



## Devoir maison - Machine de traction

### Savoir Faire

Je sais faire:

- Identifier l'architecture structurelle d'un mécanisme
- Déterminer la liaison cinématiquement équivalente à un ensemble de deux liaisons.
- Déterminer le degré de mobilité et d'hyperstatisme d'un mécanisme
- Déterminer les contraintes géométriques associées à un hyperstatisme

## I. Principes des essais mécaniques

Les propriétés mécaniques des métaux et alliages sont d'un intérêt considérable puisqu'elles conditionnent non seulement tous les problèmes de mise en forme des matériaux mais aussi leur comportement en service dans des applications extrêmement diversifiées.

L'essai de traction est, depuis des années, le procédé expérimental le plus largement utilisé dans l'étude du comportement mécanique. Il consiste à appliquer à un échantillon standardisé (éprouvette), un effort de traction et mesurer l'allongement correspondant, ou bien imposer un allongement et à mesurer l'effort de traction.

Un essai de traction produit essentiellement des répartitions de contraintes monoaxiales. Or dans les applications industrielles, les sollicitations que subissent les structures sont souvent plus complexes : torsion, flexion, ... Aussi a-t-on développé des essais qui se rapprochent davantage des sollicitations réelles comme les essais de traction, de torsion, ou de traction-torsion réalisables sur la machine d'essai, sujet de cette étude.

Lors d'un essai de torsion, l'éprouvette de forme cylindrique est saisie d'un côté, dans une tête d'amarrage fixe qui mesure le couple appliqué, de l'autre dans une tête d'amarrage animée d'un mouvement de rotation. La différence de rotation des deux têtes d'amarrage fournit la torsion de l'échantillon.

### I.1. La machine de traction-torsion

La machine d'essai est une machine électro-hydraulique asservie bi-axiale. Celle-ci permet d'effectuer sur une éprouvette tubulaire (figure 1), des sollicitations de traction et de torsion, indépendantes ou liées. Les chaînes d'actions sont constituées d'un vérin rotatif et d'un vérin linéaire, montés en série.

Un dispositif anti-rotation présenté figure 3 permet de bloquer en rotation le corps 1 d'un vérin rotatif tout en permettant sa translation verticale. Il est constitué d'une plaque 12 solidaire du corps 1 du vérin rotatif et de deux porte galets a et b. Le porte galet a est présenté figure 4 et son plan d'ensemble est donné figure 5. Il est composé d'un support 14a en liaison pivot d'axe  $(P_a, \vec{Z}_0)$  avec le bâti 0 et de deux galets 11a et 13a.

Attention : On considérera dans cette étude que la plaque 12 est un contact d'un seul côté (seulement avec le galet 11a au point 1a).

**Notation :**

On notera le torseur modélisant les actions mécaniques de  $i$  sur  $j$ , exprimé au point  $A$  dans la base  $(\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z})$  :

$$\left\{ T_{i \rightarrow j} \right\}_A = \left\{ \begin{array}{l} \vec{R}^{(i \rightarrow j)} \\ \vec{M}^{(i \rightarrow j)} \end{array} \right\}_A = \left\{ \begin{array}{ll} X_{ij} & L_{ij} \\ Y_{ij} & M_{ij} \\ Z_{ij} & N_{ij} \end{array} \right\}_{(\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z})} \quad \text{Où } i \text{ et } j \text{ sont des numéros de pièces.}$$

On notera le torseur modélisant les actions mécaniques de  $i$  sur  $j$ , exprimé au point  $A$  dans la base  $(\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z})$  :

$$\left\{ V_{i/j} \right\}_A = \left\{ \begin{array}{l} \vec{\Omega}^{(i/j)} \\ \vec{V}^{(A \in i/j)} \end{array} \right\}_A = \left\{ \begin{array}{ll} \omega_{x,ij} & Vx_{A,ij} \\ \omega_{y,ij} & Vy_{A,ij} \\ \omega_{z,ij} & Vz_{A,ij} \end{array} \right\}_{(\vec{X}, \vec{Y}, \vec{Z})} \quad \text{Où } i \text{ et } j \text{ sont des numéros de pièces.}$$

## II. Partie A : Etude du dispositif anti-rotation

**Question 1 :** Donner le nom de la liaison entre le galet **11a** et le support **14a**. Comment est-elle réalisée (décrire la solution constructive : éléments standards, arrêts,...)?

