



Accident de l'ULM TECNAM - P92 S ECHO
identifié **01VA**
survenu le 30 septembre 2021
à Saint-Rambert-d'Albon (26)

Heure	Vers 18 h 25 ¹
Exploitant	Privé
Nature du vol	Vol local
Personnes à bord	Pilote et passager
Conséquences et dommages	Pilote et passager décédés, ULM détruit

Erratum : Deux modifications ont été apportées au rapport (§§ 2.6 et 3). La présente version, texte officiel de référence, annule et remplace la précédente (Novembre 2022).

**Diminution de la puissance du moteur en montée initiale,
virage à droite, décrochage**

1 DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages.

Le pilote, accompagné d'un passager également pilote, décolle vers 18 h de la piste 01 non revêtue de l'aérodrome de Saint-Rambert-d'Albon (26) pour un vol local en direction de l'aérodrome de Vienne (38). De retour vers 18 h 35, le pilote se présente en finale² pour la piste 01. Un témoin³ entend ensuite une diminution du régime du moteur alors que l'ULM est en montée initiale. Il voit l'ULM virer par la droite et décrocher durant le virage. L'ULM entre en collision avec le sol à environ 300 m au nord-est de l'extrémité nord de la piste.

2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Examen du site et de l'épave

L'épave est positionnée au fond d'une cuvette dans une carrière située en bordure est de l'aérodrome de Saint-Rambert-d'Albon (voir Figure 1 ci-après). Elle est complète et regroupée.

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

² Dernière détection radar.

³ Le témoin n'a pas vu l'ULM atterrir, l'enquête n'a pas permis de déterminer si l'avion avait réalisé un posé-décollé ou une remise de gaz.

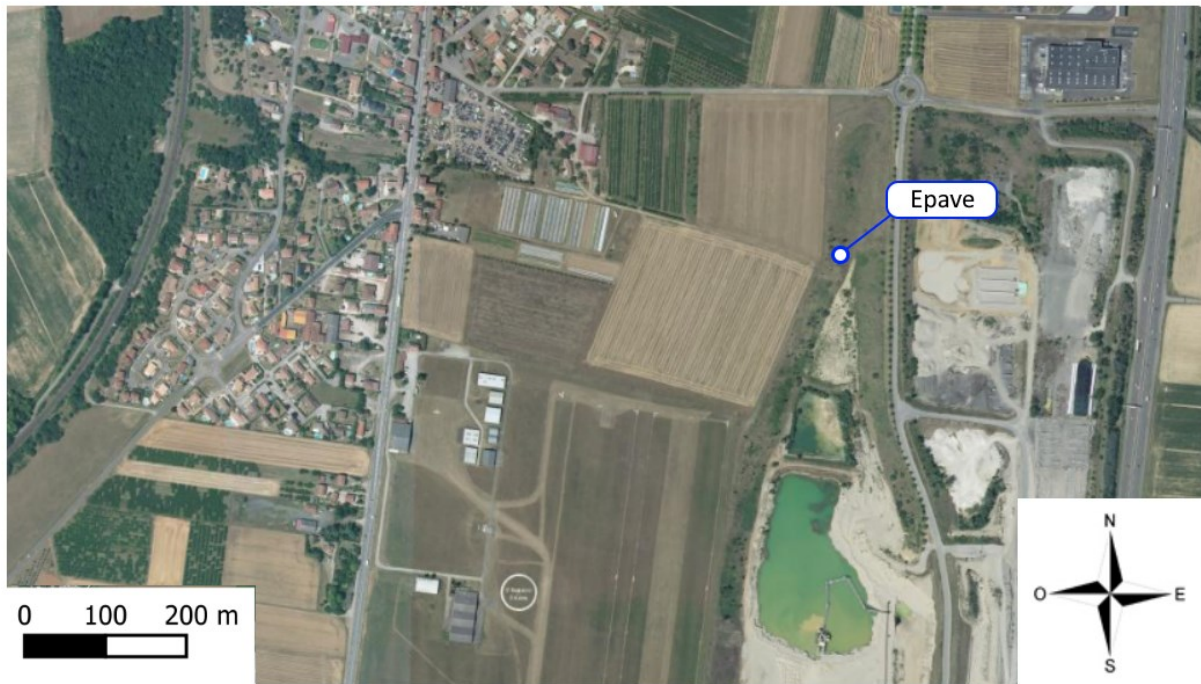


Figure 1: Vue générale du site de l'accident (Source : Google Earth, annotée par le BEA)

