

## ESSAIS DE TENUE A LA FORCE CENTRIFUGE

### HELICE modèle VORPALINE

Les tests de tenue à la force centrifuge sont des essais très importants pour définir la tenue mécanique des hélices. Ils sont définis par la norme EASA CS-P.

NORME CS-P 350 "Centrifugal Load Tests" (Tests de Force Centrifuge) :

*L'objectif est d'appliquer sur un ensemble moyeu - pale une force égale à **deux fois la force centrifuge maximale calculée** pendant 1 heure, puis d'observer le moyeu et la pale. Ceux-ci ne doivent pas présenter de déformations permanentes, de criques, de ruptures ou tout autre signe qui monterait que l'hélice est endommagée.*



#### 1. Calcul de la force centrifuge appliquée à un ensemble moyeu - pale Vorpaline S

L'expression de la force centrifuge est la suivante :

$$\|\vec{F}\| = m\|\vec{a}\| = m \cdot \omega^2 \cdot R$$

où :

a est l'accélération normale tel que  $a=v^2/R$

m est la masse de l'objet étudié

$\omega$  est la vitesse de rotation tel que  $\omega R=v$

R est la distance de l'axe de rotation au centre de gravité de l'objet

La force centrifuge maximum subie par l'hélice Vorpaline S à 3.400 tr/min a été calculée par le logiciel interne LmPTR©. Elle est de **15.000 N** (1,5 tonnes).

Dans ce cas, la norme CS-P pour hélices certifiées exige l'application d'une traction de 30.000 N pendant 1 heure.

## 2. Essais de force centrifuge d'un ensemble moyeu - pale Vorpaline S

Afin de valider la tenue dans le temps de la gamme d'hélices carbone pour ULM et avions, l'équipe a mené les essais suivants :

1/ Mesure des couples instantanés moteurs à différents régimes, y compris démarrage et arrêt (données confidentielles), pour les moteurs :

- UL power 260i (en prise directe)
- Rotax 912s réducteur 1:2.43.
- Génésis 3 cylindres réducteur 1:2.6

2/ Après sélection de la valeur de couple instantané maximum, un essai de fatigue à 10 fois cette valeur a été conduit sur un ensemble pale type Vorpaline S - moyeu bipale.

*1.000 heures d'essai de fatigue représentent 180 millions de cycles*

A l'issue de ces 1000 heures à 10 fois la charge, l'ensemble pale-moyeu a été démonté et expertisé. La pale et le moyeu n'ont subi aucune modification, marque ou déformation.

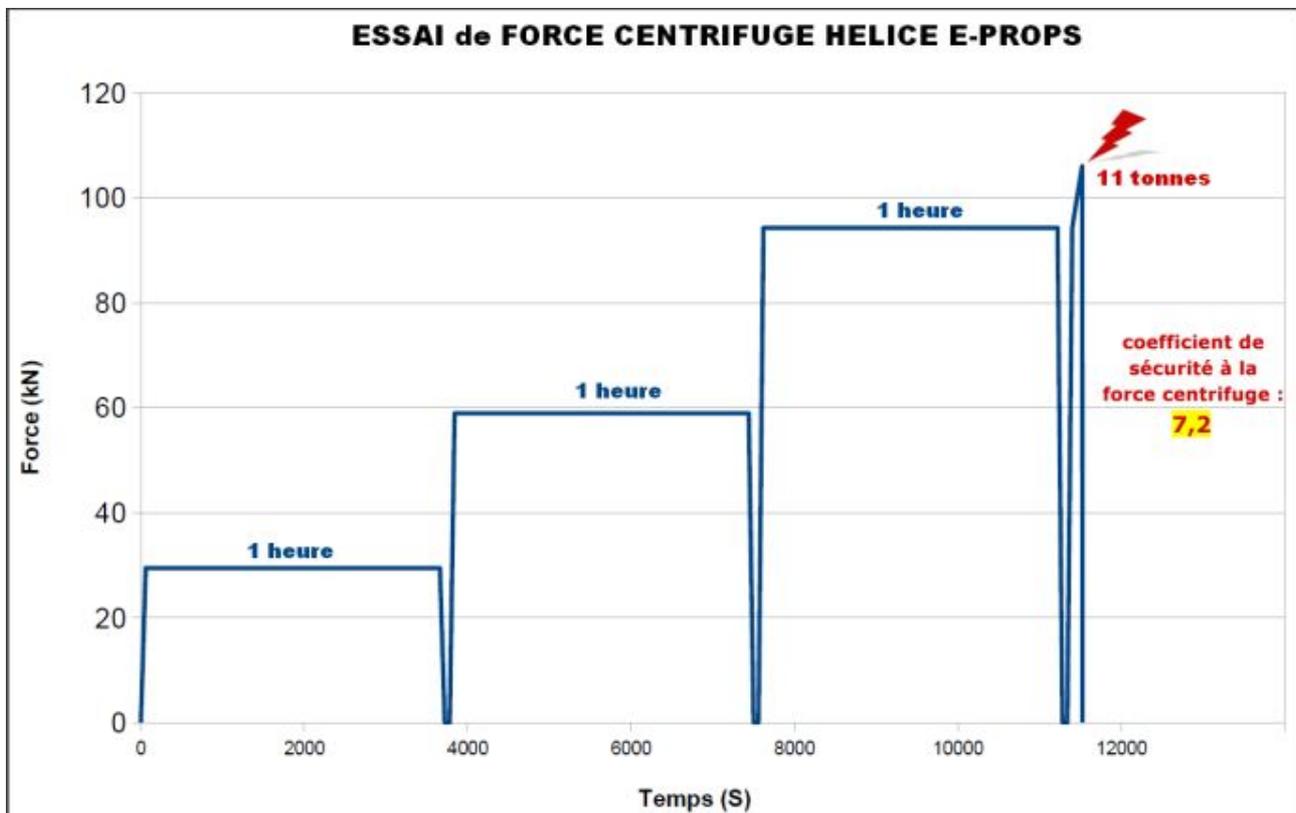
3/ Le même ensemble pale - moyeu a été ensuite soumis à un test de traction centrifuge.



*ensemble moyeu carbone + pale Vorpaline sur banc d'essais instrumenté*

Le test de traction s'est déroulé en 4 étapes :

- 1ère étape : traction à 30.000 N (3 tonnes) pendant 1 heure. Contrôle de l'ensemble : RAS
- 2ème étape : traction à 60.000 N (6,1 tonnes) pendant 1 heure. Contrôle : RAS
- 3ème étape : traction à 94.000 N (9.6 tonnes) pendant 1 heure. Contrôle : RAS
- 4ème étape : traction jusqu'à 94.000 N (9,6 tonnes), puis augmentation de la traction à raison de 4.000 N par minute  
=> **rupture du moyeu carbone à la charge de 108.000 N (11 tonnes)**



La force centrifuge maximum à 3400 tr/min étant de 15.000 N, **le coefficient de sécurité à la force centrifuge est de 7,2.**

De plus, l'ensemble pale - moyeu est capable de supporter **6 fois la charge maximale pendant 1 heure sans subir de dommages.**

En conclusion :

**Les hélices E-Props carbone sont donc non seulement les plus légères et les plus performantes, mais également les plus solides du marché.**

A ce jour, seul le process E-Props permet d'exploiter pleinement les caractéristiques exceptionnelles du carbone, afin d'obtenir des hélices jusqu'à 3 fois plus légères que les autres hélices du marché, tout en étant 3 fois plus solides que ne l'exige la norme EASA CS-P pour les hélices certifiées.

