



## La Sainte-Hélice (\*)

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

Si je me réfère au manuel d'utilisation de mon propre ULM, l'alinéa de la check-list de la visite avant vol se rapportant à l'hélice commence par :

ATTENTION : c'est la pièce la plus importante de tout l'appareil.

Même si je ne suis pas sûr qu'il y ait une pièce plus importante que l'autre dans les constituants d'une machine volante, il est vrai que compte tenu des efforts importants dont l'hélice est le siège, et des effets potentiellement destructeurs d'une défaillance à ce niveau, il est indispensable d'accorder une attention toute particulière à l'hélice et à son montage. Et les exemples ne manquent pas d'incidents techniques qui lui sont associés.

Il y a un peu moins d'un mois, un pilote de paramoteur a publié le REX suivant.

[http://rex.isimedias.com/ffplum/COMPLET/REX\\_Visualisation.cfm?id=6938&ty=11](http://rex.isimedias.com/ffplum/COMPLET/REX_Visualisation.cfm?id=6938&ty=11)

La même semaine, j'ai fait un beau vol matinal avec escale sur un terrain voisin où j'avais rendez-vous avec un autre pilote. Il m'avait demandé d'apporter mon outil de réglage du pas de l'hélice pour son pendulaire. Il m'avait dit vouloir faire un contrôle car il avait ressenti des vibrations inhabituelles au démarrage, au point d'avoir finalement renoncé à voler.

Heureusement ! En effet, je relève sur l'une des pales un écart de plus de 3 degrés par rapport aux deux autres. Le propriétaire ne s'explique pas cette différence. Il ne pense pas qu'elle ait jamais subi de choc et il m'assure qu'il n'a jamais touché à rien. Mais j'apprends que son hélice a 11 ans et un "petit millier" d'heures de vol. Il ne savait pas que le fabricant avait défini des échéances auxquelles il convenait de lui envoyer l'hélice en révision. Il a du mal à comprendre qu'une hélice « puisse s'user ». Le démontage du moyeu mettra en évidence la disparité manifeste des couples de desserrage des vis et des traces d'abrasion préoccupantes sur l'emboîtement du pied de la pale concernée par le dérèglement.

Rappelons que pour qu'une hélice donne satisfaction, il faut d'abord qu'elle soit en bon état et adaptée à la puissance à absorber (pas, diamètre, nombre de pales...), mais aussi au modèle d'appareil (garde au sol, maître-couple...). C'est le dossier technique de la machine qui doit définir ces paramètres et il n'y a pas lieu de s'en écarter sans justification. En changer relève d'une modification majeure à n'envisager qu'en s'entourant de grandes précautions et d'avis éclairés.

Pour qu'elle fonctionne bien sans provoquer de vibrations potentiellement destructrices, une hélice doit en outre être correctement équilibrée selon quatre critères principaux que l'on peut présenter comme suit :



L'équilibrage statique : toutes les pales doivent avoir le même poids de sorte que le centre de gravité de l'hélice coïncide avec son axe de rotation. Ce point ne pose normalement pas de problème à l'état de livraison, mais attention à la rigueur dans le remplacement des blindages autocollants, aux conséquences des chocs et des réparations, ainsi qu'au centrage et au montage du cône, lorsqu'il y en a un.

Le tracking statique : le plan de rotation de l'hélice doit être bien perpendiculaire à celui de son axe. On le contrôle en plaçant un repère fixe face à l'extrémité d'une pale, puis en faisant tourner l'hélice à la main pour s'assurer que les autres pales passent au même point. À moins qu'il ne révèle un problème préoccupant au niveau des paliers de rotation de l'arbre moteur, un écart sur une hélice en bon état est souvent caractéristique d'une différence de réglage du pas entre les pales, ou d'un défaut de montage au niveau du moyeu (corps étranger sur un emboîtement, mauvais positionnement d'une rondelle, irrégularité des couples de serrage des vis...).

L'équilibrage aérodynamique : chaque pale doit produire en rotation une même force de traction appliquée au même endroit. Comme il est très rare que les profils des pales de qualité industrielle soient différents sur une même hélice, un problème apparaîtra si le réglage du pas manque de précision d'une pale à l'autre.

Le tracking dynamique : l'hélice étant mise en rotation, les extrémités de pale doivent tourner dans le même plan. Un tel problème est également rare avec une hélice de fabrication industrielle, car s'il ne traduit pas un problème d'équilibrage aérodynamique, c'est qu'il existe une différence de module d'élasticité entre deux pales. Toutefois, sur les hélices à pas variable, un souci au niveau des paliers ou du mécanisme de réglage peut aussi le faire apparaître.

Les défauts de comportement dynamiques d'une hélice sont donc rares mais difficiles à détecter par des mesures et observations simples. Cela dit, il n'y a pas de raison de rencontrer de problème avec une hélice manipulée avec soin, montée et réglée avec toute la rigueur nécessaire, qui n'a fait l'objet d'aucune impasse en cas d'incident la concernant. Les prescriptions du fabricant sont en général bien détaillées et facilement disponibles. Il ne faut pas hésiter à faire appel à son expertise au moindre doute.

