

<b><u>NOTICE</u></b> <b><u>TECHNIQUE</u></b>	<b>N° 004</b>	<b>Date : 11/04/03</b>	<b>Révisé le :</b>
---	---------------	------------------------	--------------------

## **DIMENSIONNEMENT HELICE**

### 1) -Paramètres de Base :

**Vitesse de croisière : V = 230 Km/h soit 63,89 m/s soit 143mph**

**Puissance moteur : Lycoming O 360 P = 180 Ch = 132,48 kw**

**Vitesse de rotation moteur en croisière : RPM = 2500 t/mn= 41,67 t/s**

### 2) Calcul de la vitesse angulaire de l'hélice :

$$W = \frac{\text{RPM (t/mn)} \times 2\pi}{60} = \text{RPM} \times 0,105 = 262,5 \text{ rad / sec}$$

**W = 262,5 rad / sec.**

### 3) Calcul de la vitesse en bout de pale Vp :

Le calcul se fait par itération à l'aide de la formule suivante :

$$V_p(\text{m/s}) = \sqrt{V^2 + (\Omega \times D/2)^2}$$

Avec : D : Diamètre hélice ( en mètres )

V : Vitesse avion ( en m/s )

Cette vitesse tangentielle en bout de pale, doit être inférieure à la vitesse du son (340 m/s), moins une marge de sécurité de 15% soit **289 m/s** .

On choisira un diamètre maximum d'hélice satisfaisant à cette condition :

Pour D= 1,80 m.,et  $V^2 = (230/3,6)^2 = 4082$ , il vient alors :  $V_p = \sqrt{4082 + (262,5 \times 0,9)^2} = 244,7 \text{ m/s}$

On effectue les mêmes calculs pour des diamètres de 1,90- 2,00- 2,10 et 2,20 m ,les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

<b>D ( m )</b>	<b>1,80</b>	<b>1,90</b>	<b>2,00</b>	<b>2,10</b>	<b>2,20</b>
<b>Vp (m/s )</b>	<b>244,7</b>	<b>257,4</b>	<b>270</b>	<b>283</b>	<b>296</b>

On remarque que la vitesse tangentielle max de 289 m/s correspond à un diamètre max d'hélice de 2m15.

Pour rester dans des dimensions standards raisonnables, nous choisirons :

**D = 1,93 m ( soit 76" )**

**Remarque :** Une autre formule nous fournit le diamètre optimum de l'hélice (D. Marie )

$$D = 1,04 \sqrt[4]{\frac{P \cdot 10^8}{\text{RPM}^2 \cdot V}}$$

Avec : - P en Ch.  
 - RPM en t/mn  
 - V en km/h  
 - D en m.

$$D = 1,04 \sqrt[4]{\frac{180 \cdot 10^8}{2500^2 \cdot 230}}$$

$$D = 1,956 \text{ m.}$$

Notre choix est confirmé.

**4) Calcul de la poussée au point fixe :** Celle-ci est donnée par la formule :

$$T_0 = 7,4 \cdot (P_{ch} \cdot D_m)^{2/3} \cdot (p/p_0)^{1/3}$$

avec : p : Densité de l'air à l'altitude considérée  
 p<sub>0</sub> : Densité de l'air au niveau de la mer  
 T<sub>0</sub> : Poussée en kg

On a aussi  $p/p_0 = \left(\frac{31 - H}{31 + H}\right)^2$  Si l'on prend H = 0,3km (1000 ft) on a  $p/p_0 = 0,96$

$$T_0 = 7,4 (180 \cdot 1,93)^{2/3} \cdot 0,96^{1/3}$$

$$T_0 = 360 \text{ kg}$$

**5) Calcul du calage de l'hélice :** Le calage de l'hélice déterminé à 75 % du rayon est donné par la formule :

$$Q_{75\%} = 3^\circ + \text{Arctg} \frac{V_{m/s}}{W \cdot D/2}$$

$$\Theta_{75\%} = 3^\circ + \text{Arctg} \frac{230 / 3,6}{262,5 \cdot 0,965} = 3^\circ + 14^\circ = 17^\circ$$

$$\Theta_{75\%} = 17^\circ$$

Cet angle de calage est déterminé par rapport au plan de rotation de l'hélice.

**6) Calcul du Rendement optimum :** Le rendement est donné par la formule : ( D. Marie )

$$R = 0,54 \sqrt[16]{\frac{V^5}{\text{RPM}^2 \cdot P_{ch}}}$$

Avec les valeurs choisies précédemment, on trouve :

$$R = 0,54 \sqrt[16]{\frac{230^5}{2500^2 \cdot 180}} = 0,54 \sqrt[16]{572,11}$$

$$R^t = 0,803$$

7) **Calcul de l'aire totale** : Considérant la formule suivante :

$$A_t = 13\,307 \cdot \frac{T_0}{D^2 \cdot \text{RPM}^2} \quad \text{avec } A_t \text{ en m}^2$$

$$\text{Il vient alors } A_t = 13\,307 \cdot \frac{360}{1,93^2 \cdot 2500^2}$$

$$A_t = 0,206 \text{ m}^2$$

8) **Calcul de la corde de la pale** : On détermine la corde de la pale, à partir de l'aire totale :

$$C = \frac{A_t}{D}$$

$$C = \frac{0,206}{1,93} = 0,107 \text{ m.}$$

$$C \approx 11 \text{ cm.}$$

9) **Calcul du coefficient J** : D'après l'ouvrage "design of the aeroplane" on détermine le coefficient J par l'équation :

$$J = \frac{1056 V}{N \cdot D}$$

$$\begin{aligned} \text{avec : } N &= 2500 \text{ t/mn} \\ V &= 230 \text{ km/h} \\ &= 143 \text{ mph} \\ D &= 1,93 \text{ m.} \\ &= 76'' \end{aligned}$$

$$\text{D'où } J = \frac{1056 \cdot 143}{2500 \cdot 76} = 0,795$$

$$J = 0,8$$

Ce terme J est appelé coefficient d'avancement.

10) **Calcul du pas de l'hélice** : Nous avons utilisé 2 méthodes de détermination du pas :

101 ) Formule proposée par F. Guicheney :

$$\mathbf{H_0 = \frac{V}{N}}$$

avec V en m/s  
N en t/s

On obtient H<sub>0</sub> en m.

$$H_0 = \frac{63,89 \text{ m/s}}{41,67 \text{ t/s}} = 1,53 \text{ m. ( ou } 60,2 \text{ '' )}$$

$$\mathbf{H_0 = 1,53m = 60,2^2} \quad ( 1 )$$

102 ) D'après "Elements of Sport Aeroplane Design " : A partir d'un graphe  $J = f(p/D)$ , on détermine le ratio pas / Diamètre, en sachant que nous avons déjà calculé  $J = 0,80$  on relève  $p/D = 0,87$  soit :

$$p = 1,93 \cdot 0,87 = 1,68 \text{ m.} = 66 \text{ ''}$$

on en déduit également le " **Performance coefficient** " : **2,6**

$$\mathbf{H'_0 = 1,68m = 66^2} \quad ( 2 )$$

La vérité doit probablement se situer entre les 2.

Bibliographie : - Article de B. Michaud « Choisir son hélice » Aviasport avril 95  
- Elements of Sport Airplane Design par Vogel Aviation.