant était d'origine. Les deux pistons étaient hors tolérance, par rapport aux diamètres spécifiés dans la documentation du constructeur, du fait d'une usure prononcée. D'après le constructeur, le jeu important mesuré entre les pistons et leur cylindre associé pouvait engendrer une perte de puissance chronique sur le moteur. Ce jeu, tout comme le taux de fuite mesuré, était nettement plus important à l'avant, créant un déséquilibre entre les deux cylindres lors du fonctionnement du moteur.

⁶ Le témoignage du membre de l'association « Les lépidoptères » (voir § 2.4) n'a ainsi pas pu être confirmé.

2.6.2 Examen du carburateur avant

Le moteur Rotax 582 est équipé de deux carburateurs, un par cylindre. Un boisseau coulissant, guidé par une clavette et associé à une aiguille, permet au carburateur de réguler le débit de mélange air/carburant aspiré par le cylindre en fonction de la position de la commande de puissance. Sur le carburateur avant du 25AAG, ce boisseau était bloqué en position haute, c'est-à-dire en position « plein gaz », malgré l'effort du ressort pour le maintenir en position basse lorsque la commande de puissance est réduite.

Les examens réalisés sur le corps du carburateur avant mettent en évidence la présence d'une irrégularité sur sa surface interne, d'une centaine de microns d'épaisseur, pouvant être à l'origine de ce blocage. Les observations réalisées sur la surface de ce relief (rayures, aspect poli, beurrage) témoignent de coulissements répétés du boisseau dans le corps du carburateur et donc très manifestement de la présence de l'irrégularité avant le vol de l'accident.

L'origine de cette irrégularité n'a pas pu être formellement établie. L'hypothèse la plus probable est un choc externe localisé, survenu lors d'une opération de maintenance par exemple. Un dommage est en effet visible en correspondance sur la surface externe. Des essais réalisés au BEA sur le deuxième carburateur montrent que cette hypothèse est tout à fait possible : un choc externe a généré une déformation localisée sur la surface interne. L'hypothèse d'une irrégularité locale à la fabrication a été exclue en raison du procédé utilisé sur cette pièce moulée, par perçage.

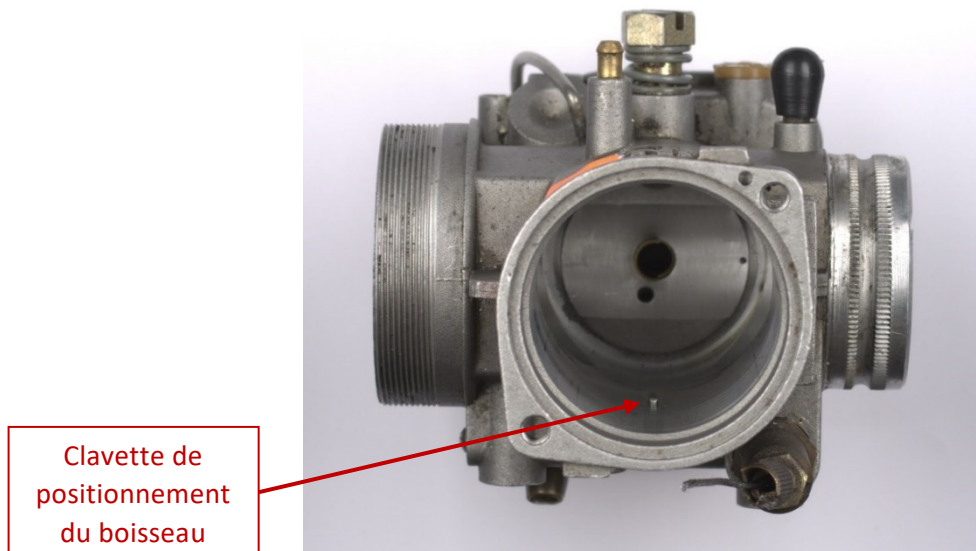


Figure 3 : carburateur avant, vu du dessus (Source : BEA)