L'ensemble des dommages relevés sur le fuselage, les ailes, le plan mobile horizontal et les trains sont consécutifs à la collision avec le sol. Ils sont cohérents avec un impact initial avec une assiette à piquer et une inclinaison à droite. L'aile droite et la partie avant du fuselage ont été fortement comprimées au moment de l'impact initial, probablement sur le versant ouest de la cuvette. L'ULM a ensuite rebondi et a eu un appui sur l'aile gauche avant de se positionner au fond de la cuvette.

Les dommages constatés sur les commandes de gauchissement, profondeur et direction sont consécutifs à la collision avec le sol. Les commandes étaient alors continues. En raison des dommages sur la commande des volets, il n'a pas été possible de déterminer la continuité de celle-ci à partir du servo moteur. La position des volets au moment de la collision avec le sol n'a également pas pu être déterminée.

Le circuit carburant était continu des réservoirs jusqu'au filtre décanteur du moteur. Les deux robinets carburants étaient en position « ouvert ». Le réservoir d'aile gauche était éventré. Le réservoir d'aile droite contenait une faible quantité de carburant. Néanmoins, compte tenu de sa position et de la rupture de la durite de carburant après le robinet, il est très probable que du carburant se soit écoulé après l'accident.

Aucune pollution du carburant n'a été détectée au niveau du filtre.

Les ruptures des pales de l'hélice peuvent être cohérentes avec une hélice sans rotation au moment de l'impact avec le sol.

Le parachute n'avait pas été activé par le pilote.

Le casque du pilote retrouvé dans l'épave de l'ULM est à système actif de réduction de bruit (ANR⁴).

⁴ Active Noise Reduction.

2.2 Examen du moteur et du circuit carburant

Le moteur a été prélevé et examiné au BEA. À partir du filtre décanteur, les singularités suivantes ont été observées sur le circuit carburant et le système d'injection :

- la languette assurant le verrouillage de la prise du faisceau électrique sur le module de commande électronique (ECU) pilotant l'injection de carburant a été retrouvée rompue et la prise déconnectée. La déconnexion de cette prise entraîne l'arrêt immédiat du moteur. Compte tenu des dégâts observés sur le faisceau électrique, la rupture de la languette et la déconnexion de la prise sont très probablement intervenues lors de la collision avec le sol ;
- le joint assurant l'étanchéité entre la partie supérieure du filtre et le bol est pincé et déborde à l'extérieur du filtre. Dans cette configuration, une fuite de carburant très significative se produit lorsque le bol du filtre se remplit. Un test a été effectué par le BEA pour quantifier le débit de cette fuite de carburant. Sans pompe (par gravité), la fuite est de 1,4 à 1,5 l/min, soit une moyenne de 90 l/h. Avec les pompes en fonctionnement, la fuite est de 0,2 à 0,3 l/min, soit une moyenne de 15 l/h.



Figure 2: filtre décanteur, avec pincement du joint (Source : BEA)

D'après le constructeur du kit d'injection, une prise d'air sur la partie de circuit comprise entre le filtre décanteur et le réservoir tampon⁵ peut avoir une incidence très significative sur le fonctionnement du moteur. En cas d'aspiration d'air, compte tenu du débit de la pompe, il est possible qu'un dysfonctionnement du moteur puisse apparaître très rapidement. Ce dysfonctionnement se traduirait par une perte de puissance significative, accompagnée de fortes vibrations et d'un possible phénomène de détonation.

Les dommages constatés sur le circuit d'allumage sont probablement la conséquence des contraintes subies par les différents équipements lors de la collision avec le sol. Les circuits de lubrification et de refroidissement du moteur étaient continus.

⁵ Réservoir faisant partie du système d'injection et situé avant les deux pompes.

2.3 Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques observées sur l'aérodrome au moment de l'accident étaient les suivantes : vent de secteur nord pour environ 10 kt, CAVOK.

