

Boîtier aéronautique de transfert de puissance

Principe Fondamental de la Dynamique



1. Présentation

L'étude porte sur un boîtier de transfert de puissance aéronautique, dont un modèle est représenté sur la photographie ci-contre. Ce composant est implanté sous le réacteur comme indiqué sur l'encart de la page de garde.

Sa fonction est :

- lors du lancement du réacteur, de transmettre la puissance issue du démarreur,
- lorsque le réacteur fonctionne, de distribuer une partie de la puissance prélevée au réacteur vers les différents accessoires nécessaires au bon fonctionnement de l'appareil qui sont :
 - la génératrice à courant continu,
 - l'alternateur,
 - la pompe hydraulique de commande,
 - le groupe carburant,
 - le module de lubrification.

Le schéma cinématique du modèle étudié est représenté sur la Figure 1.

Les arbres de la chaîne de transmission de puissance sont tubulaires, obtenus par forgeage et usinage. Chaque pièce finie présente un écart de coaxialité entre l'axe du cylindre extérieur, et celui de l'alésage.

L'objectif de l'étude est de montrer l'opportunité de l'équilibrage dynamique de la pièce 4 présentant un défaut de coaxialité. Cet arbre distribue une partie de la puissance fournie par le réacteur, venant de l'arbre 3, à la pompe hydraulique liée à l'arbre 4 et à l'ensemble « groupe de lubrification-pompe de carburant » situé en aval de l'arbre 5 (Figure 1).

Description du mécanisme :

- Au bâti S0 on associe le repère $R_0 (A; \bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$, repère lié à l'avion, \bar{Y} étant vertical ascendant.
- Le solide S4 est lié au bâti S0 par une liaison rotule en A (supposée parfaite) et une liaison linéaire annulaire (supposée parfaite) d'axe $(B; \bar{X}_4)$ tel que : $\bar{X}_4 = \bar{X}$. On associe à S4 le repère $R_4 (A; \bar{X}_4, \bar{Y}_4, \bar{Z}_4)$ et on notera θ le paramètre de rotation: $\theta = (\bar{X}, \bar{X}_4)$ (ANNEXE 1).

Le solide S4 est soumis en D à l'action de l'arbre 3 et en E à l'action de l'arbre 5, toutes deux modélisées en C par le torseur :

$$F = \left\{ \begin{array}{cc} T_x & C_m \\ T_y & 0 \\ T_z & 0 \end{array} \right\}_{C; \bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}}$$

L'action de la pompe sur le solide S4 est appliquée en A et donnée par le torseur :

$$F_{h4} = \left\{ \begin{array}{cc} 0 & C_r \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{A; \bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}}$$

