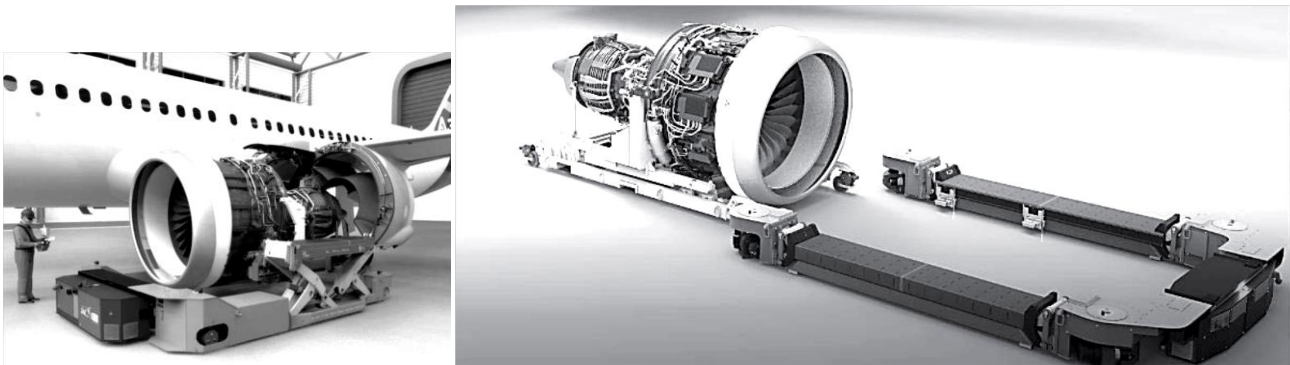


## Contrôle continu de statique

### Étude du chariot JacXson U70

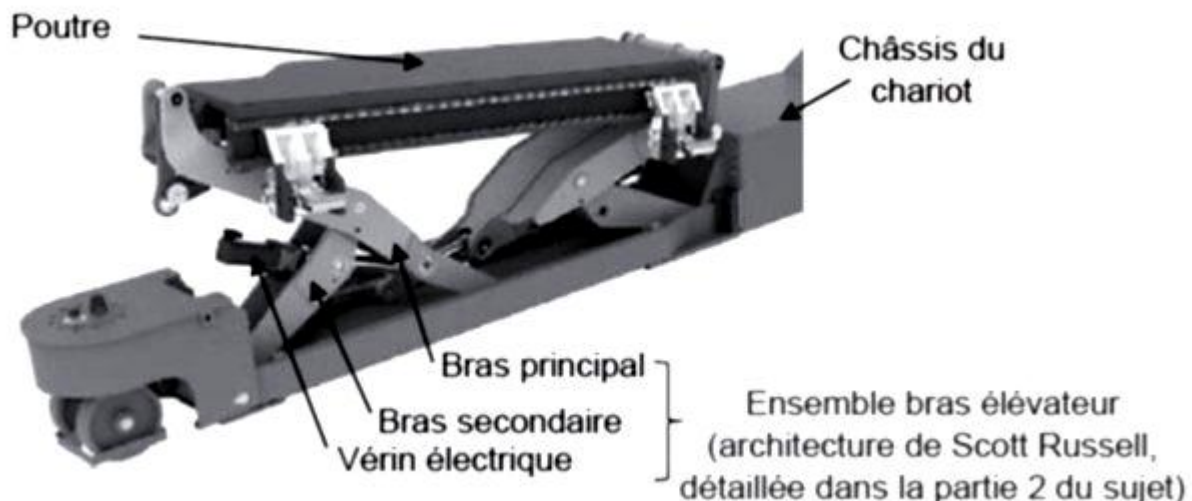
La révision d'un moteur d'avion s'avère l'une des opérations plus contraignantes. En effet, ce dernier doit être désassemblé de l'avion, habituellement par l'intermédiaire de treuils à chaîne, suspendus à un échafaudage et actionnés manuellement par plusieurs opérateurs. Ces manutentions s'avèrent longues et très délicates vis-à-vis de la sécurité des techniciens et occasionnent des risques de dommages sur les composants.

