



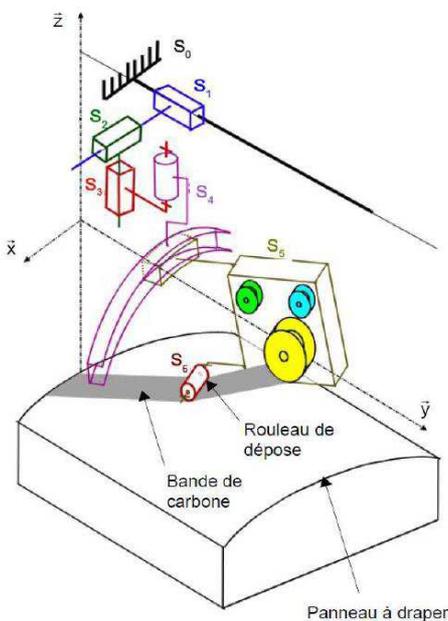
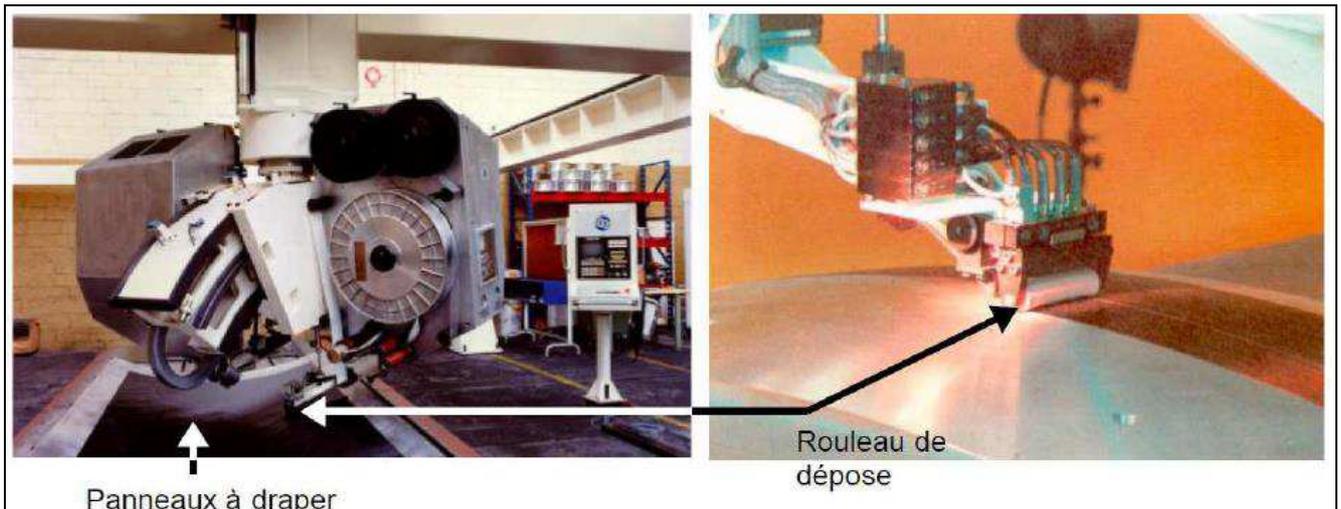
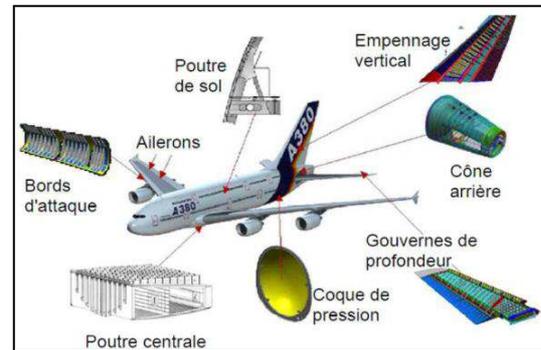
MACHINE A DRAPER

Présentation

Dans les avions, de nombreuses pièces sont fabriquées en matériaux composites, c'est-à-dire en matériaux contenant plusieurs constituants différents.

Pour fabriquer de telles pièces, on utilise des machines à draper.

On s'intéresse donc à ce type de machine, dont la fonction est de déposer des bandes de carbone sur des panneaux qui interviennent dans la structure des avions.



Le rouleau de dépose est l'effecteur de cette machine à commande numérique. C'est un cylindre souple de diamètre de 30 mm et de largeur 160 mm.

Il se déplace le long du panneau à draper. Pour chaque épaisseur de carbone à déposer, le cycle de déplacement du rouleau est défini à l'avance par programme informatique et est interprété par l'ordinateur de commande de la machine au fur et à mesure de l'avancement de la dépose.

La manière dont le rouleau de dépose peut bouger par rapport au bâti est illustrée sur la figure ci-contre.

Lors de la dépose de la bande de carbone sur le panneau, le rouleau doit exercer un effort presseur pour la plaquer.

La modélisation de l'ensemble assurant le contact du rouleau sur l'outillage est donnée ci-dessous.

- 0 : Unité de drapage
- 1 : Corps du vérin
- 2 : Tige du vérin

- 3 : Bras
- 4 : Support du rouleau
- 5 : Rouleau

Toutes les liaisons sont considérées comme parfaites. L'action de la pesanteur est négligée.