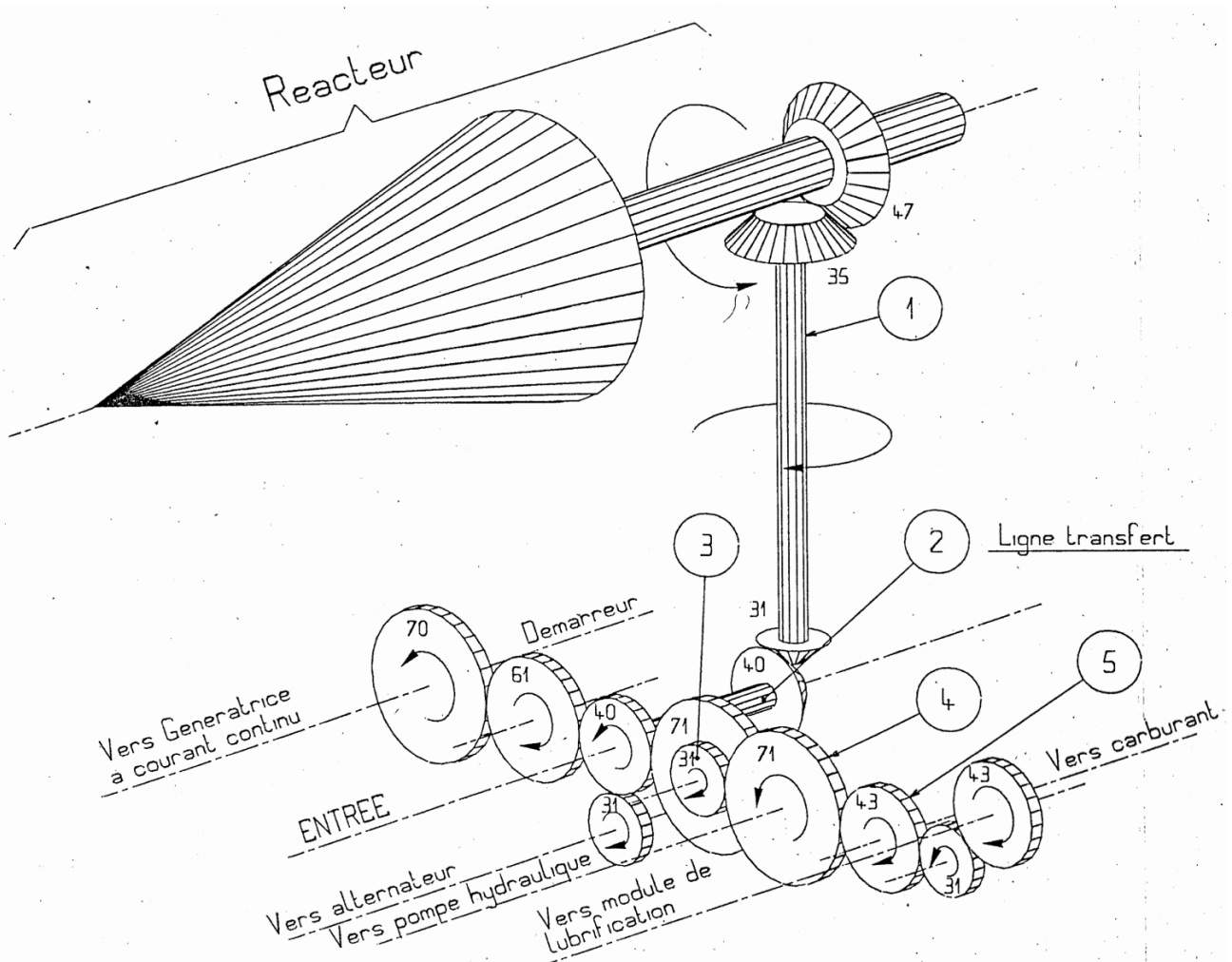


Figure 1. Schéma cinématique

2. Etude cinétique du solide S4

Le solide S4 est constitué de deux solides, un pignon (solide S4a) et un arbre tubulaire présentant un défaut d'excentration (solide S4b) (voir ANNEXES 1 et 2) : $S4 = S4a + S4b$.

- Solide S4a :

Le solide S4a est assimilé à un cylindre creux d'axe $(A; \vec{X})$, de longueur L , de rayon intérieur r_i et de rayon extérieur r_e , de centre de masse C et de masse m_{4a} .

La matrice d'inertie du solide S4a en C est donnée par :

$$[I_C(S4a)] = \begin{bmatrix} A_a & 0 & 0 \\ 0 & B_a & 0 \\ 0 & 0 & B_a \end{bmatrix}_{C; \vec{X}; \vec{Y}_4; \vec{Z}_4}$$

- Solide S4b :

Le solide S4b est limité par un cylindre extérieur d'axe $(A; \vec{X})$, de longueur b , de rayon $R_e = r_i$, et par un cylindre intérieur d'axe $(A_r; \vec{X})$, de longueur b et de rayon R_i . A_r est défini par le vecteur position $\vec{AA}_r = e \vec{Y}_4$ (ANNEXE 2).

La masse de S4b est m_{4b} . On note G le centre de masse de S4b, défini par le vecteur position : $\vec{AG} = x_G \vec{X}_4 + y_G \vec{Y}_4$.