2.4 Expérience du pilote

Le pilote, âgé de 76 ans, propriétaire de l'ULM, était titulaire d'une licence de pilote ULM multiaxe délivrée en 2011 et de la qualification d'emport de passagers depuis 2012. Il totalisait environ 450 heures de vol dont 360 h sur le Tecnam P92 identifié 01VA depuis mars 2016 et 7 h dans les trois mois précédents.

2.5 Renseignements sur l'ULM

Le Tecnam P92 Echo est un ULM multiaxe, à ailes hautes, équipé d'un moteur ROTAX 912 UL. Le système d'alimentation en carburant du moteur avait fait l'objet d'une modification suivant « *le kit de conversion de moteur Rotax 912 et 912 s en version injection électronique* » élaboré et fabriqué par la société LAD AERO. Ce kit est équipé d'un ECU. Le système d'injection comporte deux pompes (la pompe principale et la pompe secours). La pompe principale est en fonctionnement continu lorsque le moteur est démarré.

L'ULM dispose de deux réservoirs d'aile de 30 l chacun. Les robinets de carburant (un par réservoir) sont situés en cabine de chaque côté du montant de pare-brise.

2.6 Renseignements sur les procédures

Le pilote notait les quantités de carburant consommées ou avitaillées ainsi que la consommation horaire de l'ULM sur son carnet de vol. En date du 15 juin 2021, il avait calculé une consommation d'environ 14,3 l/h. Les mentions « Reste jerrican 23 l » et « 25 l 100LL » indiquent que le pilote se ravitaillait indifféremment aux pompes sur les aérodromes extérieurs mais également à partir de jerricans. La dernière annotation sur le carnet de vol est le vol du 22 septembre 2021 et l'indication de l'horamètre est de 4 190,12 h.

Le manuel de vol de l'ULM précise dans la partie prévol concernant le moteur, après avoir retiré le capot supérieur du moteur : « *Ouvrir les deux robinets d'essence. Contrôler que le circuit carburant ne comporte pas de fuite, vérifier l'état du filtre à essence et purger le circuit⁶ afin d'éliminer toute trace d'eau et de dépôt.* » Cette opération ne nécessite pas l'ouverture du filtre décanteur⁷.

Lorsque le capot supérieur du moteur est retiré pour la visite prévol, le filtre décanteur fixé sur la cloison pare-feu est accessible et visible, le pincement du joint était donc détectable. Compte tenu du débit de la fuite constatée (1,4 à 1,5 l/min avec la pompe arrêtée) lors des tests réalisés par le BEA, le pilote aurait dû constater l'écoulement de carburant au moment de la purge ou, à défaut, relever une forte odeur de carburant lors de la visite prévol. Dans le cas où le pilote n'ouvrait les robinets qu'au moment du démarrage et les refermait juste après l'arrêt du moteur, il n'avait aucun moyen de détecter visuellement la fuite lors de la prévol. Seul un calcul de consommation moyenne sur le ou les derniers vols aurait pu l'alerter.

6 La purge se situe sur le filtre décanteur (point bas du circuit carburant).

7 Ou bol décanteur.

Le pilote n'avait pas indiqué de fonctionnement anormal du moteur sur les vols précédents. Il est très peu probable qu'il aura entrepris ce vol en ayant connaissance d'un problème du moteur.

2.7 Entretien de l'ULM

L'entretien d'un ULM peut être réalisé par le propriétaire. Le manuel de maintenance peut lui servir de guide pour définir les actions d'entretien et leur périodicité. Le manuel de maintenance du constructeur de l'ULM indique une périodicité de 100 h pour la majorité des inspections.

Le manuel précise que la purge du filtre décanteur doit être faite tous les jours mais l'inspection du filtre décanteur nécessitant l'ouverture de ce dernier n'est pas définie bien que la procédure d'ouverture y soit décrite et indique qu'une attention particulière doit être apportée afin de ne pas pincer le joint lors du remontage du bol.

Le filtre décanteur comporte un système de fixation rapide à arceau avec molette de verrouillage permettant aisément la pose et la dépose du bocal pour l'inspection du filtre décanteur. L'inspection de ce filtre se fait avec les robinets carburant sur la position « fermé » pour éviter tout écoulement de carburant par gravité depuis les réservoirs.

L'enquête n'a pas permis de déterminer si le pilote démontait le bol du filtre décanteur et dans l'affirmative à quelle fréquence.

