

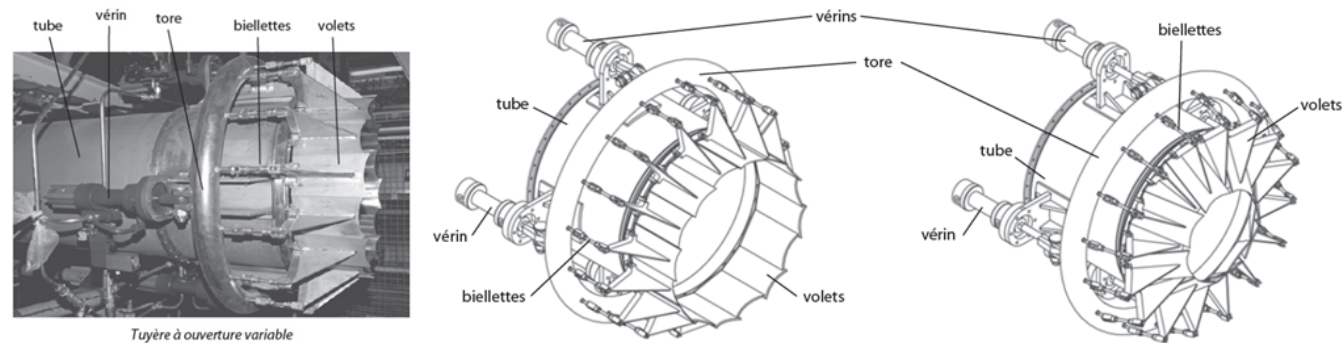
1. Tuyère à ouverture variable

1.1 Principe de fonctionnement d'un turboréacteur

Un turboréacteur est un propulseur fonctionnant sur le principe d'action-réaction. La différence de vitesse entre l'air entrant et les gaz produits entraîne une variation de quantité de mouvement et donc un effort de poussée. L'air ambiant est conditionné à l'entrée puis comprimé à l'aide de compresseurs centrifuges à étages multiples. Le carburant est alors injecté dans la chambre de combustion, mélangé à l'air puis enflammé, ce qui produit ainsi l'énergie permettant l'accélération des gaz au passage de la tuyère d'éjection à ouverture variable. Leur passage dans une turbine permet en outre d'entraîner les étages de compression.



FIGURE 1 – Avion de combat Rafale propulsé par deux moteurs Snecma M88



1.2 Modélisation de la chaîne réalisant l'exigence *faire varier le diamètre de la veine de fluide*

Cette partie a pour objectif de proposer un modèle de comportement pour les éléments constitutifs de la chaîne fonctionnelle réalisant l'exigence 1.1. Cette modélisation permettra de valider une partie des performances attendues.

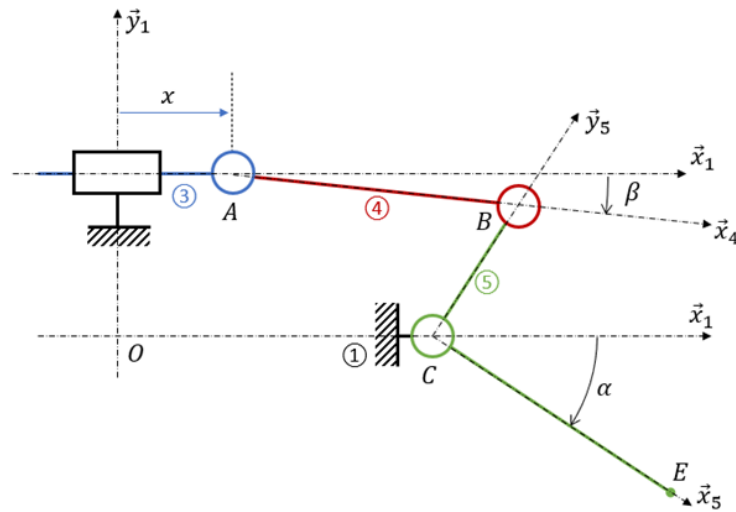
Dans l'ensemble de cette partie, nous n'étudierons qu'une seule des quatre chaînes fonctionnelles constituant le système complet. Nous ferons l'hypothèse que les chaînes sont parfaitement identiques.

On donne ci-dessous un extrait du cahier des charges relatif à la fonction de service.

Exigence	Critères d'appréciation	Niveau
Id = 1.1 Faire varier le diamètre de la veine de fluide	Diamètre de la veine de fluide	de 400 à 600 mm

1.3 Modélisation et paramétrage

Le schéma cinématique est donné ci-dessous :



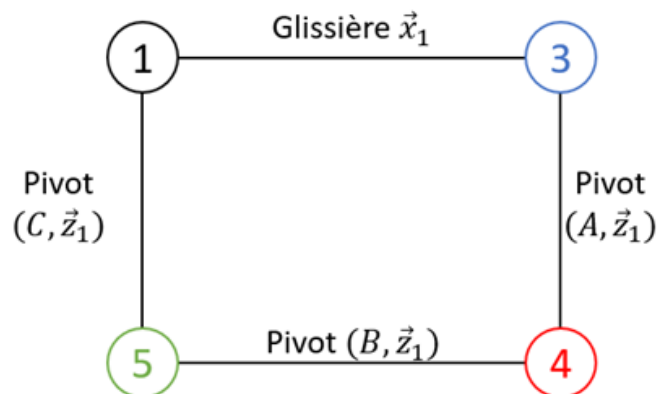
La tige de vérin 3 agit sur la biellette 4 pour incliner le volet 5. On donne :

$$\overrightarrow{OA} = x.\vec{x}_1 + h.\vec{y}_1; \overrightarrow{OC} = l.\vec{x}_1; \overrightarrow{AB} = l.\vec{x}_4; \overrightarrow{CB} = h.\vec{y}_5; \overrightarrow{CE} = L.\vec{x}_5$$

D'autre part, lorsque $x = 0$, le diamètre de la veine est de $D_0 = 600mm$.