**Question 2 :** Tracer le graphe de structure faisant intervenir seulement les pièces **0, 14a, 11a, et 12**.

**Question 3 :** Réaliser le schéma cinématique (correspondant à ce graphe de structure) dans le plan  $(Pa, \vec{X}_0, \vec{Z}_0)$ .

**Question 4 :** Déterminer la liaison équivalente (par les torseurs) entre **11a** et le bâti **0** (voir document ressource page 5).

**Question 5 :** Déterminer la liaison équivalente (par les torseurs) entre la plaque **12** et le bâti **0**.

**Question 6 :** Tracer le graphe de structure entre le bâti **0** et le corps du vérin **1**, en remplaçant les deux portes galets par leur liaison équivalente.

On pose  $\vec{P}_a \vec{P}_b = \vec{I}_a \vec{I}_b = r \cdot \vec{y}_0$ .

**Question 7 :** Déterminer alors la liaison équivalente (par les torseurs) entre le bâti **0** et le corps du vérin **1**.

**Question 8 :** Justifier finalement l'appellation « dispositif anti rotation ».

## III. Partie B : Analyse du mécanisme

**Question 9 :** Tracer le graphe des liaisons de la machine d'essai (figure 6), en indiquant les éléments caractéristiques de chaque liaison

**Question 10 :** Donnez le degré d'hyperstatisme  $h$  du mécanisme ainsi que le degré de mobilité du mécanisme.

Indiquez suivant votre résultat qu'elle(s) contrainte(s) dimensionnelle(s) ou géométrique(s) cela impose.