Le carnet de vol du propriétaire de l'ULM indique les opérations d'entretien suivantes :

- 12 juillet 2020 : « *visite 100h* » ;
- 24 mai 2019 : « *Entretien. Réglage ralenti -2° Pas hélice* ».

Le mécanicien qui effectuait ponctuellement des travaux d'entretien sur l'aéronef depuis 2016 indique qu'il avait réalisé les travaux suivants :

- 15 janvier 2021 : repose du parachute à la suite d'une révision ;
- 20 octobre 2020 : pose du régulateur de tension « Silent Hektik » en remplacement du régulateur d'origine (DUCATI) ;
- 4 juillet 2020 : « *visite 100 heures* » ;
- février 2019, installation du kit d'injection LAD AERO.

Il n'avait effectué aucune révision en 2021.

L'accident est survenu après environ 45 h depuis la dernière « *visite 100 heures* » effectuée en 2020.

2.8 Autres informations

L'ULM a été détecté au radar (au-dessus d'environ 800 ft) après le décollage de l'aérodrome de Saint-Rambert-d'Albon à partir de 18 h 03. La trace radar montre que le pilote s'est dirigé vers l'aérodrome de Vienne avant de revenir vers l'aérodrome de départ.

La dernière détection radar a lieu à 18 h 35 alors que l'ULM est au sud de l'aérodrome de Saint-Rambert-d'Albon.

L'indication de l'horamètre portée sur le carnet, au 22 septembre 2021, est : 4 190,12. L'indication à l'issue de l'accident est de : 4 190,90. Soit 46 minutes de fonctionnement du moteur ce qui est cohérent avec la durée du vol déduite de la trace radar.

Le dernier avitaillement de 46 l a eu lieu le 8 août 2021 et le pilote a réalisé trois vols⁸ pour une durée totale de 2 h 58 avant le vol de l'accident. Compte tenu de la consommation moyenne de l'ULM, la quantité de carburant consommée lors de ces trois vols a été d'environ 43 l. Dans l'hypothèse où le pilote, après avoir avitaillé le 8 août, disposait d'un plein complet⁹, soit 70 l, le pilote a entrepris le vol de l'accident avec environ 27 l dont 3 inconsommables.

Au cours du vol de 46 min, le carburant consommé par le moteur a été d'environ 11 l et le carburant perdu en raison de la fuite est estimé à 12 l¹⁰, soit au total 23 l.

3 CONCLUSIONS

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

Scénario

Le pilote a réalisé un vol local d'environ 46 min. En raison d'une fuite de carburant pendant le vol, provenant d'un mauvais positionnement du joint d'étanchéité du bol décanteur, les réservoirs se sont progressivement asséchés de manière anormale (consommation moyenne du moteur ajoutée à celle en provenance de la fuite). En montée initiale, la puissance du moteur a diminué. Le pilote a viré à droite. Lors du virage, l'ULM a décroché et est entré en collision avec le sol.

En cas de mauvaise position du joint du bol décanteur lors d'un vol précédent, les conséquences auraient été détectables par le pilote. Or celui-ci n'a pas fait état d'un fonctionnement anormal du moteur ou d'une surconsommation en carburant. Ainsi, il est très probable que le bol décanteur ait été ouvert et son joint mal repositionné avant le vol de l'accident, soit lors de la visite prévol, soit à l'issue de l'avant-dernier vol.

L'enquête n'a pas permis de déterminer si le pilote a eu conscience de la diminution de puissance du moteur et si le virage observé par le témoin correspond à un circuit d'aérodrome standard ou à une tentative de rejoindre l'aérodrome pour un atterrissage à contre QFU.

Facteurs contributifs

L'utilisation d'un casque à système ANR a pu contribuer à altérer la perception de la diminution du bruit du moteur et retarder la détection du dysfonctionnement de ce dernier par le pilote.

La surveillance inadaptée par le pilote de la vitesse air de l'ULM au cours du virage a pu contribuer au décrochage à faible hauteur de ce dernier.

Les enquêtes du BEA ont pour unique objectif l'amélioration de la sécurité aérienne et ne visent nullement à la détermination de fautes ou de responsabilités.

⁸ 17 août, 16 et 22 septembre 2021.

⁹ Sous réserve d'avoir les réservoirs remplis à ras bord.

¹⁰ Pompe en fonctionnement