Données :

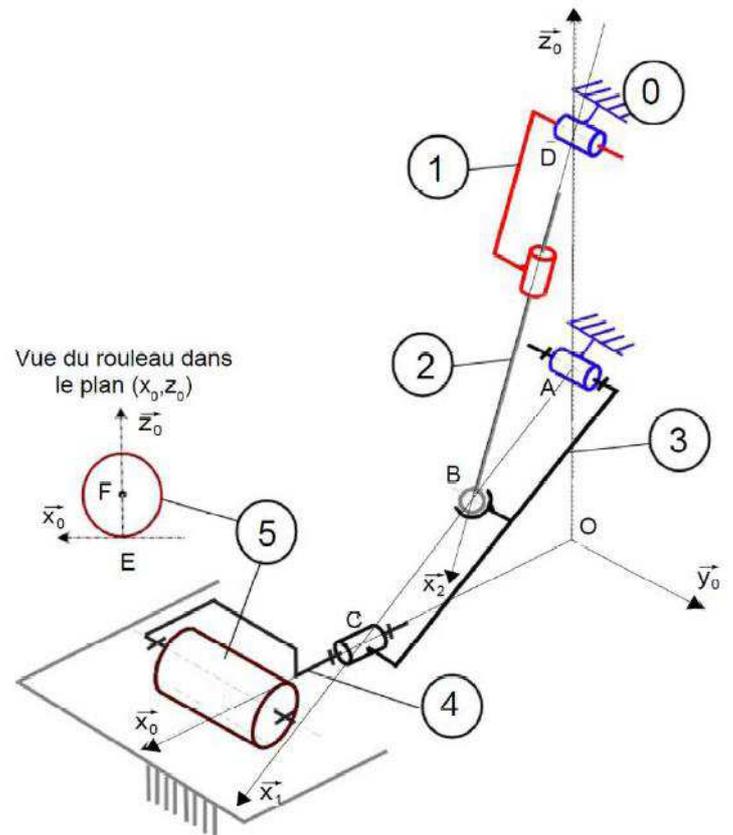
$$\begin{aligned} \vec{AB} &= \frac{L}{2} \cdot \vec{x}_1 & \vec{AC} &= L \cdot \vec{x}_1 \\ \vec{DB} &= b \cdot \vec{x}_2 & \vec{CE} &= a \cdot \vec{x}_0 \\ \vec{OA} &= c \cdot \vec{z}_0 & \vec{OD} &= d \cdot \vec{z}_0 \\ \theta &= (\vec{x}_0, \vec{x}_1) \text{ et } \beta = (\vec{x}_0, \vec{x}_2) \end{aligned}$$

L = 400 mm
a = 35 mm
c = 150 mm
d = 675 mm

L'effort presseur est généré par un vérin pneumatique de piston de surface S=300 mm². La pression d'air disponible est de l'ordre de 10 bars.

On donne ci-dessous un extrait de cahier des charges.

Exigence	Critère	Niveau
Appliquer un effort lors de la dépose de la bande	Effort presseur F _p	10daN



Objectif

- Valider que la pression disponible permet de satisfaire l'exigence du cahier des charges.
- Vérifier le dimensionnement de la liaison entre 4 et 5.

Travail demandé

Effort presseur: l'action mécanique exercée par le solide i sur le solide j sera notée :

$$\{T_{i \rightarrow j}\} = \begin{Bmatrix} X_{ij} \cdot \vec{x} + Y_{ij} \cdot \vec{y} + Z_{ij} \cdot \vec{z} \\ L_{ij} \cdot \vec{x} + M_{ij} \cdot \vec{y} + N_{ij} \cdot \vec{z} \end{Bmatrix}_p$$

1- Dessiner le schéma cinématique dans le plan (O, \vec{x}_0, \vec{z}_0) en indiquant le paramétrage angulaire.

2- Faire le graphe de structure.

Le problème peut être considéré comme plan.

3- Donner l'expression du torseur $\{T_{0 \rightarrow 1}\}$ dans la base 2, $\{T_{0 \rightarrow 3}\}$ dans la base 0, $\{T_{0 \rightarrow 5}\}$ dans la base 0 et $\{T_{2 \rightarrow 3}\}$ dans la base 2.

4- Isoler l'ensemble {1+2} et déterminer les équations du PFS au point B en projection dans la base 2. En déduire la valeur des inconnues de liaison Z₀₁ et Z₃₂. Pouvait-on prévoir ce résultat sans aucun calcul.

5- Isoler l'ensemble {3+4+5} et déterminer les équations du PFS au point A en projection dans la base 0.

6- En déduire que $\| \vec{R}_{air \rightarrow 2} \| = \frac{(a + L \cdot \cos \theta) \cdot F_p}{\frac{L}{2} \cdot \sin(\beta - \theta)}$

7- Exprimer tanβ en fonction de d, c, L et θ.

8- Calculer la valeur de β pour θ = 22°. En déduire la valeur de $\| \vec{R}_{air \rightarrow 2} \|$ lorsque l'effort presseur Fp est celui imposé par le cahier des charges.

9- Conclure vis-à-vis de la pression d'air disponible.

Liaison entre 4 et 5

Afin de valider le dimensionnement de la liaison pivot entre 4 et 5, on cherche à vérifier que la pression de contact maximale dans cette liaison ne dépasse pas 1 N/mm^2 . Une fois cette limite atteinte, il y a un risque de déformation ou de rupture du matériau. La géométrie de liaison est définie par son diamètre intérieur $d_0 = 16 \text{ mm}$ et sa longueur $L_0 = 20 \text{ mm}$.

On suppose que l'action de 5 sur 4 est modélisée par le torseur :

$$\{T_{4 \rightarrow 5}\}_F = \begin{Bmatrix} Z_{45} \cdot \vec{z}_0 \\ \vec{0} \end{Bmatrix} \quad \text{avec } Z_{45} = -10 \text{ daN}$$

La pression de contact p_0 de 4 sur 5 est supposée répartie de manière uniforme sur une surface de contact assimilable à un demi cylindre.

10- Déterminer la valeur de p_0 .

11- Conclure quant au bon dimensionnement de la liaison entre 4 et 5.

