

td	td ST 4.2	TS11 (Période 4)
	Modèle local d'une action mécanique	1h20
	Cycle 7 : Statique	5 semaines

- ANALYSER** Isoler un système et justifier l'isolement.
ANALYSER Justifier le choix d'un matériau et/ou d'un procédé.
MODELISER Caractériser les grandeurs associées utiles à la modélisation.
MODELISER Proposer une modélisation des liaisons avec leurs caractéristiques géométriques.
MODELISER Modéliser une action mécanique.
RESOUDRE Déterminer les actions mécaniques en statique.
CONCEVOIR Dimensionner un composant des chaînes fonctionnelles.

Exercice 1 : Résistance d'un panneau indicateur

Les panneaux autoroutiers sont soumis à de multiples actions mécaniques (vent, poids...) ils doivent être dimensionnés afin de résister à ces actions mécaniques (dimensions et choix des matériaux).



Objectif : L'objet de cette étude est de vérifier que le panneau de signalisation permet de supporter les efforts auxquels il est soumis.

Cahier des charges :

Une étude de résistance de matériaux a permis de mettre en évidence que pour la structure choisie le torseur des actions mécanique en O des actions hors action du sol sont de la forme :

$$\{T_{\text{ext} \rightarrow \text{s}}\}_O = \left\{ \begin{array}{l} \vec{R}_{\text{ext} \rightarrow \text{s}} = X \vec{x} + Y \vec{y} + Z \vec{z} \\ \vec{M}_{O, \text{ext} \rightarrow \text{s}} = M_x \vec{x} + M_y \vec{y} + M_z \vec{z} \end{array} \right\} \text{ doit respecter les conditions suivantes :}$$

$$Z < 25000 \text{ N}$$

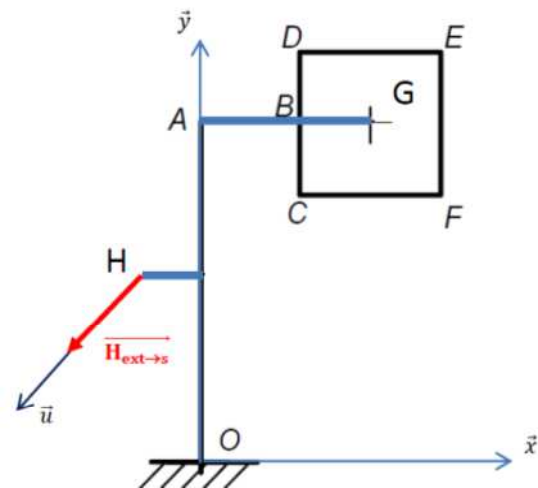
$$\sqrt{X^2 + Y^2} < 20000 \text{ N}$$

$$\sqrt{M_x^2 + M_z^2} < 110000 \text{ N.m}$$

$$M_y < 60000 \text{ N.m}$$

Hypothèses de l'étude :

- La structure « S » ci-contre est soumise à la gravité, à l'action du vent et à une force $\vec{H}_{\text{ext} \rightarrow \text{s}}$ exercée par un câble de maintien.
- Le poids du profilé horizontal AG est négligé devant le poids du panneau et $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.
- Le poids linéique du montant OA est $\vec{q}_{\text{pes} \rightarrow \text{OA}} = -\lambda \vec{y} = -4.10^2 \vec{y} \text{ (N.m}^{-1}\text{)}$.
- La masse du panneau est $M_p = 700 \text{ Kg}$.
- L'action pour un vent maximal est modélisable par une action mécanique globale au point G : $\vec{G}_{\text{vent} \rightarrow \text{p}} = -F_v \vec{z} = -12000. \vec{z} \text{ en N}$.



Paramétrage géométrique :

- $R = (O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$.
- $OA = L = 7,5 \text{ m}$; $AB = DC = l = 3 \text{ m}$; $DE = d = 4 \text{ m}$
- $\vec{OH} = -a. \vec{x} + b \vec{y}$ avec $a = 1 \text{ m}$ et $b = 4 \text{ m}$
- $\|\vec{H}_{\text{ext} \rightarrow \text{s}}\| = 5.10^3 \text{ N}$, $(\vec{u}, \vec{y}) = \alpha = 150^\circ$

Q1 : Déterminer au point O, le torseur de l'action poids du panneau.

Q2 : Déterminer, au point O, le torseur de l'action mécanique du câble sur le panneau dans le repère R.

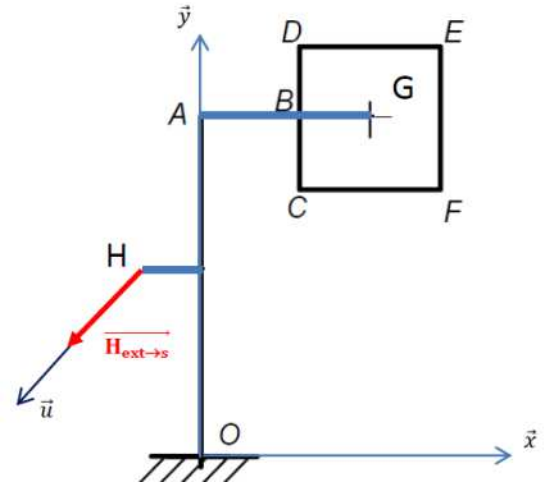
Q3 : Déterminer, au point O, le torseur de l'action mécanique du poids du montant OA.

