ETUDE CINEMATIQUE D'UN ROTOR PRINCIPAL D'HELICOPTERE

1 PRESENTATION

La sustentation d'un hélicoptère est assurée par un rotor ou ensemble de pales tournant autour d'un axe sensiblement vertical.

Le fuselage de l'hélicoptère est repéré **0** auquel on associe le repère $R_0(O,\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0)$ défini de la manière suivante :

- $(O,\vec{z}_0)$ correspond à l'axe de rotation du rotor principal ;
- $(O,\vec{x}_0)$ définit l'axe longitudinal de l'appareil et est orienté de l'arrière vers l'avant ;
- $(O,\vec{y}_0)$ définit l'axe transversal.

1.1 STRUCTURE DU ROTOR PRINCIPAL

Le rotor principal est constitué par (figure 1) :

- Un moyeu central **1** en liaison pivot d'axe $(O,\vec{z}_0)$ avec le fuselage **0**. Ce moyeu est entraîné en rotation par la turbine ;
- Quatre pales **3**, **4**, **5**, **6** considérées comme indéformables ;
- Quatre pieds de pales identiques considérés comme indéformables, reliant les pales au moyeu.

Au moyeu **1** est associé le repère $R_1(O,\vec{x}_1,\vec{y}_{12},\vec{z}_{01})$

$\overrightarrow{OA_3} = r\,\vec{x}_1$

A la pale **3** est associé le repère $R_3(O,\vec{x}_{23},\vec{y}_3,\vec{z}_3)$

Au pied de pale **2** est associé le repère $R_2(O,\vec{x}_{23},\vec{y}_{12},\vec{z}_2)$

La pale représentée figure 2 est telle que :

$\overrightarrow{A_3B_3} = 2a\,\vec{x}_{23}$

$\overrightarrow{A_3C_3} = 22a\,\vec{x}_{23}$

$\overrightarrow{A_3M} = x\,\vec{x}_{23}$

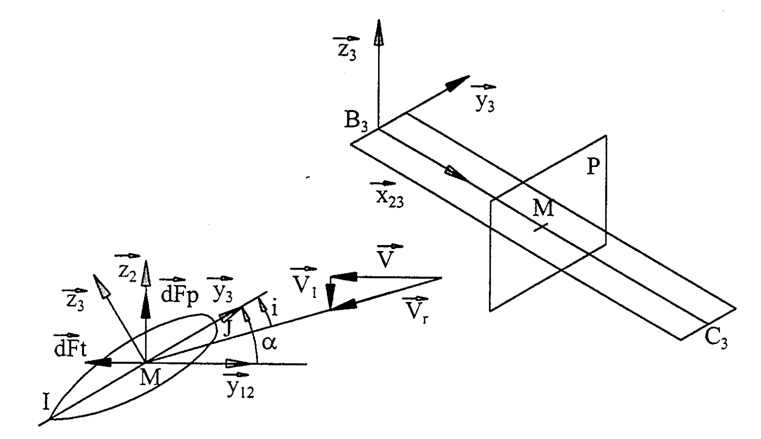


Figure 2

1.2 ETUDE DU MOUVEMENT GENERAL DES PALES

Les efforts de pression aérodynamiques sur les pales dépendent, entre autres, de la vitesse des pales par rapport au châssis. Pour cela une étude cinématique est nécessaire.

Question 1 : Proposer un graphe des liaisons du mécanisme du rotor principal. Nommer les liaisons et donner leurs caractéristiques géométriques

