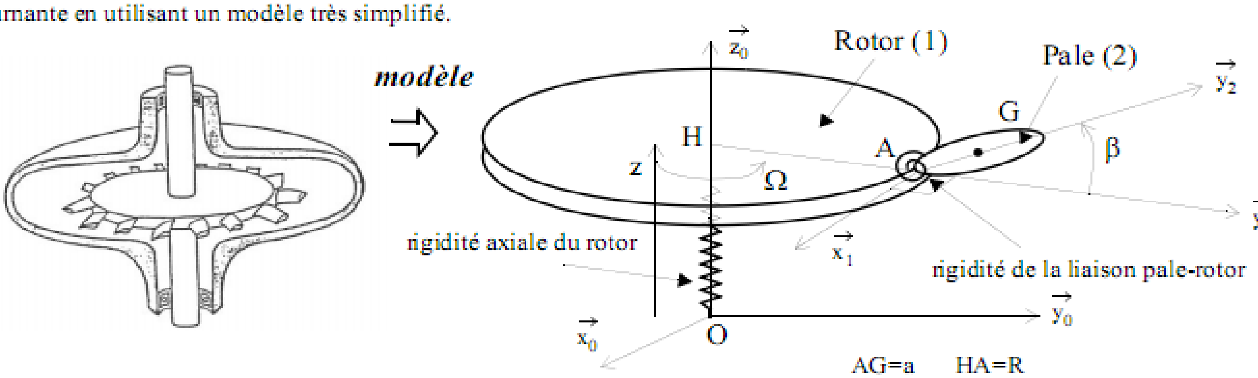
<u>Thème</u> : Principe fondamental de la dynamique.
<u>Support</u> : Rotor de turbine.

Rotor de turbomachine

PRESENTATION

On se propose d'étudier l'allure des phénomènes de résonnace qui pourraient se produire dans une structure de type machine tournante en utilisant un modèle très simplifié.



Le rotor (1) de la machine est représenté par un solide de révolution d'axe $(H, \vec{z_0})$, H désignant son centre de masse. On note M sa masse et I son moment d'inertie par rapport à son axe. Cet axe $(H, \vec{z_0})$ est continuellement confondu avec un axe fixe $(O, \vec{z_0})$ appartenant à un repère de référence $R_0 = (O, \vec{x_0}, \vec{y_0}, \vec{z_0})$ considéré galiléen. Le repère $R_1 = (H, \vec{x_1}, \vec{y_1}, \vec{z_0})$ est lié au rotor (1).

La liaison entre le stator et le rotor est de type pivot glissant parfait à laquelle se superpose une raideur axiale : le rotor peut se déplacer en translation colinéaire à $\vec{z_0}$ autour d'une position moyenne correspondant à H en O. Le rappel vers cette position est schématisé par un ressort de raideur K. On désigne par z la côte de H.

Simultanément, un moteur exerce sur (1) un couple $\Gamma(t) \cdot \vec{z_0}$ imposant une rotation uniforme autour de l'axe du rotor de vitesse angulaire Ω.

Dans un premier temps, nous ne considérons qu'un seul solide (2) appelé pale ainsi que le point A placé à la distance R de l'axe $(H, \vec{z_0})$. On définit $\overrightarrow{HA} = R \cdot \vec{y_1}$.

La liaison entre (1) et (2) est un pivot parfait d'axe $(A, \vec{x_1})$. On lie à (2) le repère orthonormé direct $R_2 = (A, \vec{x_1}, \vec{y_2}, \vec{z_2})$. G, son centre de masse est tel que $\overrightarrow{AG} = l \cdot \vec{y_2}$, l étant une constante positive. On désigne par m la masse de la pale.

La matrice d'inertie de la pale est : $I(G, b_2, 2) = \begin{pmatrix} i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & i \end{pmatrix}$. On néglige le moment d'inertie de la pale par rapport à $(A, \vec{y_2})$.

La roation de la pale autour de $(A, \vec{x_1})$ est définie par l'angle $\theta = (\vec{y_1}, \vec{y_2})$ et (2) est rappelée vers la position θ=0 par un ressort de torsion de raideur C.

Les forces dûes à l'action fluide s'opposent au mouvement de (2) par rapport à R0. Cet ensemble de forces est équivalent à une seule force appliquée en G égale à $-b \cdot \overrightarrow{V_{(G, 2/0)}}$ où b désigne une constante positive et $\overrightarrow{V_{(G, 2/0)}}$ la vitesse absolue de G.

On néglige les actions de la pesanteur.

