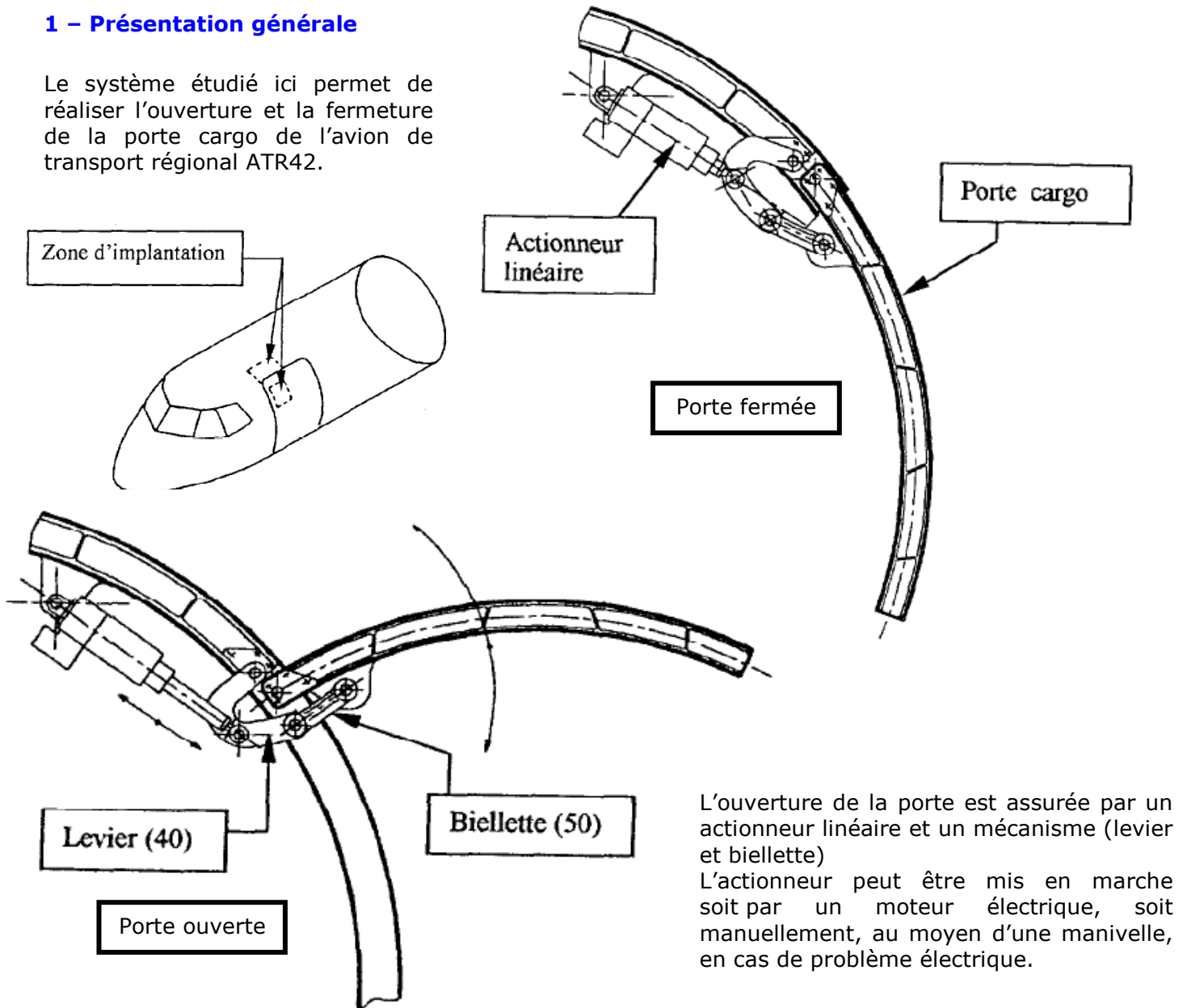


Actionneur linéaire de porte de cargo

1 – Présentation générale

Le système étudié ici permet de réaliser l'ouverture et la fermeture de la porte cargo de l'avion de transport régional ATR42.

