



## Sortie de trajectoire

(par Thierry COUDERC, Président de la Commission Sécurité des Vols de la FFPLUM)

Les rédacteurs des comptes-rendus d'incidents adressés à la FFPLUM et à l'assureur fédéral après des sorties de piste et autres écarts de trajectoire font régulièrement état de la rafale traîtresse survenue à l'improviste par temps pourtant calme, pour piéger le pilote. En fait, l'aérodynamique n'est peut-être pas toujours le seul phénomène en cause dans ce genre de situation.

Une fois n'est pas coutume, c'est un compte-rendu d'enquête du BEA, qui plus est relatif à un avion, qui est retenu pour illustrer le thème de sécurité abordé ce mois-ci. Mais c'est cependant un modèle très proche de de nos ULM multiaxes, et ce qui lui est arrivé n'est certes pas spécifique à l'activité "avion".

<http://www.bea.aero/docspa/2014/f-az140830/pdf/f-az140830.pdf>

Ce dossier rend compte d'une sortie de piste après l'atterrissage, survenue à un élève pilote fraîchement lâché. Ce dernier a du mal à analyser ce qui lui est arrivé, mais donne à l'enquêteur l'occasion de rappeler les phénomènes qui peuvent faire dévier un appareil à hélice de sa trajectoire. Rappelons-nous que la rotation de l'hélice provoque trois (et même quatre pour les appareils à train classique – voir nota) effets, qui concourent à faire dévier la trajectoire :

**Le souffle hélicoïdal.** Les pendulaires et les paramoteurs n'y sont pas sensibles, les autogires assez peu. En effet, il est engendré par le sillage de l'hélice autour de la cellule, qui vient frapper la gouverne de direction et tend à faire pivoter l'appareil. Ce sera vers la gauche, si le sens de rotation est celui des aiguilles d'une montre vu du pilote.

**Le couple de renversement.** C'est ce phénomène qui impose l'installation d'un rotor anti couple sur les hélicoptères. Pour les autres classes, le moteur faisant tourner l'hélice avec toute la puissance dont il est capable, l'appareil a tendance à s'incliner dans l'autre sens en roulis par réaction. Pour notre hélice tractive horaire, cela créera une tendance à abaisser l'aile gauche. Mais là, tous les ULM sont concernés même si c'est de façon différente en fonction de leur configuration. L'effet est augmenté au sol car il provoque une différence latérale d'appui du train principal au sol.

**L'effet gyroscopique.** Lorsque l'on modifie l'orientation de l'axe d'un corps tournant, il réagit en provoquant une force qui tend à l'incliner à 90° de la modification. C'est vrai pour les roues de vélo, pour les toupies, pour les lames de scie circulaire et bien entendu pour les hélices. Ainsi, lorsque l'on change d'assiette, on incline l'axe de rotation de l'hélice vers le haut ou vers le bas. Sur notre hélice "horaire", cela va entraîner une force de réaction latérale vers la gauche lorsque l'on rend la main, et vers la droite lorsque l'on tire. Les pendulaires, les autogires et les paramoteurs y sont aussi soumis. Sur les hélicoptères et les autogires, il faut en tenir compte dans la conception des commandes de vol agissant sur le rotor.

Bien sûr, tous ces phénomènes peuvent perturber la trajectoire à tout moment, mais c'est principalement lorsque se combinent l'application de forte puissance avec une faible vitesse, que leur effet est le plus notable. À basse vitesse, la stabilité aérodynamique de forme, l'efficacité des commandes sont plus faibles et l'appareil n'a pas beaucoup d'énergie cinétique pour l'aider à rester sur sa trajectoire.



Les phases transitoires telles que l'arrondi, la rotation et la remise des gaz sont les instants les plus propices à la manifestation de ces réactions. Le plus souvent, elles se font sentir par des tendances discrètes que le pilote un tant soit peu entraîné corrige sans vraiment s'en rendre compte. Mais il pourrait ne pas en être tout à fait de même à l'occasion d'une manœuvre un peu urgente à basse vitesse au cours de laquelle on aura par exemple appliqué les pleins gaz avec moins de progressivité que d'habitude. Il est donc recommandé de les anticiper en réfléchissant à leurs effets en fonction de la configuration et l'appareil que l'on pilote et du sens de rotation de son hélice.

Nota : sur un appareil à train classique au roulage, l'extrémité de la pale base est en avant de celle de la pale haute par rapport au sol. La pale montante a donc moins de trajet à faire dans le vent relatif que la pale descendante. Il en résulte une différence d'incidence, et donc une dissymétrie de traction latérale de l'hélice, tant que l'appareil n'est pas passé en ligne de vol. Le diamètre relativement faible de nos hélices ne rend toutefois pas ce phénomène trop gênant sur ULM.



## Nos réflexions...

(par Philippe DEZECOT, Joël AMIABLE et Jean-Marc SEURIN)



## Sortir du domaine de vol

Quelle que soit sa conception, un aéronef subit des contraintes qui en vol déforment sa voilure longitudinalement (flexion du longeron) et transversalement (torsion ou vrillage des nervures et revêtement). Lorsque la vitesse de l'écoulement de l'air augmente autour d'une aile ou d'une surface aérodynamique, la fréquence des mouvements de torsion diminue alors que celle des mouvements de flexion augmente.

Il existe une vitesse appelée vitesse critique pour laquelle ces deux fréquences sont en phase et peuvent entrer en résonance. Le phénomène amplifie les mouvements de flexion et de torsion et conduit à un couplage aéroélastique ou « flutter » qui, s'il se prolonge peut provoquer la destruction explosive de l'aile ou de la surface aérodynamique concernée. Cette destruction intervient dans un délai variant de quelques secondes à quelques dizaines de secondes.

Comment peut-on en arriver là ?

Principalement par des comportements inadaptés ou des pratiques dangereuses : ambitieux, désireux démontrer ses capacités ou son savoir-faire, le pilote, bien souvent pour épater les personnes au sol et parfois son passager, effectue des figures de voltige (tonneaux barriqués, virages aux grands angles, ressources brutales, etc.) aux commandes d'un appareil qui n'a pas été conçu pour cela. Ces manœuvres, même si elles sont bien conduites, entraînent à coup sûr des contraintes excessives sur la cellule et conduisent fatalement à des déformations occasionnelles ou permanentes, voire des ruptures de la structure et dans tous les cas à une usure prématurée de l'appareil.

Par des calculs d'aérodynamique et de mécanique du vol, le constructeur a déterminé pour chaque type de machine un domaine de vol à respecter (vne, facteur de charge etc.) que le pilote ne doit impérativement pas transgresser.

Cette année, 12 accidents ont été constatés ayant pour origine des ruptures de structure en vol. Certains s'en sont sortis grâce à l'activation de leur parachute, mais pas tous...

Une prévol sérieuse pourra déceler les traces de vieillissement, l'apparition de criques, un jeu anormal de certaines pièces. En cas de doute, ne pas hésiter à se faire assister par une personne compétente avant d'envisager son vol.

Bonne fête de fin d'année à tous et bons vols.