Q4 : Déterminer, au point O, le torseur de l'action mécanique du vent sur le panneau.

Q5 : Déterminer, au point O, le torseur statique résultant des actions mécaniques (hors action du sol) que subit cette structure.

Retour sur le cahier des charges

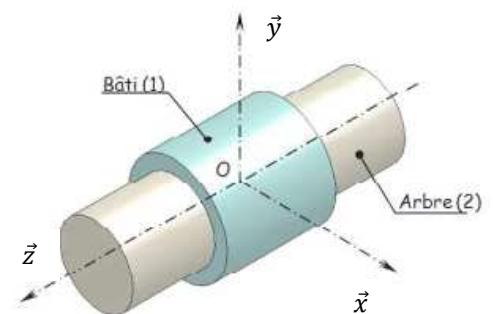
Q6 : Le cahier des charges est-il satisfait ?



Exercice 2 : Performance statique d'un palier lisse

Un palier lisse est un composant technologique utilisé pour le guidage en rotation d'un arbre dans un bâti. Un des critères de choix de palier lisse est la pression de contact entre les surfaces (un tableau fournissant les pressions maximales admissibles est fourni en annexe).

Le palier lisse (1) choisit est en bronze et l'arbre (2) est en acier trempé.



Objectif :

L'objet de cette étude est de vérifier que les matériaux du couple palier lisse permettent de supporter l'effort appliqué pour un diamètre d'arbre $D = 15 \text{ mm}$ et une longueur d'appui $L = 30 \text{ mm}$.

Cahier des charges :

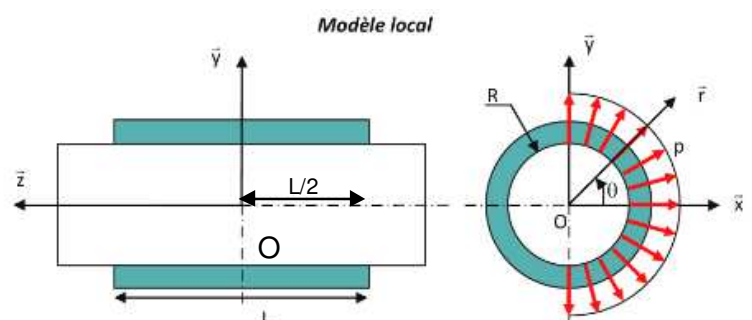
La pression admissible ne doit pas dépasser la pression de matage.

La force exercée par l'arbre sur le bâti est de 1000 N.

On souhaite déterminer le modèle global des actions mécanique de contact sur un palier lisse, composant technologique utilisé pour le guidage en rotation dans un bâti.

Modèle local au contact :

- Les surfaces de contact sont limitées par un $\frac{1}{2}$ cylindre de longueur L et de rayon R .
- Entre les surfaces de contact, la pression p est uniforme sur chaque élément dS situé autour du point M (modèle sans jeu)



Q1 : Déterminer le modèle global de l'action mécanique de l'arbre 2 sur le bâti 1 sous la forme d'un torseur exprimé au point O.

Q2 : Exprimer la pression en fonction de la force appliquée.

Le palier devra supporter une action mécanique de torseur

$$\{T_{2 \rightarrow 1}\}_O = \left\{ \begin{array}{l} \vec{R}_{2 \rightarrow 1} = R \vec{x} \\ \vec{0} \end{array} \right\} \text{ avec } R = 1000 \text{ N.}$$

Retour sur le cahier des charges :

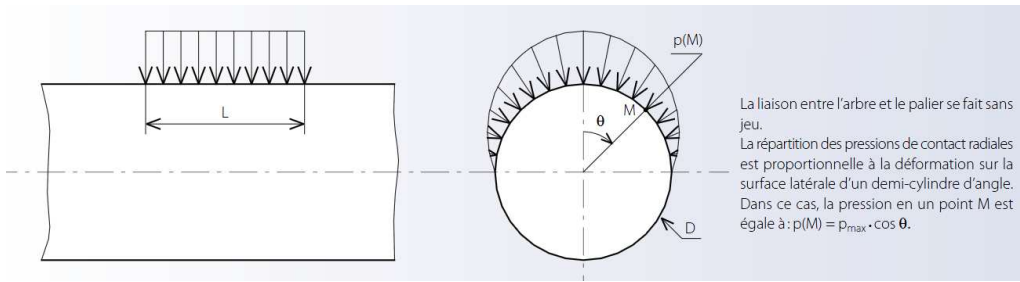
Q3 : Le cahier des charges est-il satisfait ? Identifier l'écart entre les résultats du calcul et le cahier des charges.