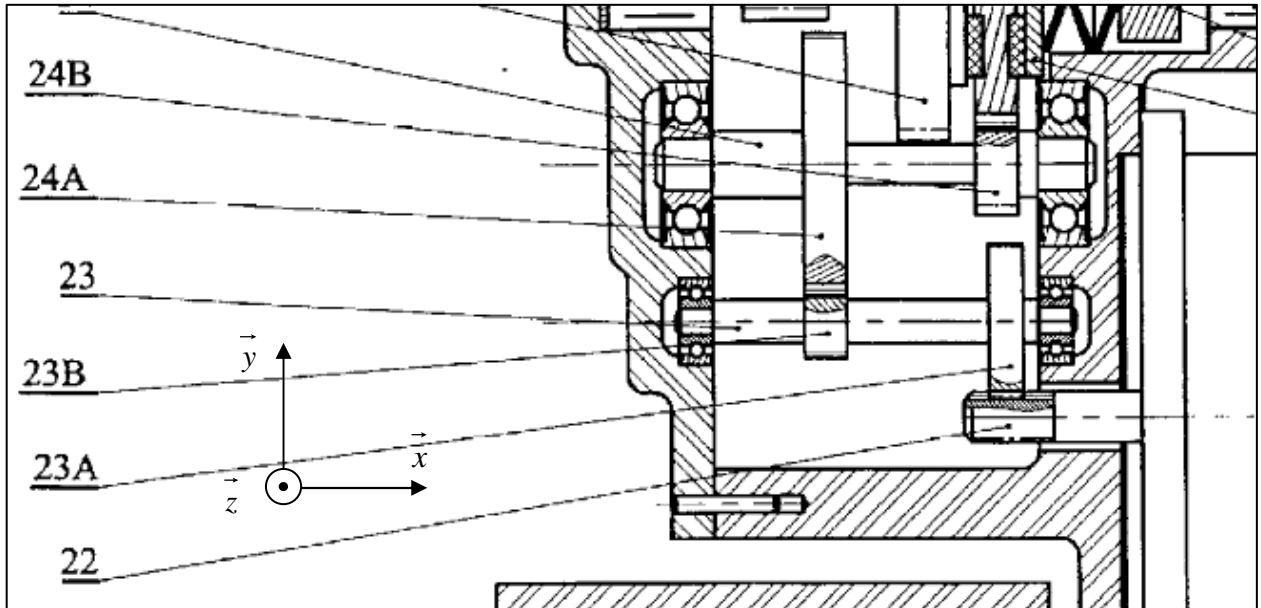


L'ouverture de la porte est assurée par un actionneur linéaire et un mécanisme (levier et biellette)

L'actionneur peut être mis en marche soit par un moteur électrique, soit manuellement, au moyen d'une manivelle, en cas de problème électrique.