Le chariot Jacxson se substitue aux traditionnels outillages très fastidieux à mettre en oeuvre, en proposant une assistance mécanique entièrement pilotée et en répondant à tous les impératifs liés à la manipulation des moteurs lors des différentes séquences de pose et de dépose



L'ensemble moteur + stand est supporté par deux poutres par l'intermédiaire de fourches solidaires de ces dernières (**figure ci-dessus**). Un sous-système motorisé adapte automatiquement l'écartement des deux poutres à la largeur du stand

Chaque poutre est liée au châssis du chariot par deux sous-systèmes " bras élévateur " (**figure 3**), chacun constitué d'un bras principal, d'un bras secondaire et d'un vérin électrique (intégrant un moteur, un réducteur, un frein à manque de courant). La commande différenciée de chacun des quatre bras élévateurs permet de soulever et d'orienter le stand selon des angles de tangage et de roulis.



Deux roues arrière motrices et directrices et deux paires de roues avant uniquement directrices assurent des mobilités omnidirectionnelles au porteur . Le JacXson U70 a aussi l'avantage de pouvoir être entièrement piloté à distance par une seule personne grâce à une interface tactile mobile

**Paramétrage**

- Le repère  $R_0 = (O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$  est lié au châssis (0) du chariot
- Le repère  $R_1 = (O, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$  est lié au bras secondaire (1) et  $\theta(t) = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$
- Le repère  $R_2 = (A, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_0)$  est lié au bras principal (2) et  $\beta(t) = (\vec{x}_0, \vec{x}_2) = (\vec{y}_0, \vec{y}_2)$
- Le repère  $R_3 = (O, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_0)$  est lié au corps du vérin (3) et  $\delta(t) = (\vec{x}_0, \vec{x}_3) = (\vec{y}_0, \vec{y}_3)$

On pose :

$$\vec{OC} = H(t) \cdot \vec{y}_0 ; \quad \vec{OA} = \lambda(t) \cdot \vec{x}_0 ; \quad \vec{MN} = l_3(t) \cdot \vec{x}_3 ;$$

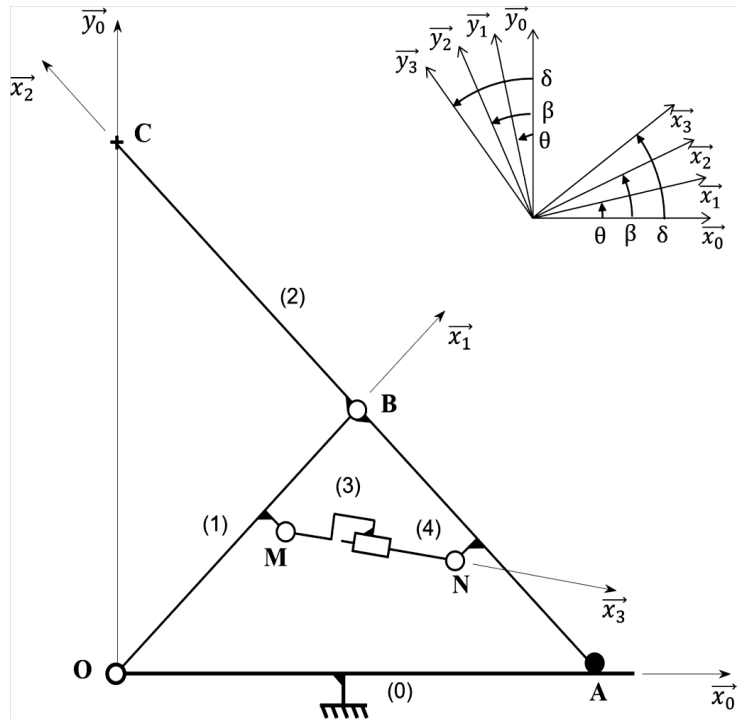
$$L = OB = AB = BC$$

$$\vec{OM} = l_1 \cdot \vec{x}_1 + e_1 \cdot \vec{y}_1 ; \quad \vec{AN} = l_2 \cdot \vec{x}_2 + e_2 \cdot \vec{y}_2 ;$$

$$L = 850 \text{ mm} ; \quad l_1 = 632,5 \text{ mm} ; \quad l_2 = 409 \text{ mm}$$