### Eprouvette d'essais mécaniques

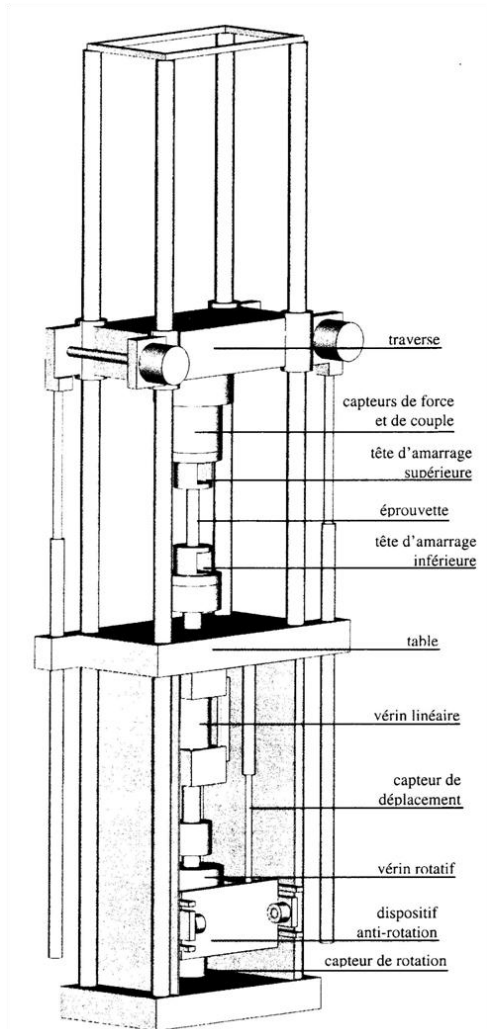


Figure 2 : Machine d'essai traction-torsion

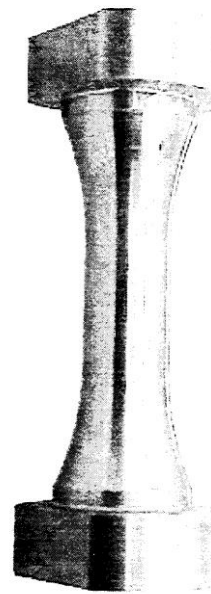


Figure 1