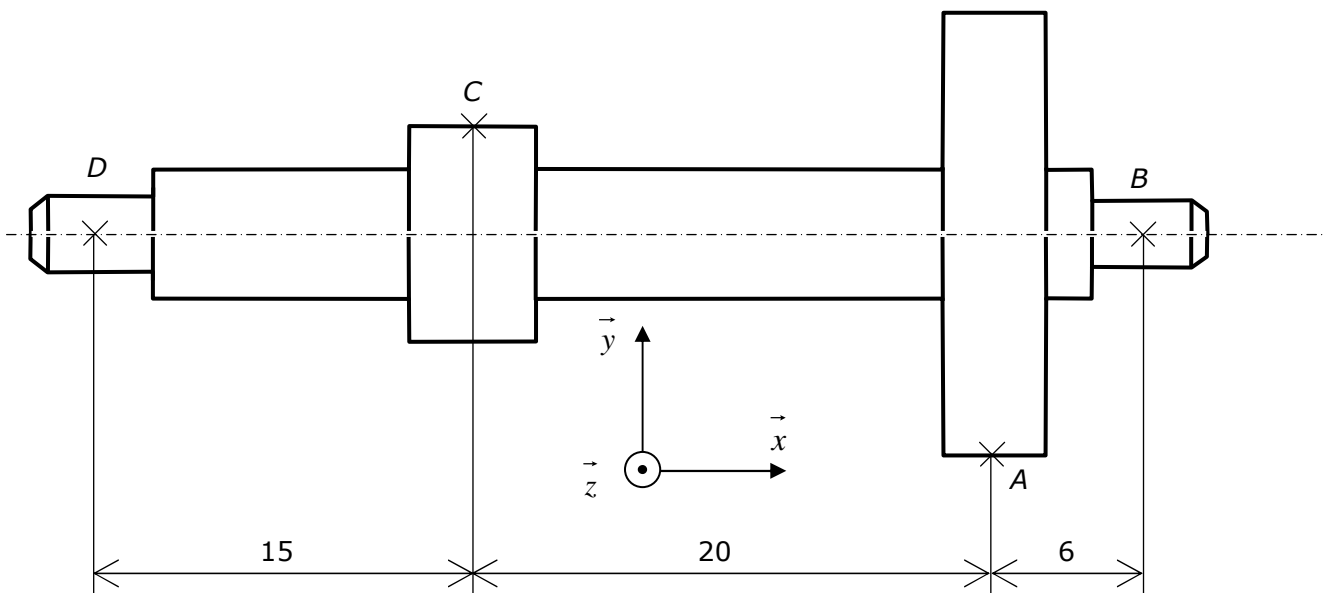
2 – Données techniques

On donne l'extrait du plan d'ensemble montrant le montage de roulements pour guider en rotation l'arbre (23) par rapport au bâti.



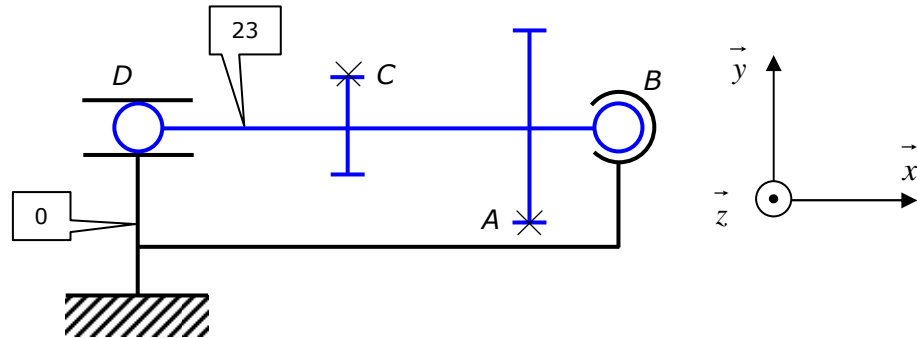
On donne le plan simplifié de l'arbre (23) avec ses principales dimensions :

- ⇒ Les points *B* et *D* correspondent aux centres des roulements à billes.
- ⇒ Les points *A* et *C* correspondent aux contacts d'engrènement : en *A* avec (22), en *C* avec (24A)
- ⇒ Diamètres primitifs des roues dentées : $d_{23A} = 18 \text{ mm}$; $d_{23B} = 7,2 \text{ mm}$
- ⇒ Diamètres de montage des roulements : $d_B = d_D = 4 \text{ mm}$
- ⇒ Type de denture : droite
- ⇒ Profil de denture : à développante de cercle (angle de pression : $\alpha = 20^\circ$)



On donne la modélisation cinématique du guidage en rotation de l'arbre (23) avec le bâti :

- ⇒ Le bâti a le repère (0)
- ⇒ On donne le repère (23) à l'ensemble (23 ; 23A ; 23B)
- ⇒ La liaison en D est modélisée par une **linéaire annulaire** d'axe (D ; X)
- ⇒ La liaison en B est modélisée par une **rotule** de centre B



On donne l'effort au point A du pignon moteur (22) sur (23) :

$$\{A_{22/23}\}_A = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 19,5 & 0 \\ -54 & 0 \end{Bmatrix}$$

On donne la forme de l'effort au point C de la roue (24A) sur (23) :

$$\{C_{24/23}\}_C = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -0,364 \cdot |Z_{C24/23}| & 0 \\ Z_{C24/23} & 0 \end{Bmatrix}$$

*Remarques : le coefficient « - 0,364 » provient de la géométrie de la denture (des calculs préalables ont été faits pour vous afin de vous simplifier la tâche)
Par ailleurs, vous noterez bien qu'on utilise la valeur absolue de la composante sur Z. La composante sur Y sera donc obligatoirement négative.*

On donne la vitesse de rotation de l'arbre (23) par rapport au bâti (0) : $N_{23/0} = 844 \text{ Tr / min}$

On donne la durée de vie de l'avion cargo : 40 ans

*Cette valeur, moyennant quelques calculs que l'on ne vous demande pas, amène à dire que les roulements utilisés dans le guidage de l'arbre (23) doivent subir une **charge radiale au maximum égale à 30% de leur capacité de charge dynamique.***

On donne la référence des roulements utilisés (identiques en B et D) : Réf. = 4 BC 02

- ⇒ Diamètre de montage sur l'arbre : $d = 4 \text{ mm}$
- ⇒ Type : BC (roulement à billes à contact radial)
- ⇒ Série de dimensions : 02