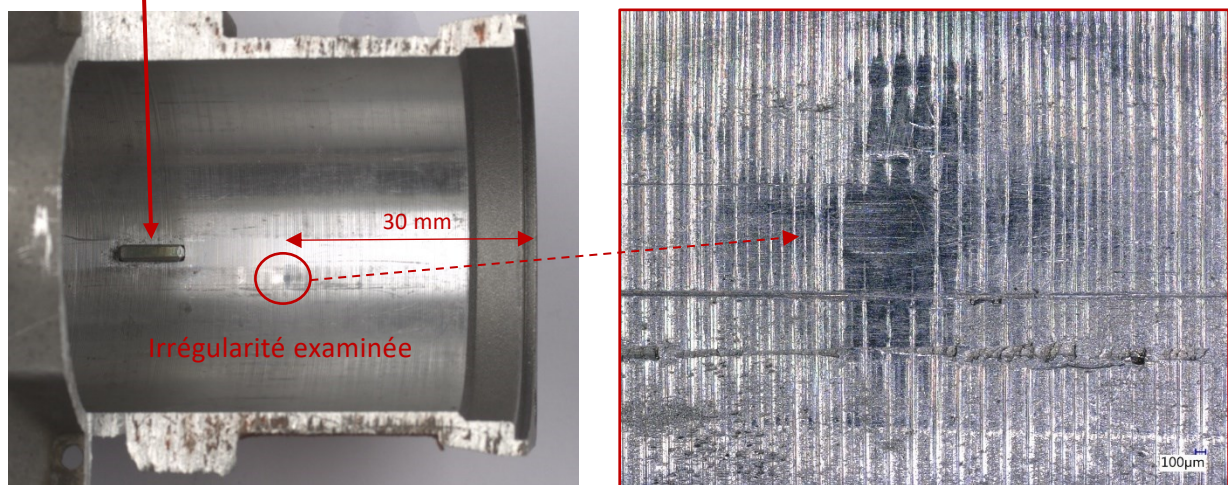


Figure 4 : irrégularité de surface dans le corps du carburateur avant, observée après coupe longitudinale (Source : BEA)

Un écart de position entre les deux boisseaux pourrait provoquer une désynchronisation des deux carburateurs. Cela entraînerait ainsi un déséquilibre entre la poussée développée par chaque piston, conduisant au minimum à de fortes vibrations et variations de régime, voire à une diminution de la puissance délivrée par le moteur.

2.6.3 Analyse du carburant

Le moteur Rotax 582 est prévu pour fonctionner avec un mélange d'essence et d'huile à hauteur de 2 %. Des prélèvements de carburant ont été effectués puis ont été analysés par un laboratoire choisi par le BEA. Le carburant présente un chromatogramme correspondant à celui d'un carburant sans plomb automobile SP98. Aucune trace d'un autre type de carburant n'a été relevée. Les prélèvements de carburant présentaient les traces d'huile correspondant au produit YACCO AVX 500 2T semi-synthèse⁷. Dans chaque prélèvement, le dosage d'huile n'a pas pu être défini.

⁷ Cette référence d'huile moteur n'est pas listée par le constructeur dans le SI-2ST-008 de 2009 « *SELECTION OF SUITABLE OPERATING FLUIDS FOR ROTAX® 2-STROKE UL ENGINES* » disponible gratuitement en anglais sur <https://www.flyrotax.com>.

L'enquête n'a pas pu déterminer s'il restait du carburant ancien dans les réservoirs avant l'avitaillement décrit par le témoin (voir § 2.4).

2.7 Renseignements sur la maintenance

Le pilote réalisait la maintenance et le suivi de l'ULM lui-même et faisait appel à des proches pour certaines opérations. Il consignait l'ensemble des travaux dans un carnet de maintenance. Ni le constructeur de l'ULM ni l'importateur français du moteur n'ont été consultés par le pilote pour ces différentes opérations de maintenance.

Le pilote intervenait régulièrement sur le moteur de l'ULM, en particulier sur les carburateurs. La mention « nettoyage carburateurs » apparaît environ toutes les dix heures de fonctionnement. L'ULM était peu utilisé, une centaine d'heures sur les douze dernières années.

En 2018, avec l'aide d'un proche, pilote et mécanicien spécialisé en cycles, moto et motoculture, le pilote a remplacé le piston arrière du moteur et a réalésé le cylindre à la cote de première réparation. Le constructeur du moteur indique qu'il est d'usage de remplacer les deux pistons et de réalésé à la cote de première réparation les deux cylindres simultanément en cas d'usure, ces derniers s'usant a priori de la même manière. Cependant, lors d'un phénomène de serrage survenant dans l'un des cylindres, seul ce dernier est réparé. Néanmoins, ces deux préconisations ne font pas l'objet de mentions particulières dans la documentation du moteur.

À l'issue du remplacement, le pilote a procédé au rodage du moteur sur le parking, en faisant tourner le moteur à 3 000 tr/min, puis à 4 000 tr/min et enfin à 6 000 tr/min sur des périodes de cinq minutes chacune, selon le carnet de maintenance. Les essais réalisés diffèrent des consignes présentées dans la documentation du constructeur⁸. Le constructeur y préconise d'effectuer un rodage conformément au graphique suivant en cas de remplacement d'un cylindre, d'un piston ou de la segmentation.