Figure 3 : Vue du dispositif anti-rotation

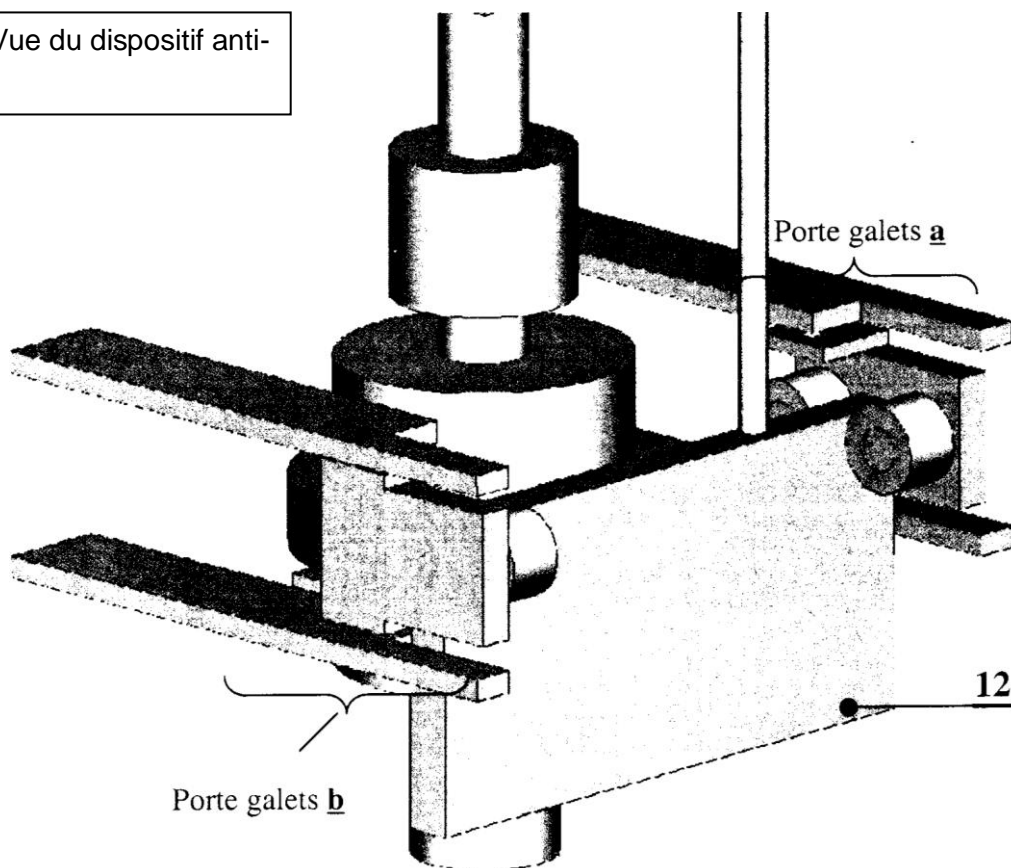


Figure 4 : Vue du porte galet a

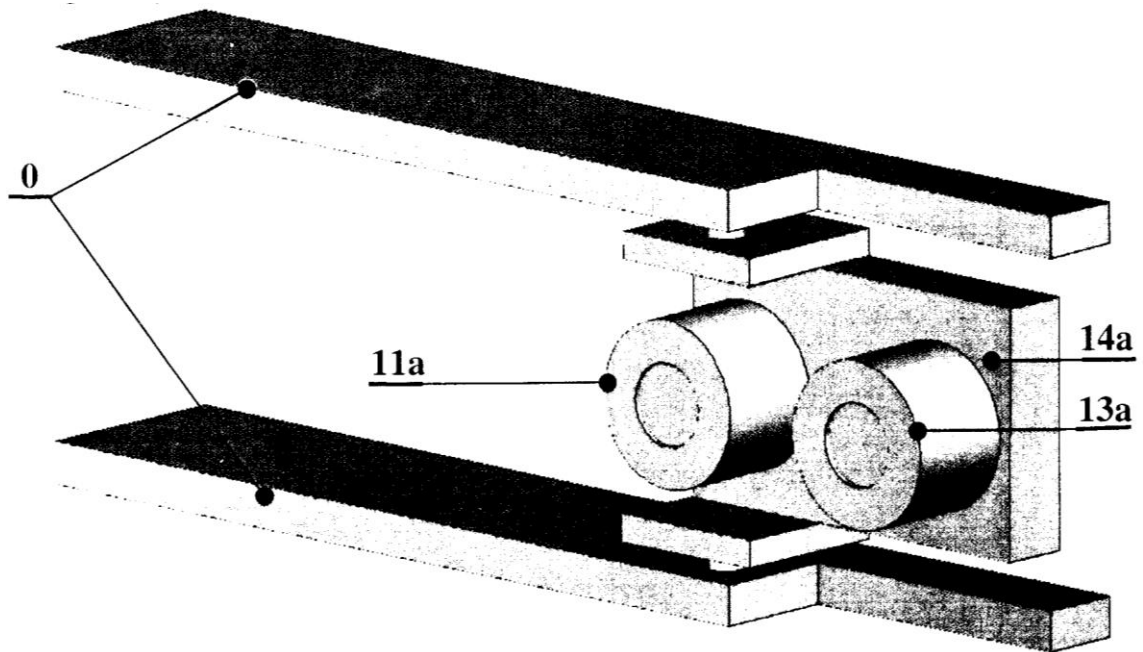
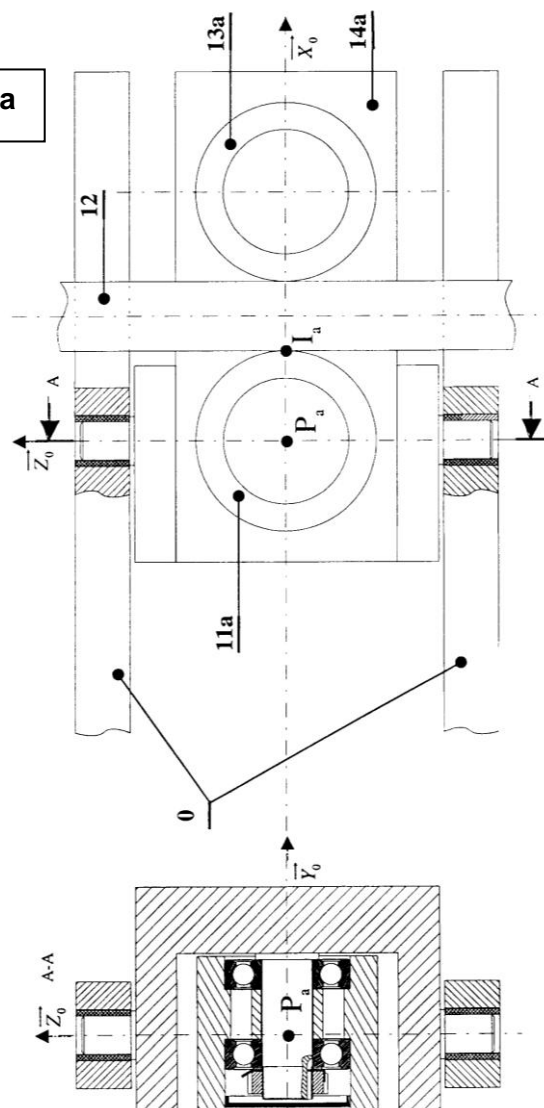