On donne l'extrait de catalogue pour les roulements utilisés en B et D.

| d | Série de dimensions 10 | | | | | | Série de dimensions 02 | | | | | |
|------|------------------------|----|-----|-----------------------|----------|------------------|------------------------|----|------|-----------------------|----------|-----------------|
| | D | B | r | C _o daN | C daN | n max* tr/min | D | B | r | C _o daN | C daN | n max tr/min |
| 3 | | | | | | | 10 | 4 | 0,15 | 17 | 48,8 | 48 000 |
| 4 | | | | | | | 13 | 5 | 0,2 | 31,5 | 84,4 | 45 000 |
| 5 | | | | | | | 16 | 5 | 0,3 | 44 | 111 | 40 000 |
| 6 | | | | | | | 19 | 6 | 0,3 | 72 | 172 | 38 000 |
| 8 | 22 | 7 | 0,3 | 134 | 325 | 38 000 | | | | | | |
| 9 | 24 | 7 | 0,3 | 153 | 371 | 36 000 | 26 | 8 | 0,3 | 196 | 462 | 32 000 |
| 10 | 26 | 8 | 0,3 | 196 | 462 | 28 000 | 30 | 9 | 0,6 | 224 | 507 | 30 000 |
| 12 | 28 | 8 | 0,3 | 224 | 507 | 26 000 | 32 | 10 | 0,6 | 310 | 689 | 28 000 |
| 15 | 32 | 9 | 0,3 | 250 | 559 | 28 000 | 35 | 11 | 0,6 | 355 | 780 | 24 000 |
| 17 | 35 | 10 | 0,3 | 280 | 605 | 24 000 | 40 | 12 | 0,6 | 450 | 956 | 20 000 |
| 20 | 42 | 12 | 0,6 | 450 | 936 | 20 000 | 47 | 14 | 1 | 620 | 1 270 | 18 000 |
| 25 X | 47 | 12 | 0,6 | 560 | 1 120 | 18 000 | 52 | 15 | 1 | 695 | 1 400 | 15 000 |
| 30 ✓ | 55 | 13 | 1 | 680 | 1 330 | 15 000 | 62 | 16 | 1 | 1 000 | 1 950 | 13 000 |

3 – Objectif de l'étude

Vérifier si les roulements utilisés pour guider en rotation l'arbre (23) sont conformes aux exigences attendues.

4 – Travail demandé

PARTIE A

Vérification de la conformité de la vitesse de rotation

Q1 – Connaissant la référence du roulement utilisé, rechercher dans l'extrait du catalogue la vitesse de rotation maximale autorisée :

| |
|---------------------------|
| $N_{\max} =$ _____ Tr/min |
|---------------------------|

Q2 – Rappeler la vitesse de rotation de l'arbre (23) par rapport au bâti (0) et conclure :

PARTIE B

Vérification de la conformité de la durée de vie du montage de roulement

Calcul de la charge sur un roulement à ne pas dépasser.

Q3 – Connaissant la référence du roulement utilisé, rechercher dans l'extrait du catalogue la capacité de charge dynamique :

$C = \text{_____} \text{ N}$

- ☞ La capacité de charge dynamique est notée C .
- ☞ Attention à l'unité ; on vous demande ici des Newtons (N)

Q4 – Connaissant la durée de vie de l'avion, calculer en N la charge radiale maximum que peuvent subir les roulements en B et D :

$F_{RB \max} = F_{RD \max} = \text{_____} \text{ N}$

Calcul des charges effectives sur les roulements en B et D .

La connaissance des efforts sur les roulements passe par une étude de statique de l'arbre (23).

Q5 – Mener l'étude statique de l'arbre (23) proposée ci-dessous.

a) On isole l'arbre (23)

b) BAME (4 efforts)

En A : $\{A_{22/23}\}_A = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 19,5 & 0 \\ -54 & 0 \end{Bmatrix}$

En C : $\{C_{24/23}\}_C = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -0,364 \cdot |Z_{C24/23}| & 0 \\ Z_{C24/23} & 0 \end{Bmatrix}$

En B : $\{B_{0/23}\}_B = \begin{Bmatrix} \text{_____} & \text{_____} \\ \text{_____} & \text{_____} \\ \text{_____} & \text{_____} \end{Bmatrix}$

En D : $\{D_{0/23}\}_D = \begin{Bmatrix} \text{_____} & \text{_____} \\ \text{_____} & \text{_____} \\ \text{_____} & \text{_____} \end{Bmatrix}$

=> Le BAME comptabilise donc _____ inconnues algébriques.

c) Sur feuille de copie, transporter les torseurs au point B .

d) Sur feuille de copie, appliquer le PFS pour obtenir le système d'équations.

e) Sur feuille de copie, résoudre le système d'équations.