Question 1: Réaliser le graphe des liaisons du système.

Réponse 1:



Question 2: Déterminer la relation donnant x en fonction de α .

Réponse 2: Pour cela nous allons réaliser une fermeture géométrique.

$$\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CO} = \vec{0}$$

$$\text{En remplaçant, il vient : } h.\vec{y}_1 + x\vec{x}_1 + l\vec{x}_4 - h\vec{y}_5 - l\vec{x}_1 = \vec{0}$$

Soit, en projetant dans $\mathcal{B}_1$:

$$\begin{cases} x + l \cos(\beta) + h \sin(\alpha) - l = 0 \\ h + l \sin(\beta) - h \cos(\alpha) = 0 \end{cases}$$

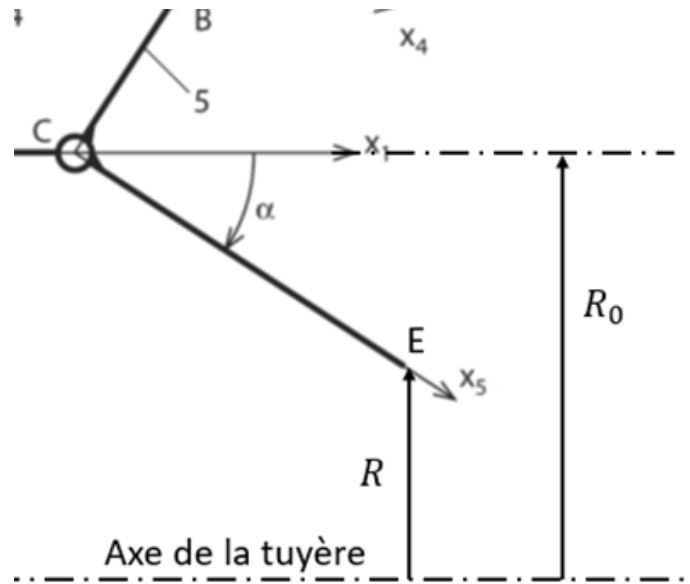
On souhaite éliminer β , pour cela on isole les termes avec β , on passe les équations au carré puis on les somme :

$$l^2 = (l - x - h \sin(\alpha))^2 + (h \cos(\alpha) - h)^2$$

$$\text{Comme } l - x - h \sin(\alpha) > 0 : l - x - h \sin(\alpha) = \sqrt{l^2 - (h \cos(\alpha) - h)^2}$$

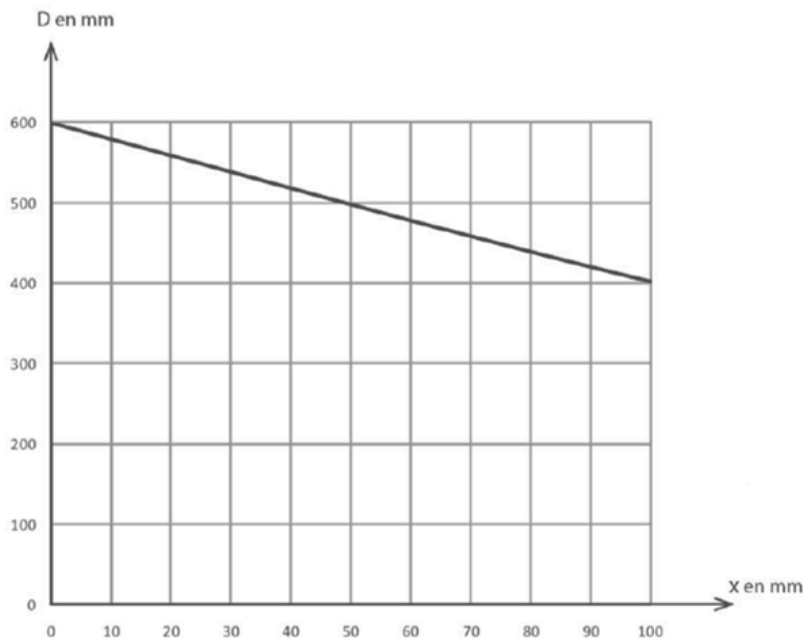
$$\text{Soit : } x = l - h \sin(\alpha) - \sqrt{l^2 - (h \cos(\alpha) - h)^2}.$$

Question 3: Exprimer par la méthode de votre choix le diamètre D de la veine fluide en fonction de α , D_0 le diamètre initial de la tuyère et L . Un schéma peut vous aider.

Réponse 3:

Le rayon de la tuyère est $R_0 = R + \overrightarrow{EC} \cdot \vec{y}_1$ donc $R_0 = R - Lx_5 \cdot \vec{y}_1 = R - L \sin(\alpha)$. Soit en multipliant par deux pour obtenir le diamètre : $D = D_0 + 2L \sin(\alpha)$.

On donne l'évolution de D en fonction de x .



Question 4: Proposer une expression de D en fonction de x puis donner la course du vérin pour respecter le cahier des charges.

Réponse 4: La fonction $D(x)$ est une droite pour $D \in [400, 600]$. On trouve

$$D(x) = \frac{600 - 400}{100}x + 600, \text{ d'où } D(x) = -2x + 600.$$

De manière assez évidente, la course du vérin doit être $C = 100 \text{ mm}$.