$$e_1 = -90 \text{ mm} ; \quad e_2 = 63 \text{ mm}$$

$$\text{On prendra } \beta = \pi - \theta$$



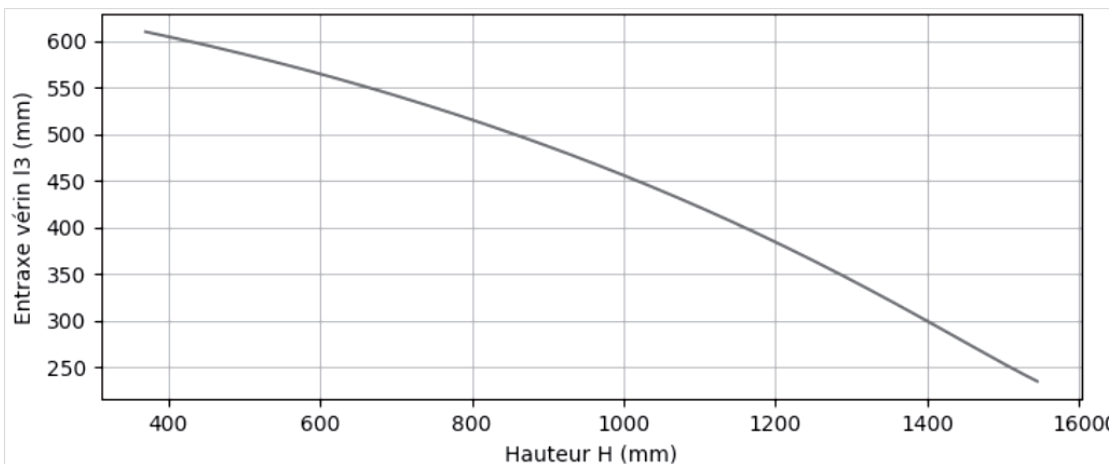
**Questions**

- 1) A partir du schéma cinématique ci-dessus, réaliser le graphe de liaisons du système faisant intervenir les solides 0, 1, 2, 3 et 4 ( préciser le nom, le centre et l'axe principal de chaque liaison )
- 2) Ecrire les projections de  $\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{x}_3, \vec{y}_3$  dans le repère  $\vec{x}_0, \vec{y}_0$
- 3) Ecrire les vecteurs  $\vec{OB}, \vec{BC}, \vec{OC}, \vec{OM}, \vec{AN}, \vec{MN}$  par leurs projections dans le repère  $\vec{x}_0, \vec{y}_0$
- 4) Donner les expressions des distances  $H(t)$  et  $\lambda(t)$  en fonction de l'angle  $\theta(t)$  et de la longueur  $L$
- 5) En traduisant la fermeture géométrique de chaîne de solides entre les points O, M, N, et A montrer que la distance  $l_3(t)$  peut s'exprimer en fonction de l'angle  $\theta(t)$  sous la forme:

$$l_3(t) = \sqrt{(A_3 \cos(\theta(t)) + B_3 \sin(\theta(t)))^2 + (C_3 \cos(\theta(t)) + D_3 \sin(\theta(t)))^2}$$

où  $A_3, B_3, C_3$  et  $D_3$  représentent des constantes à exprimer en fonction de  $l_1, l_2, e_1, e_2$  et de  $L$

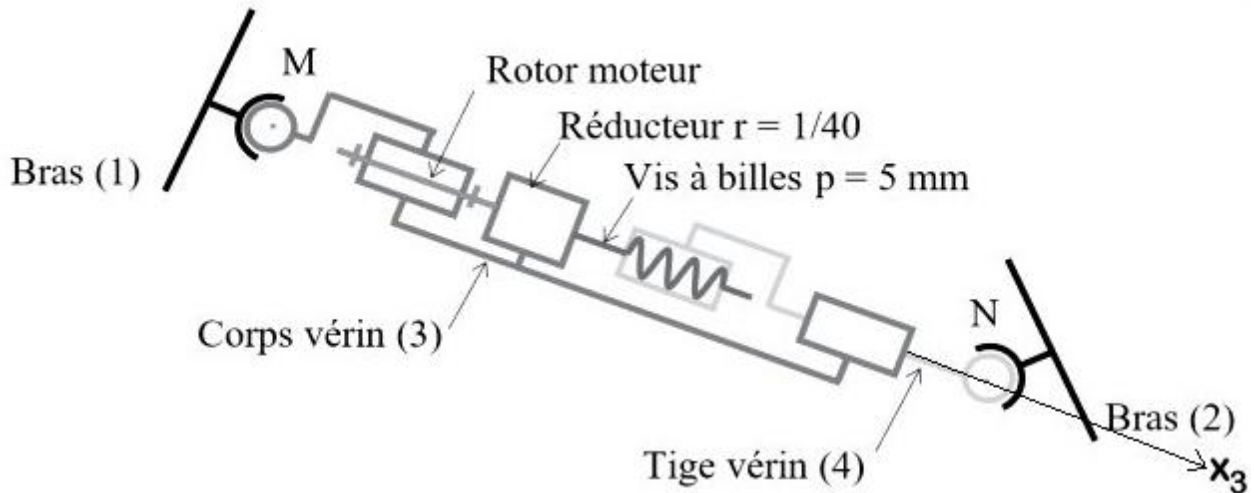
On déduit du résultat précédent la variation de la distance  $l_3$  (entraxe du vérin) en fonction de l'altitude  $H$  entre les positions extrêmes définies par les butées mécaniques