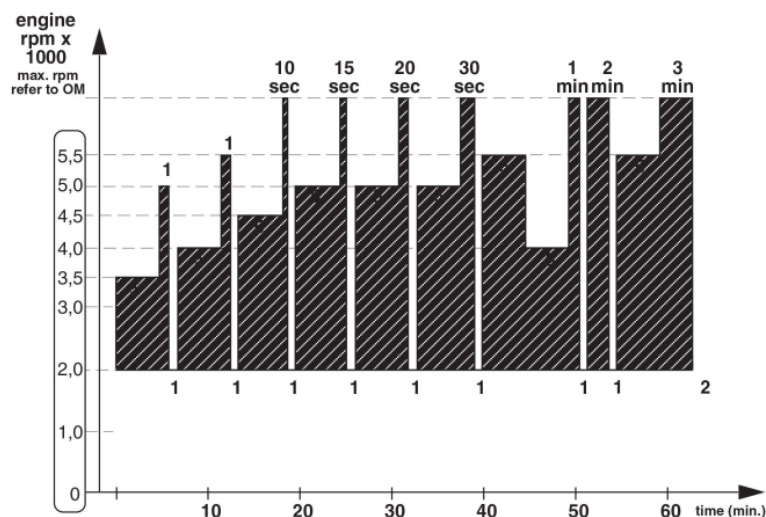


Figure 5 : graphique spécifiant les paramètres pour les essais ou le rodage du moteur
(Source : Rotax)

⁸ Le manuel d'installation est disponible gratuitement en anglais dans la rubrique *Technical Documentation* du site <https://www.flyrotax.com>.

Entre le 21 février 2023 (dernier vol avant le vol de l'accident) et le 28 mai 2024 (jour de l'accident), l'ULM avait subi plusieurs opérations incluant notamment un rentoilage des ailes et une peinture. Selon le carnet de maintenance, le pilote avait également nettoyé les carburateurs et les réservoirs de carburant, et changé diverses durites ainsi que le filtre à carburant. Plusieurs proches du pilote indiquent que ce dernier n'avait pas pris de dispositions particulières pour le stockage du moteur pendant cette période d'immobilisation. La documentation du constructeur⁹ préconise l'application d'une procédure de stockage dès qu'un arrêt de plus d'une semaine est prévu. Pour un arrêt prolongé entre quatre semaines et un an, il est nécessaire entre autres, d'injecter une huile de stockage au niveau des cylindres, de fermer les entrées d'air des carburateurs, ainsi que de purger complètement le circuit carburant jusqu'aux cuves des carburateurs. Un bulletin d'information¹⁰ du constructeur a été publié en 1998 et porte sur les procédures de stockage et de remise en service du moteur en cas d'arrêt prolongé. Il est notamment précisé qu'en cas de remise en service du moteur après un arrêt de plus d'un an, le moteur doit être examiné par un centre Rotax agréé.

Le rentoilage des ailes a été réalisé par un proche du pilote, lui-même pilote et qui avait déjà fait ce type d'opérations une trentaine de fois. Ce proche avait recommandé au pilote de faire des essais du moteur à pleine puissance avant le premier vol et d'être accompagné d'un pilote plus expérimenté pour le vol de reprise. La peinture a été réalisée par un autre proche du pilote, carrossier de métier, qui avait proposé son aide pour faire cette opération de manière professionnelle. Le constructeur de l'ULM ne fournit pas d'instruction spécifique pour ce type de travaux.

⁹ Le manuel d'utilisation est disponible gratuitement en anglais dans la rubrique *Technical Documentation* du site <https://www.flyrotax.com>.

¹⁰ Service Information Rotax « *SI-11-1996_Engine preservation for 2-stroke-UL-engines* » disponible gratuitement en anglais sur <https://www.flyrotax.com>.

3 CONCLUSIONS

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

Scénario

Le pilote réalisait un premier vol à la suite d'une longue période d'immobilisation sur plus d'un an, durant laquelle il a réalisé différents travaux de maintenance sur son ULM. Avant le vol, au parking, le pilote a fait un point fixe au cours duquel il a sollicité le moteur à puissance modérée, selon les témoins.

L'alésage du carburateur avant présentait une irrégularité ponctuelle. Lors de la mise en puissance pour le décollage, le boisseau du carburateur avant a pu se bloquer en position haute (position « plein gaz »). Lorsque le pilote a réduit la puissance en montée, l'écart de position entre les boisseaux a pu engendrer une désynchronisation des deux carburateurs. Le déséquilibre entre la poussée développée par chacun des deux pistons a pu conduire à de fortes vibrations, des variations de régime, et une diminution de la puissance délivrée par le moteur. Les témoins au sol ont en effet perçu des variations de régime moteur significatives au cours du vol.