Q.1. Déterminer X_G et Y_G en fonction de e , b , R_e et R_i

Q.2. Montrer que la matrice d'inertie de S4b en A est de la forme donnée ci-dessous :

$$[I_A(S4b)] = \begin{bmatrix} A_b & -F_b & 0 \\ -F_b & B_b & 0 \\ 0 & 0 & C_b \end{bmatrix}_{A; \vec{X}; \vec{Y}_4; \vec{Z}_4}$$

3. Etude dynamique

$\vec{g} = -g \vec{Y}$ désigne l'accélération de la pesanteur. Dans toute la suite du problème, l'avion se déplace en translation rectiligne uniforme par rapport à un repère lié à la terre supposé galiléen.

Q.3. Effectuer le bilan des actions mécaniques s'exerçant sur le solide S4 en précisant pour chacune d'elles le torseur associé.

Q.4. Enoncer le Principe Fondamental de la Dynamique. Par application de ce principe au solide S4 déterminer les actions de liaisons inconnues en A et B , ainsi que l'équation de mouvement.

Q.5. Quels sont les effets en A et B dus à l'écart de coaxialité ? Quelle est la vitesse de rotation maximale constante de l'arbre telle que l'effet maximal du à l'écart de coaxialité soit égal à $25.m_{4b}.g$ (g désignant l'accélération de la pesanteur) ?

Application numérique :

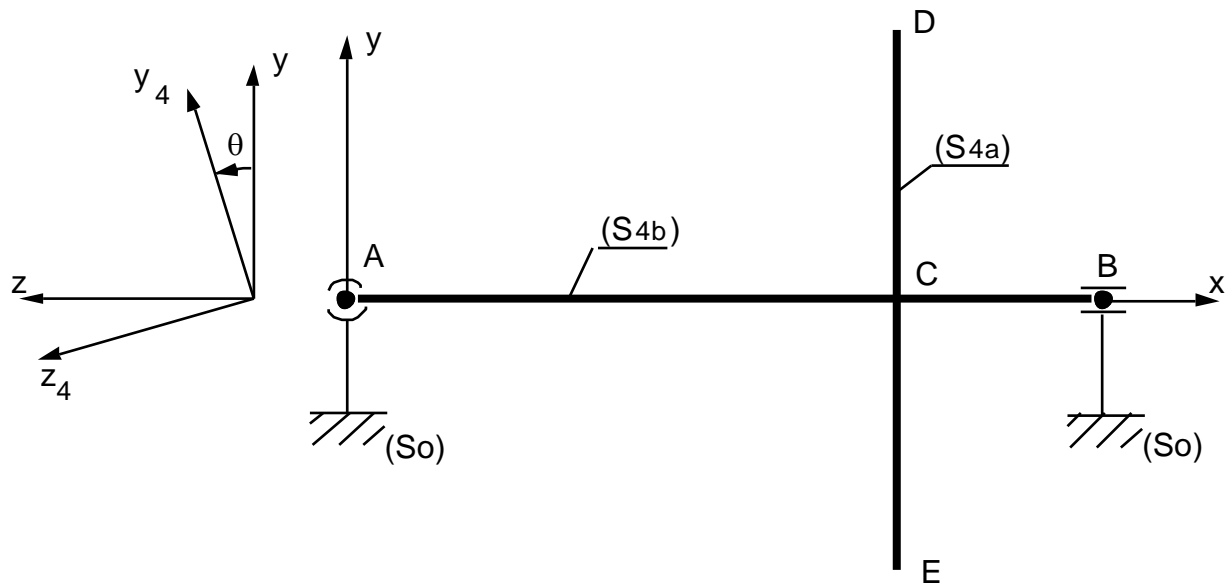
$$e = 0,1 \text{ mm}$$

$$R_e = 23 \text{ mm}$$

$$R_i = 18 \text{ mm}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

ANNEXE 1 : Schématisation et paramétrage du solide 4



Paramétrage :

$$\begin{aligned} \overrightarrow{AB} &= b \overrightarrow{x} & \overrightarrow{CD} &= r_e \overrightarrow{y} \\ \overrightarrow{AC} &= c \overrightarrow{x} & \overrightarrow{CE} &= -r_e \overrightarrow{y} \end{aligned}$$

ANNEXE 2 : Coupe de l'arbre S4b

