

<u>NOTICE</u> <u>TECHNIQUE</u>	N° : 011	Date :05 / 03 / 06	Révisée le :
-----------------------------------	----------	--------------------	--------------

## HELICE

### -MESURE DU MOMENT D'INERTIE -

( Adapté d'un article de Vol Moteur par Yves Tartrat )

1 ) **Méthode** : Il peut être parfois utile de mesurer le moment d'inertie " J " d'un objet en rotation pour effectuer des calculs prévisionnel ( Ex: Détermination d'un volant d'inertie ou prédétermination d'un réducteur ). Souvent un objet comme une hélice d'avion possède une géométrie complexe qui rend difficile le calcul direct de J.

Précisons que la méthode peut évidemment s'appliquer à tous objets en rotation autres que les hélices (disque par exemple ).

La résolution repose sur la mesure de la période d'un pendule oscillant à axe vertical .L'objet est suspendu au milieu d'un fil de torsion , qui est fixé à ses deux extrémités

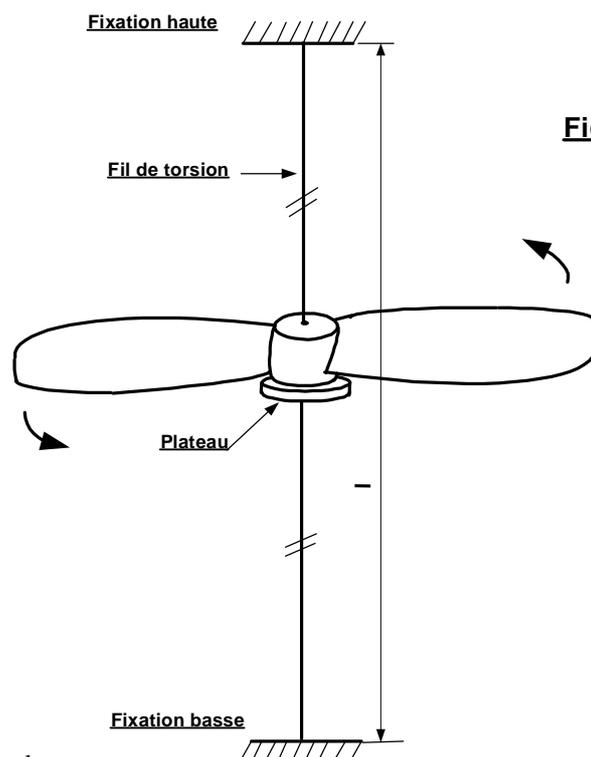
La formule théorique donnant la période est :

$$T = 2 \pi \sqrt{\frac{J}{C}} \quad \text{d'où} \quad J = \frac{C \cdot T^2}{4 \pi^2} \quad \begin{array}{l} \text{en Kg.m}^2 \\ \text{si C en m.N.rad}^{-1} \end{array}$$

Avec C = Constante de torsion du fil de suspension

2 ) **Mesure** : Le banc de mesure se compose d'un fil d'acier vertical de longueur L ,de diamètre d. Ce fil est accroché par pincement en partie haute, et en partie basse, à un support (poutre et sol) suffisamment résistant pour supporter le poids de l'hélice.

L'hélice est fixée au centre du fil sur un plateau horizontal , lui-même solidaire du fil , comme indiqué sur le schéma ci-dessous :



**Figure 1**

Après avoir écarté l'hélice de sa position d'équilibre d'un angle d'environ 30 ° , on mesure le temps écoulé pour que l'hélice effectue par exemple 10 oscillations.

On en déduit ainsi la période T qui est la durée en secondes d'une oscillation complète ( aller + retour )

Connaissant la constante de torsion du fil on en tire alors la valeur de J.

**3 ) Calcul de C :** La valeur de la constante de torsion d'un fil homogène ( par exemple en acier ) est donné par la formule :

$$C = \frac{\rho \cdot d^4}{32 \cdot l} G$$

Avec d = diamètre du fil (en mètres)

l = longueur du fil ( en mètres )

G = Module d'élasticité transversale de l'acier ou Module de Coulomb ( 8000 kg / mm<sup>2</sup> pour l'acier ou 8.10<sup>10</sup> N / m<sup>2</sup> )

Remarque: La formule donnée ci-dessus est valable pour un fil fixé à une extrémité et libre à l'autre.

Dans notre cas le fil étant fixé aux deux extrémités, la constante de torsion devra être doublée, ce qui donne :

$$C = \frac{2 \cdot \rho \cdot d^4}{32 \cdot l} \cdot G \quad \text{en simplifiant} \quad C = \frac{\rho \cdot d^4}{16 \cdot l} \cdot G \quad \text{en m.N. rad}^{-1}$$

**4) Exemple :** Nous avons pris pour l'exemple une hélice métallique Sensenich de diamètre 1,82 m. et de poids 15,85 kg. L'hélice a été suspendu au milieu d' un fil d'acier de longueur l = 3,30m. et de diamètre d = 2,6 mm. La période trouvée a été de T = 10,8 sec.

La formule de la **Constante d'Inertie** nous permet d'écrire :

$$C = \frac{\rho \cdot (2,6 \cdot 10^{-3})^4}{16 \cdot 3,30} \cdot 8 \cdot 10^{10} = 21,752 \cdot 10^{-2} \text{ m.N.rad}^{-1} \quad C = \boxed{21,8 \cdot 10^{-2} \text{ m.N.rad}^{-1}}$$

Le **Moment d'inertie en rotation** sera alors :

$$J = \frac{C T^2}{4\rho^2} = \frac{21,8 \cdot 10^{-2} \cdot 10,8^2}{39,5} = 64,37 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\boxed{J = 0,64 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}$$