Sans parler des conséquences d'un choc, qui ne sont jamais bénignes, une hélice mal équilibrée, mal montée ou simplement trop lourde, fait souffrir le moteur, ses supports et ses accessoires. Lorsqu'ils sont présents, le réducteur et son limiteur de couple y sont particulièrement sensibles. À l'inverse, une transmission de puissance mal réglée, usée, présentant du jeu, communiquera à l'hélice des variations de contraintes dont la manifestation la plus anodine sera la difficulté croissante éprouvée par le pilote à démarrer le moteur. La résolution du problème ressort alors de l'intervention d'un atelier compétent et bien équipé.

Sur le site du BEA, plusieurs rapports d'enquêtes se rapportent à la survenue de ce genre de problème.

<https://www.bea.aero/fr/les-enquetes/les-evenements-notifies/detail/event/desolidarisation-de-lhelice-pendant-des-essais-du-moteur-au-sol/>

<https://www.bea.aero/fr/les-enquetes/les-evenements-notifies/detail/event/perde-de-lhelice-en-montee-initiale-atterrissage-durgence-a-contre-qfu/>



Le 9 juin dernier, un ULM multi axe de type motoplaneur a perdu son hélice en vol suite à la rupture d'un axe. Son pilote n'a heureusement éprouvé aucune difficulté à se poser sans autre dommage.

Cette présentation est bien sûr trop succincte pour prétendre rendre compte à elle seule de la complexité des phénomènes à prendre en compte dans l'étude de l'hélice. Ils peuvent être décrits de manière infiniment plus précise et parfois différente, que ce modeste résumé. Celui-ci n'a d'autre objectif que d'illustrer combien l'improvisation est risquée dans ce domaine.

(\*) NADAR - Manifeste de l'automotion aérienne (1863) : « *La Sainte-Hélice ! Comme me disait un jour un mathématicien illustre - Qui va nous emporter dans l'air ? C'est l'hélice, qui entre dans l'air comme la vrille entre dans le bois (...)* »





## Nos réflexions...

(par Eric GALVAGNO)



### L'héritage philosophique de nos Chibane \*

\*(Définition : vieux pilote expérimenté. Synonyme : Moustachu).

En ces temps d'épreuves du baccalauréat, les capacités de réflexion et d'analyse de nos lycéens sont fortement sollicitées.

Lors des épreuves littéraires, et notamment pour celle de philosophie, nombreux sont les candidats qui font appel et se réfèrent aux maximes des anciens philosophes pour justifier et appuyer leurs argumentaires.

Le milieu aéronautique est riche, aussi, de nombreuses citations, postulats ou axiomes qui, s'ils ne sont pas issus de Platon ou d'Epicure, valent par leur justesse, leur sobriété et leur pertinence.

En voici quelques-uns à votre réflexion :

"Apprenez beaucoup des erreurs des autres, car vous ne vivrez pas assez longtemps pour les commettre toutes"

"Si vous pensez que la sécurité coûte cher, essayez un accident"

"À la jauge d'essence jamais ne fait confiance"

"Bidon plein, cœur léger"

"Ce qui est rigoureusement inutile à un pilote est la longueur de piste disponible laissée derrière lui et le carburant nécessaire resté dans la citerne"

"Le meilleur outil de sécurité est un pilote bien entraîné"

"L'entêtement et l'arrogance ont tué plus de pilotes que toutes les défaillances techniques"

"Pilotez l'avion, pas le micro"

"La vitesse, c'est du cash, l'altitude du crédit"

"Un atterrissage est une remise des gaz ratée"

"Dos au vent, je vole haut, face au vent je vole bas"

Dans l'aviation, peut-être plus qu'ailleurs, l'expérience a façonné les méthodes de formation, de prise de décisions et de bonnes réactions face à un aléa.

Pour voler bien, n'oublions pas les citations de nos anciens !!

Les publications de la FFPLUM sont diffusées pour informer l'ensemble des pilotes sur des points susceptibles d'affecter leur sécurité, et pour leur proposer une réflexion qui se veut pragmatique sur les moyens de l'améliorer. Compte tenu de la diversité qui caractérise la pratique de l'ULM, les informations diffusées sont strictement indicatives. Elles ne sauraient répondre de façon exhaustive à chaque situation particulière. De fait, l'attention est rappelée sur le cadre réglementaire de l'aviation ultralégère française qui est basé sur un principe déclaratif et sur la responsabilité individuelle des pratiquants, laquelle doit s'exercer sans réserve. En tant que commandants de bord, les pilotes d'ULM doivent s'assurer toujours de la navigabilité de leur machine et conduire leur vol dans le respect strict des règles de la circulation aérienne. Il revient à chaque pilote d'évaluer lui-même la manière d'adapter à son propre cas, la prise en compte des informations de sécurité qu'il reçoit.