Contact entre pièces mobiles	Pression admissible (en MPa)
Contact entre filets (mobiles en fonctionnement)	2 à 6
Articulation en porte-à-faux	0,5 à 8
Articulation en chape (ou fourchette)	1 à 25
Paliers rigides avec flexion de l'arbre ; acier/fonte	1 à 1,5
Paliers à rotule, acier sur bronze à graissage intermittent	1,5 à 2,5
Paliers acier trempé/bronze ; lubrification sur film d'huile	2,5 à 4
Paliers rectifiés de bielle ; graissage normal ou sans pression	6 à 9 ou 9 à 15

Figure 1 : Pression de matage maximale admissible

Remarque :

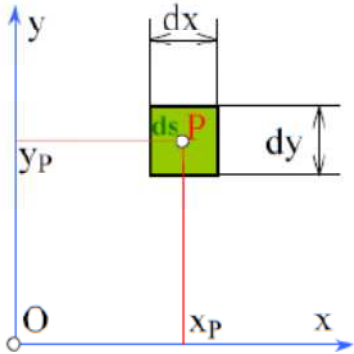
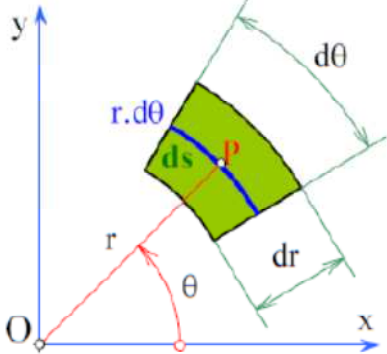
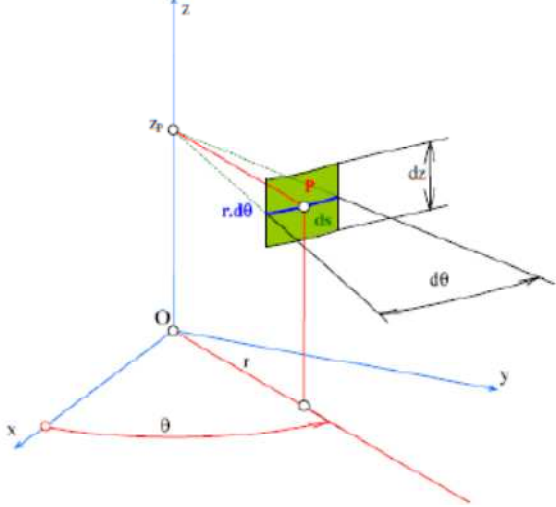
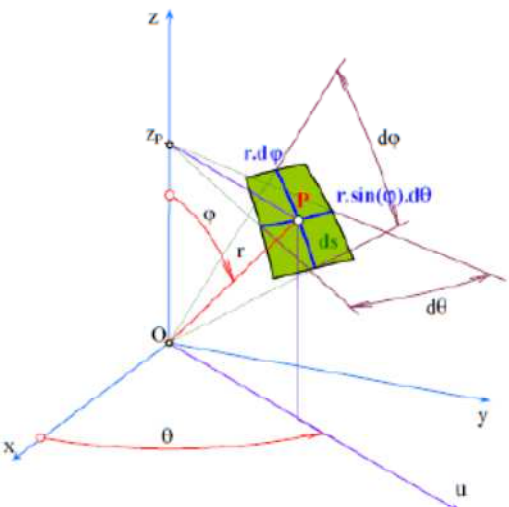
Un autre modèle de répartition radiale des forces de pression est la répartition sinusoïdale qui se rapproche un peu plus de la réalité :



$$p_{max} = \frac{4 \cdot \|\vec{F}_{2/1}\|}{\pi \cdot L \cdot D}$$

CALCUL ELEMENT ds

ds: surface élémentaire pour le calcul du torseur des actions locales par intégration.

<p><i>Coordonnées Cartésiennes</i> "Surface plane basique"</p> 	<p><i>Coordonnées polaires</i> "Surface de type disque ou couronne"</p> 
<p>Surface élémentaire : $ds = dx \cdot dy$ avec $\overrightarrow{OP} \begin{vmatrix} x_p \\ y_p \end{vmatrix}$</p>	<p>Surface élémentaire $ds = r \cdot dr \cdot d\theta$ avec $\overrightarrow{OP} \begin{vmatrix} r \cdot \cos(\theta) \\ r \cdot \sin(\theta) \end{vmatrix}$</p>
<p><i>Coordonnées cylindriques</i> "Surface cylindrique"</p> 	<p><i>Coordonnées sphériques</i> "Surface sphérique"</p> 
<p>Surface élémentaire : $ds = r \cdot d\theta \cdot dz$ avec $\overrightarrow{OP} \begin{vmatrix} r \cdot \cos(\theta) \\ r \cdot \sin(\theta) \\ z_G \end{vmatrix}$</p>	<p>Surface élémentaire : $ds = r^2 \cdot \sin(\varphi) \cdot d\theta \cdot d\varphi$ avec $\overrightarrow{OP} \begin{vmatrix} r \cdot \sin(\varphi) \cdot \cos(\theta) \\ r \cdot \sin(\varphi) \cdot \sin(\theta) \\ r \cdot \cos(\varphi) \end{vmatrix}$ et $\overrightarrow{z_P P} = r \cdot \sin(\varphi) \cdot \vec{u}$</p>