

1 PRESENTATION

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

Ce rotor, entraîné par un moteur, assure à la fois la sustentation et la propulsion de l'hélicoptère. Ce dernier est donc capable de vol stationnaire, de décollage, d'atterrissage vertical et de déplacement dans toutes les directions.

Un rotor auxiliaire nécessaire à la stabilisation de l'appareil est placé à l'extrémité du fuselage.

Une turbine délivre l'énergie mécanique permettant d'animer le rotor principal et le rotor de queue.

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

Au moyeu $\mathbf{1}$ 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 $\mathbf{3}$ est associé le repère

$$R_3(O, \vec{x}_{23}, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$$

Au pied de pale $\mathbf{2}$ est associé le

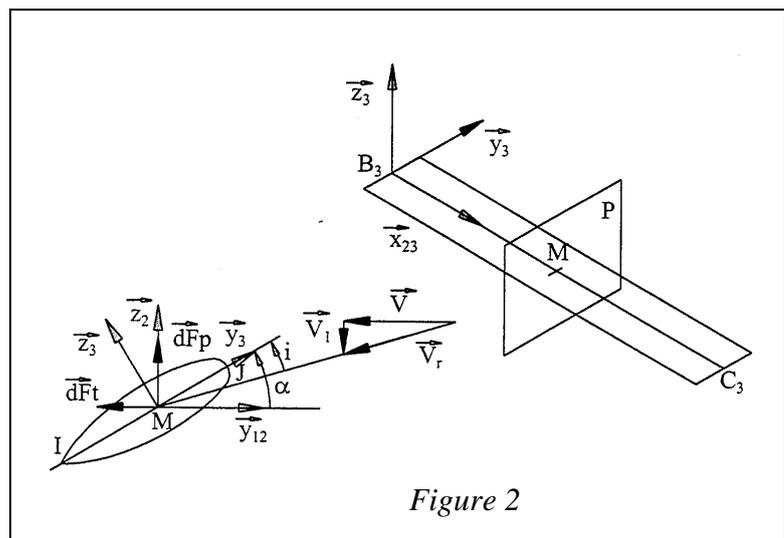
$$\text{repère } R_2(O, \vec{x}_{23}, \vec{y}_{12}, \vec{z}_2)$$

La pale représentée figure 2 est telle que :

$$\overrightarrow{A_3 B_3} = 2a \vec{x}_{23}$$

$$\overrightarrow{A_3 C_3} = 22a \vec{x}_{23}$$

$$\overrightarrow{A_3 M} = x \vec{x}_{23}$$



Modèle simplifié du rotor

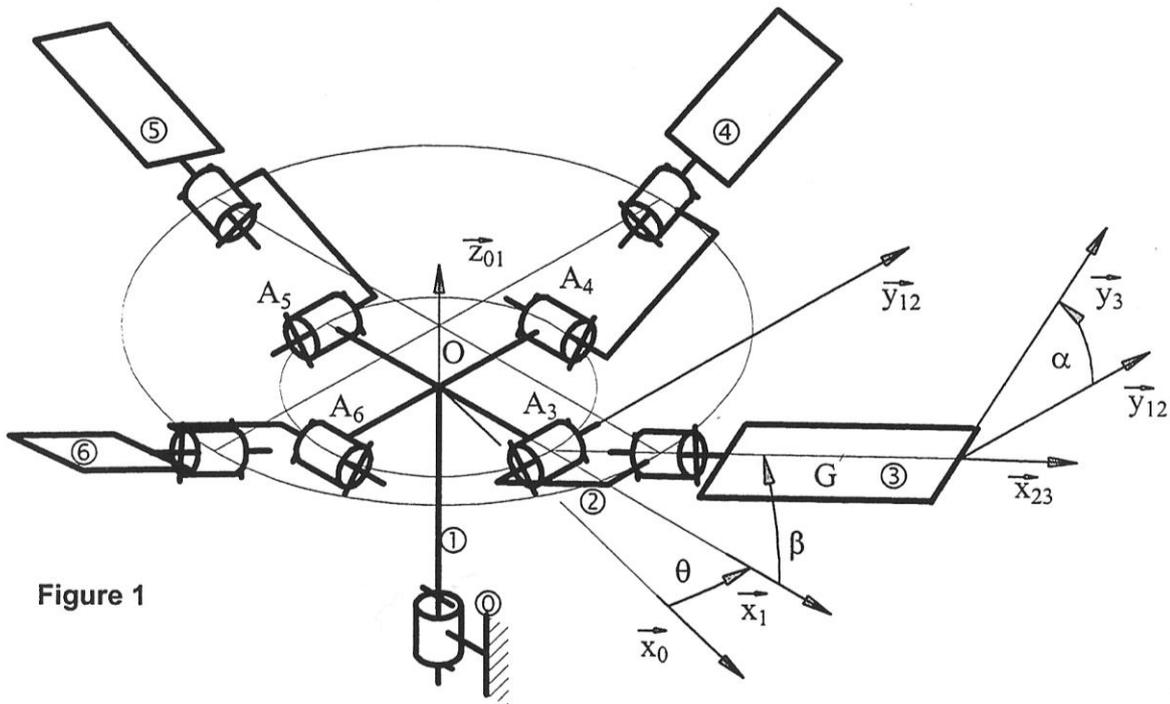
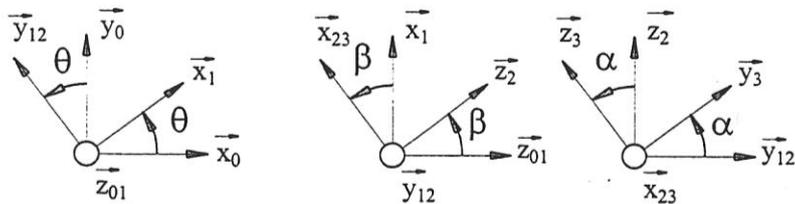


Figure 1

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

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

Question 2 : Exprimer les vecteurs positions des points A_3 et M

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

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

Question 3 : 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 3 : Déterminer l'accélération $\vec{a}(M/0)$ en fonction de $\ddot{\theta}, \dot{\theta}, r, x, \beta, \dot{\beta}, \ddot{\beta}$.