SOYEZ CLAIR DANS VOTRE PRESENTATION.

f) Synthétiser les résultats :

En A : $\{A_{22/23}\}_A = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 19,5 & 0 \\ -54 & 0 \end{Bmatrix}$

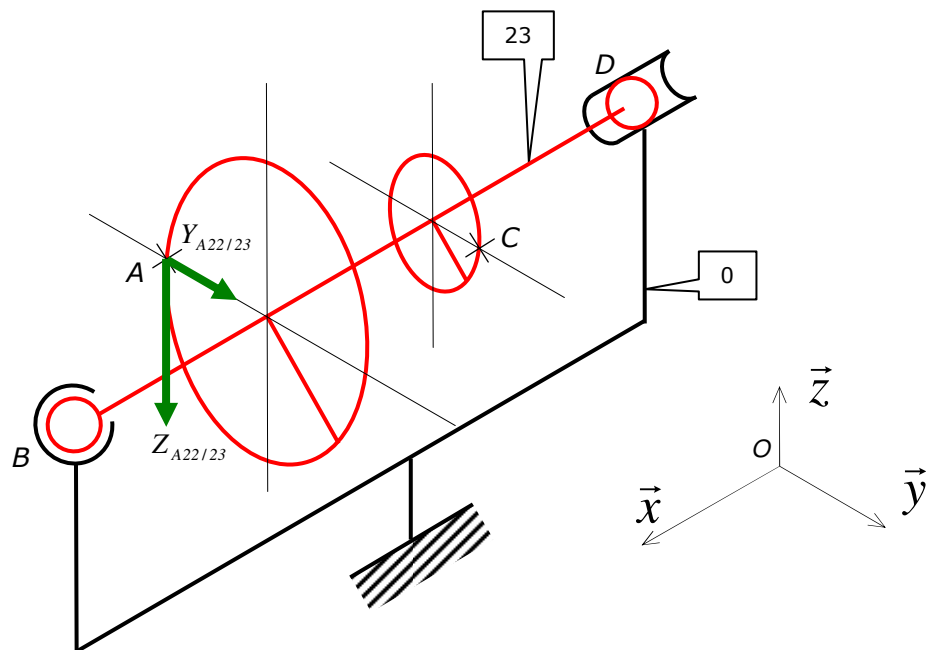
En C : $\{C_{24/23}\}_C = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ \underline{\hspace{2cm}} & 0 \\ \underline{\hspace{2cm}} & 0 \end{Bmatrix}$

En B : $\{B_{0/23}\}_B = \begin{Bmatrix} \underline{\hspace{2cm}} & \underline{\hspace{2cm}} \\ \underline{\hspace{2cm}} & \underline{\hspace{2cm}} \\ \underline{\hspace{2cm}} & \underline{\hspace{2cm}} \end{Bmatrix}$

En D : $\{D_{0/23}\}_D = \begin{Bmatrix} \underline{\hspace{2cm}} & \underline{\hspace{2cm}} \\ \underline{\hspace{2cm}} & \underline{\hspace{2cm}} \\ \underline{\hspace{2cm}} & \underline{\hspace{2cm}} \end{Bmatrix}$

g) Reporter en vert sur le schéma 3D les composantes des vecteurs force $\vec{B}_{0/23}$, $\vec{C}_{24/23}$ et $\vec{D}_{0/23}$:

↳ Les composantes du vecteur force $\vec{A}_{22/23}$ ont déjà été mises...



Calcul des charges radiales dans les paliers à roulement en B et D

On appelle « *composante radiale* » une composante de force qui est selon le rayon. L'axe du palier en B étant l'axe X, les composantes radiales sont portées par les axes Y et Z. Puisqu'elles sont perpendiculaires l'une et l'autre, la charge radiale totale s'obtient en appliquant le théorème de Pythagore, soit :

$$F_{RB} = \sqrt{Y_{B0/23}^2 + Z_{B0/23}^2} = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$F_{RD} = \sqrt{Y_{D0/23}^2 + Z_{D0/23}^2} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Conclusion quant au bon dimensionnement des roulements en B et D

↳ Comparez vos résultats précédents avec ceux de la question Q4.