Figure 5 : Plan du porte galet a



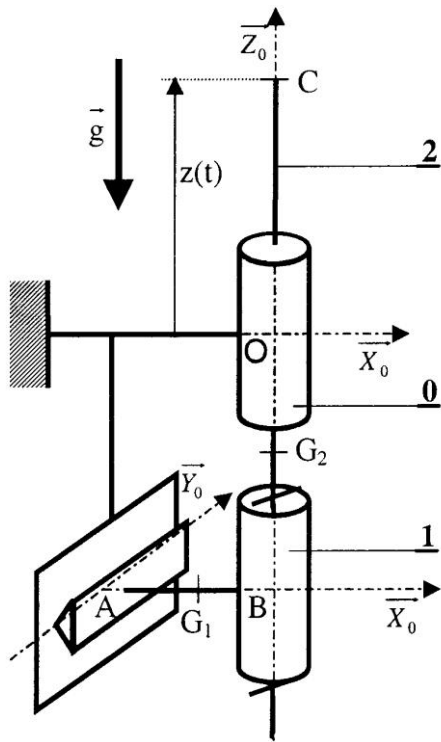


Figure 6 : Schéma cinématique de la machine

## IV. Document ressource sur la liaison sphérique à doigt

On peut la considérer comme une liaison sphérique ayant un degré de liberté supprimé par l'ajout d'un doigt complémentaire.

La liaison est caractérisée par deux degrés de liberté, deux rotations dont les axes, perpendiculaires entre eux, sont également perpendiculaires à l'axe ou la direction du doigt.

Schémas normalisés de la liaison.

Libertés de mouvement - Degrés de liberté.

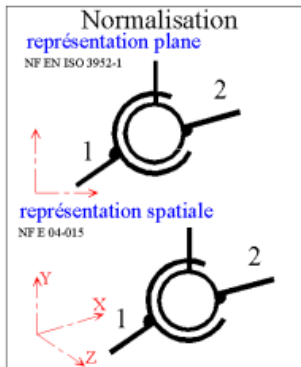
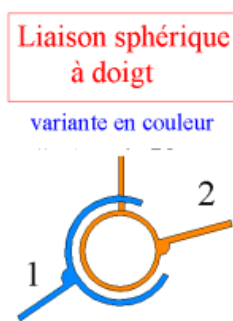


Figure 24



Liaison	Mouvements de 1 par rapport à 2		degré de liberté	schéma espace
	Translations	Rotations		
Sphérique à doigt	0	Ry Rz	2	
Sphérique ou rotule	0	Rx Ry Rz	3	
Sphère cylindre ou Linéaire annulaire	Tx	Rx Ry Rz	4	

Figure 25

Exemple de liaison sphérique à doigt.

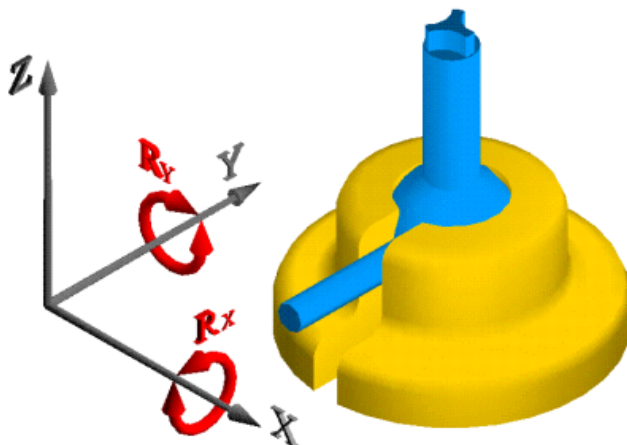


Figure 26