QUESTIONS

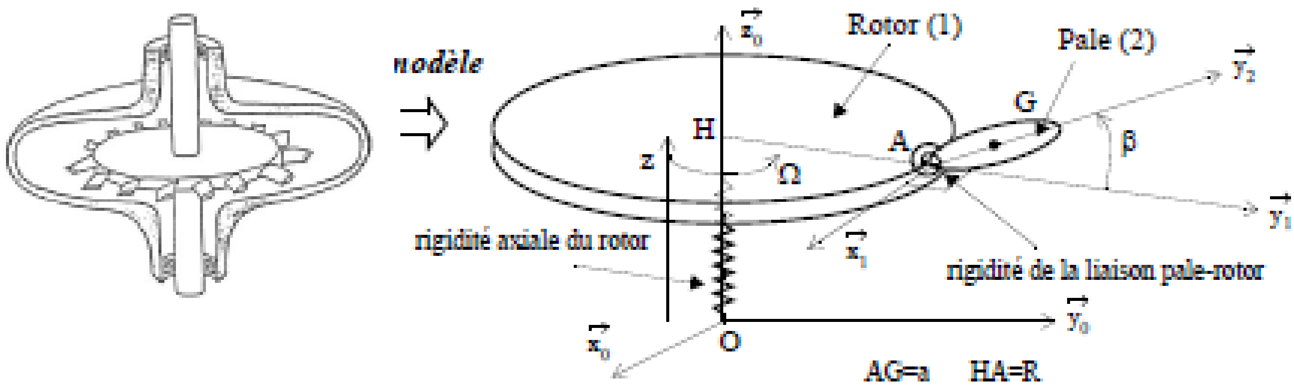
1- Ecrire les équations du mouvement du système..

2- Vérifier que (z=0 ; θ=0) est solution et déterminer la puissance du moteur pour maintenir ce régime.

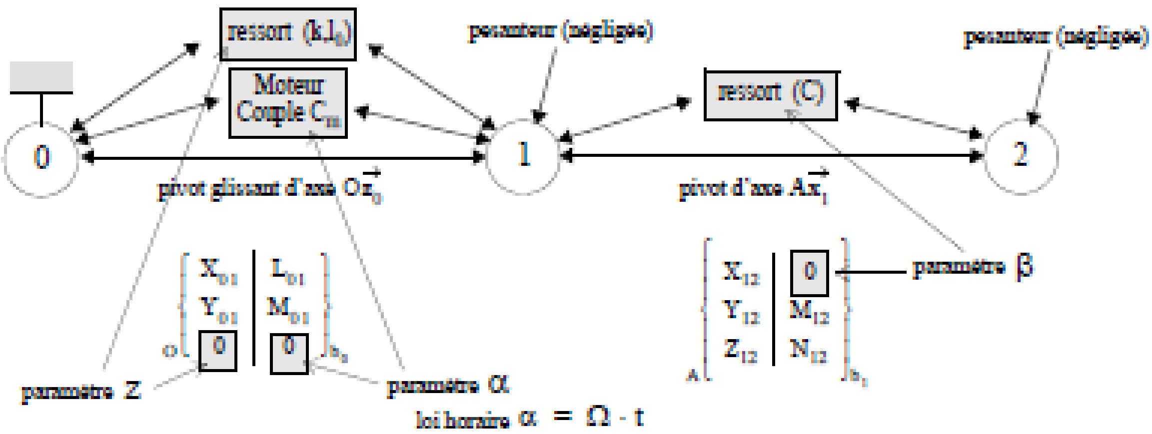
3- Ecrire les équations linéarisées du mouvement autour de la position (z=0 ; θ=0). En déduire l'équation matricielle du mouvement.

Analyse : Choix des équations de la dynamique (cas d'une chaîne ouverte).

Cas de la pale de turbine



Problématique : il s'agit de déterminer les équations du mouvement pour conduire une analyse vibratoire.

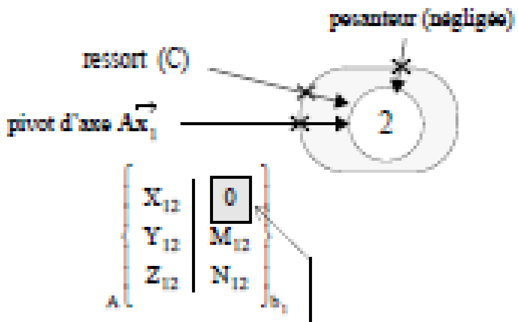


On peut définir 3 paramètres de mouvement : α, β et z.

Il existe une condition liée à la loi horaire : $\alpha = \Omega \cdot t$

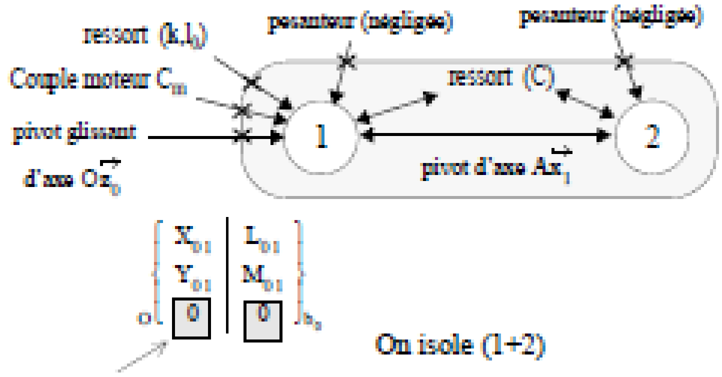
$\Rightarrow$ deux libertés de mouvement en z et en β

On recherche les équations liées aux libertés de mouvement ne faisant pas intervenir les inconnues de liaison.



On isole (2)

$$\sum \overrightarrow{M_{A(ext\to(2))}} \cdot \vec{x}_1 = \overrightarrow{\delta_{A((2)/R_g)}} \cdot \vec{x}_1$$



On isole (1+2)

$$\sum \overrightarrow{F_{(ext\to(1+2))}} \cdot \vec{z}_0 = \overrightarrow{R_{d((1+2)/R_g)}} \cdot \vec{z}_0$$