Évolution de l'entraxe du vérin  $l_3$  en fonction de l'altitude  $H$

6) Sachant que la butée basse est telle que  $H = 375$  mm et la butée haute telle que  $H = 1540$  mm , relever la course utile du vérin nécessaire pour assurer le déplacement de l'extrémité C du bras principal depuis la position "butée mécanique basse" jusqu'à la position "butée mécanique haute".

### Architecture simplifiée d'un vérin électrique



7) Le système vis-écrou du vérin électrique doit présenter une longueur filetée de la vis au minimum égale à la course utile augmentée de la longueur de l'écrou ( 65 mm ). Justifier la longueur filetée de la vis retenue par le constructeur : 510 mm

Sur le schéma paramétré de la page 2, en C il s'applique une action mécanique telle que :

$$\{\mathcal{T}_{C(1 \rightarrow 2)}\}_C = \left\{ \begin{array}{l} \overrightarrow{R_{C \text{ ext} \rightarrow 2}} = -Y_{C \text{ ext} \rightarrow 2} \cdot \overrightarrow{y_0} \\ \overrightarrow{M_{C \text{ ext} \rightarrow 2}} = \overrightarrow{0} \end{array} \right\}_{(\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{z_0})}$$

8) Ecrire ce torseur au point A

9) Ecrire le torseur  $\{\mathcal{T}_{O(0 \rightarrow 1)}\}$  de l'action de liaison en O exprimé au point O puis au point A dans le repère  $(\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{z_0})$

10) Ecrire le torseur  $\{\mathcal{T}_{A(0 \rightarrow 2)}\}$  de l'action de liaison en A exprimé au point A puis au point O dans le repère  $(\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{z_0})$

11) Ecrire le torseur résultant  $\{\mathcal{T}_{\text{ext} \rightarrow 2}\}$  de  $\{\mathcal{T}_{C(1 \rightarrow 2)}\}$ ,  $\{\mathcal{T}_{O(0 \rightarrow 1)}\}$  et  $\{\mathcal{T}_{A(0 \rightarrow 2)}\}$  exprimé au point A dans le repère  $(\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{z_0})$

#### Rappels :

Le torseur des actions transmissibles du solide 1 sur le solide 2 par la liaison entre 1 et 2 au point A sera noté :

$$\{\mathcal{T}_{A(1 \rightarrow 2)}\}_A = \left\{ \begin{array}{l} \overrightarrow{R_{A 1 \rightarrow 2}} \\ \overrightarrow{M_{A 1 \rightarrow 2}} \end{array} \right\}_A = \left\{ \begin{array}{l} \overrightarrow{R_{A 1 \rightarrow 2}} = X_{A 12} \cdot \overrightarrow{x} + Y_{A 12} \cdot \overrightarrow{y} + Z_{A 12} \cdot \overrightarrow{z} \\ \overrightarrow{M_{A 1 \rightarrow 2}} = L_{A 12} \cdot \overrightarrow{x} + M_{A 12} \cdot \overrightarrow{y} + N_{A 12} \cdot \overrightarrow{z} \end{array} \right\}_{(x,y,z)} = \left\{ \begin{array}{l} X_{A 12} \quad L_{A 12} \\ Y_{A 12} \quad M_{A 12} \\ Z_{A 12} \quad N_{A 12} \end{array} \right\}_{(x,y,z)}$$