L'enquête n'a pas permis d'expliquer la trajectoire suivie par le pilote.

Le pilote s'est retrouvé au-dessus d'une rangée d'arbres et d'un pré présentant une pente montante, en amont de la ville de Thise. Le pilote a perdu le contrôle de l'ULM alors qu'il commençait un virage à faible hauteur.

Facteurs contributifs

Ont pu contribuer à la défaillance du moteur au cours du décollage pour le premier vol après une inutilisation de plus d'un an :

- la maintenance du moteur réalisée par le pilote, non conforme aux préconisations du constructeur ;
- des essais moteur incomplets lors du point fixe, notamment l'absence d'essais à pleine puissance. Ce type d'essais aurait probablement eu pour conséquence de bloquer le boisseau du carburateur avant en position « plein gaz » et aurait permis de détecter l'anomalie au sol. Dans tous les cas, cela n'a pas permis de recouvrir l'alésage du carburateur d'un film d'huile sur toute la course, avant le décollage.

La faible expérience récente du pilote et l'absence de réentraînement n'étaient pas de nature à favoriser le maintien du contrôle de l'ULM par le pilote probablement confronté à un comportement fortement dégradé du moteur à faible hauteur, qui pouvait nécessiter un atterrissage d'urgence.

Enseignements de sécurité

Dégradation partielle ou progressive du fonctionnement du moteur

Une panne majeure, telle qu'une diminution totale de la puissance du moteur, ne laisse pas d'autre choix que l'atterrissage forcé. Un pilote est généralement formé et entraîné à ce type d'anomalie au cours du décollage. Quel que soit le niveau de dégradation du fonctionnement du moteur (total ou non), une étude du BEA¹¹ a montré qu'en cas de dysfonctionnement au décollage, les accidents mortels résultaient tous d'une perte de contrôle en vol, elle-même consécutive à une altération de cap significative.

Lorsque le dysfonctionnement du moteur est partiel ou progressif, la tentation pour le pilote de manœuvrer, par exemple en réalisant un circuit adapté, peut être forte. Le pilote peut en effet chercher davantage encore à éviter d'endommager l'aéronef au cours d'un atterrissage de précaution hors aérodrome s'il subsiste de la puissance. Dans ces circonstances, la mobilisation de ressources pour comprendre une anomalie qui pourrait être perçue comme corrigeable peut détourner le pilote de la surveillance des paramètres vitaux tels que la vitesse ou l'inclinaison. Le maintien de la vitesse adéquate en fonction des inclinaisons retenues permettra au pilote de garder le contrôle lors des manœuvres. Ces cas sont en général peu entraînés. La FFPLUM recommande aux usagers de rappeler les différents cas de pannes pouvant survenir au décollage et les différentes options associées dans un briefing avant décollage (voir [Mémo Sécurité du pilote d'ULM](#)).

Entretien des aéronefs

Dans sa rubrique [Enseignements de sécurité Aviation légère](#), le BEA a identifié le thème « entretien des aéronefs » dans ses bilans ULM [2021](#), [2022](#) et [2023](#). Plusieurs rapports publiés par le BEA font état de défaillances techniques en vol que les pilotes ne sont pas parvenues à gérer et qui ont conduit à des accidents mortels.

Les ULM sont en principe caractérisés par une conception simple et un entretien simple confié à son propriétaire. Ce dernier peut faire appel au constructeur ou à un professionnel si les opérations à réaliser dépassent ses connaissances. La simplicité recherchée ne devrait pas inciter un propriétaire à s'écarter significativement des préconisations des constructeurs (avionneurs et motoristes). En ce qui concerne le stockage longue durée d'un ULM, par exemple, le propriétaire dispose de plusieurs possibilités pour préserver son moteur, notamment suivre les préconisations du constructeur ou à défaut faire tourner le moteur régulièrement.

[Remise En Vol \(REV\)](#)

L'initiative REV de la FFPLUM a pour objectif de favoriser, sur une démarche volontaire, la rencontre entre pilotes et instructeurs. Les vols avec un instructeur permettent d'aborder des situations normales, mais aussi inusuelles, afin de mieux les appréhender et de ne pas perdre des automatismes acquis lors de la formation initiale. Un programme théorique et pratique est préconisé, il aborde notamment le décrochage ou le virage engagé. Cette initiative est d'autant plus recommandée après une longue période d'inactivité.

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.

¹¹ Étude [Diminution de la puissance du moteur au décollage](#) publiée en mars 2021.