Modèle simplifié du rotor

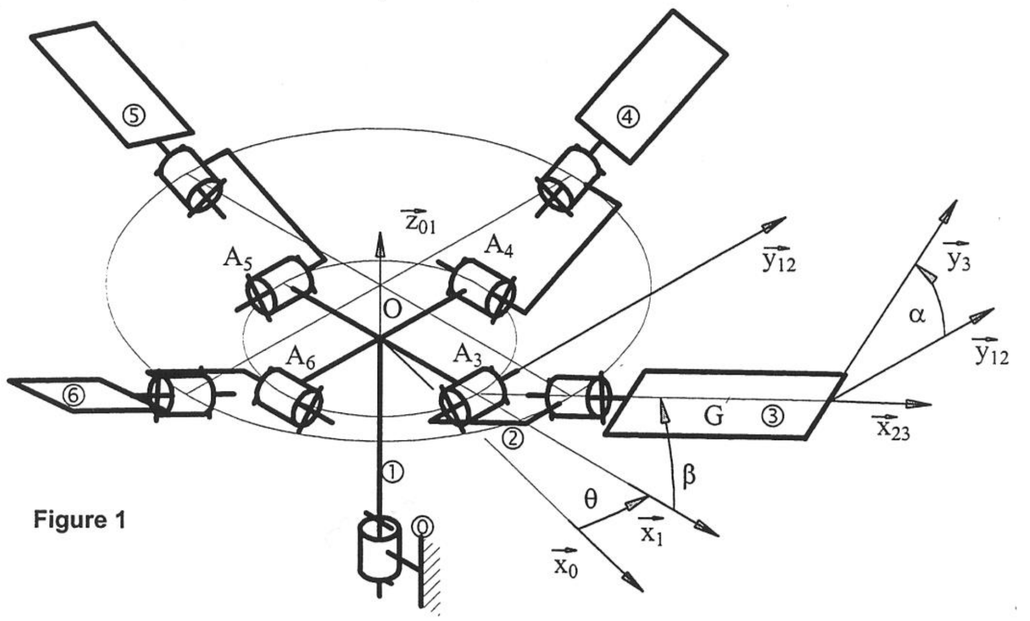
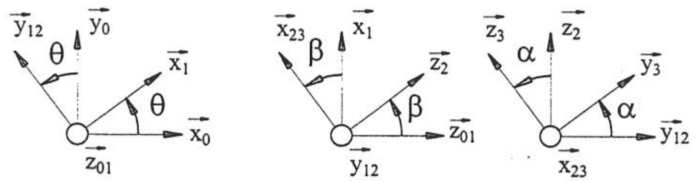


Figure 1

Figures « de calcul »



$\theta = (\vec{x}_0, \vec{x}_1)$: angle de rotation du rotor; $\beta = (\vec{x}_1, \vec{x}_{23})$: angle de battement;
$\alpha = (\vec{y}_{12}, \vec{y}_3)$: angle de pas

Question 2 : Exprimer le plus simplement possible les vecteurs positions des points A_3 et M <u>par rapport au</u> repère fixe.

Question 3 : Déterminer $\vec{V}(A_3/0)$ en fonction de $\dot{\theta}, r$ et exprimer le résultat <u>dans la base</u> $B_1(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$.

Question 4 : Déterminer $\vec{V}(M/0)$ en fonction de $\dot{\theta}, r, x, \beta$ et $\dot{\beta}$.

Question 5 : Déterminer l'accélération $\vec{a}(A_3/0)$ en fonction de $\ddot{\theta}, \dot{\theta}, r$ et exprimer le résultat dans la base $B_1(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$.

Question 6 : Déterminer l'accélération $\vec{a}(M/0)$ en fonction de $\ddot{\theta}, \dot{\theta}, r, x, \beta, \dot{\beta}, \ddot{\beta}$.

On prendra pour la suite $r = 0{,}5\text{m}$, $a = 0{,}3\text{m}$, $\overrightarrow{A_3G} = 12a$ et on supposera les constantes $\dot{\theta} = 230\text{tr/min}, \beta = 0°$. Pour une question de résistance au niveau des liaisons avec le pieds de pale, on veut vérifier que $\left\|\vec{a}(G/0)\right\| < 2500\text{m.s}^{-2}$

(ce qui correspond à une force centrifuge s'exerçant sur les liaisons de l'ordre de 250000N !)

Question 7 : Vérifier cette condition.