

# MODÉLISATION DES ACTIONS MÉCANIQUES

## MACHINE DE TRACTION-TORSION

### 1 Présentation

Pour mesurer les propriétés mécaniques des métaux et alliages, l'essai de traction est le procédé expérimental le plus largement utilisé. Il consiste à appliquer à un échantillon standardisé, un effort de traction et à mesurer l'allongement correspondant ou inversement.

Un essai de traction produit essentiellement des répartitions de contraintes monoaxiales. Or, dans leurs applications industrielles, les sollicitations que subissent les structures sont souvent plus complexes : torsion, flexion... Aussi a-t-on développé des essais qui se rapprochent d'avantage des sollicitations réelles, comme les essais de traction, de torsion ou de traction - torsion réalisables sur la machine d'essai, sujet de cette étude (voir FIGURE 1).

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.

La machine d'essai étudiée est une machine électro-hydraulique asservie bi-axiale. Celle-ci permet d'effectuer sur une éprouvette tubulaire (de diamètre maximal 25 mm), des sollicitations de traction et de torsion, indépendantes ou liées.

Chacun des axes de la machine peut être asservi, soit en force soit en position. Les chaînes d'actions sont constituées d'un vérin linéaire et d'un vérin rotatif, montés en série.

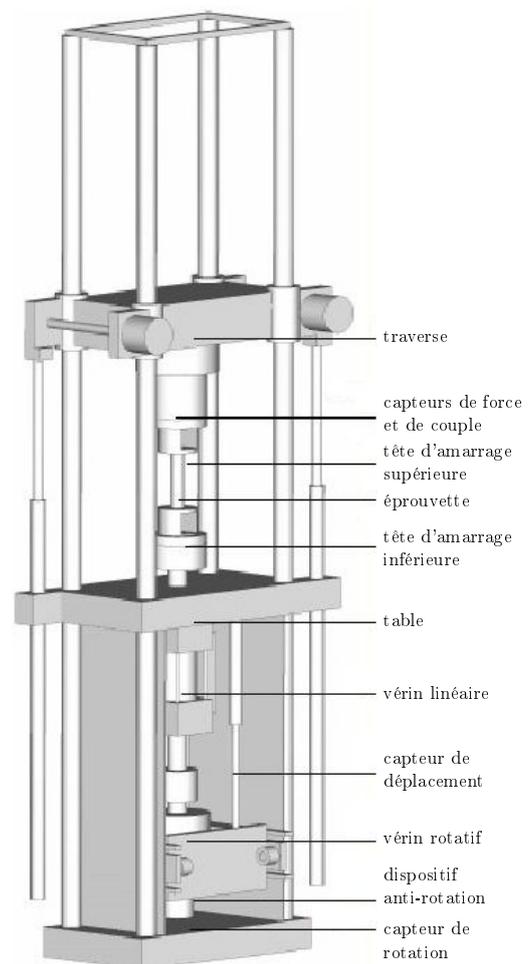


FIGURE 1 – Vue d'ensemble de la machine d'essai

---

**Objectif**


---

L'objectif est de vérifier les performances annoncées par le constructeur.

---

## 2 Cahier des charges

L'extrait suivant du recueil des exigences spécifie certaines des performances attendues pour la machine.

Exigence	Valeur
Exercer un effort de traction-compression	Effort maximal : $F_{\max} = 100 \text{ kN}$
Exercer un moment de torsion	Couple maximal : $C_{\max} = 1,2 \text{ kN.m}$
Être alimentée en énergie hydraulique	Pression maximale $P_{\max} = 220 \text{ bar}$

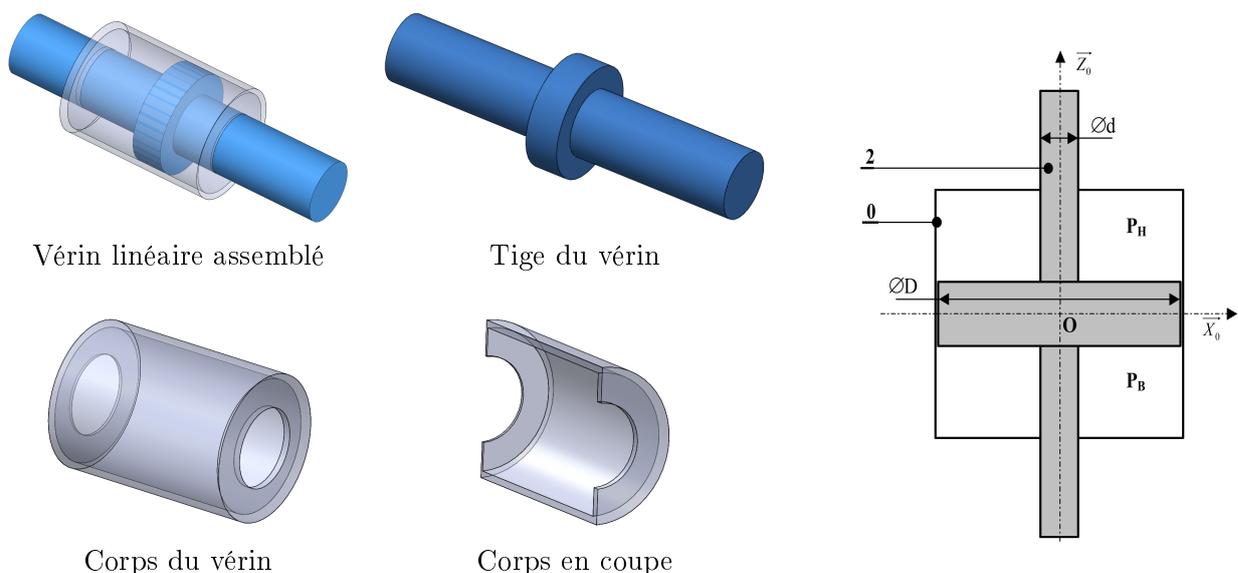
TABLE 1 – Extrait du recueil des exigences

## 3 Étude du vérin linéaire - Vérification du critère d'effort maximal

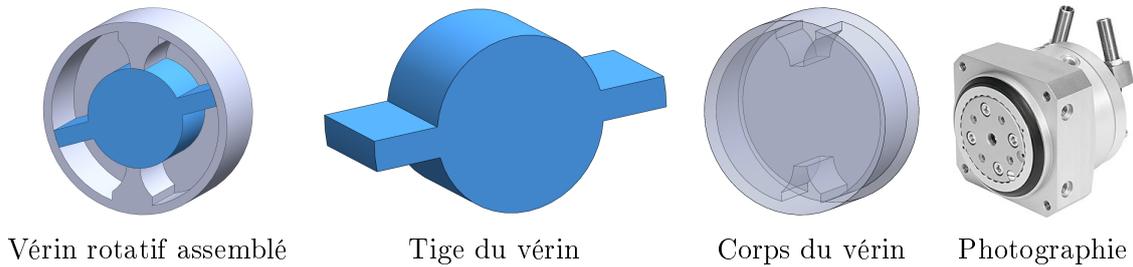
Le vérin linéaire, permettant de piloter les essais en traction-compression, est schématisé sur la figure page suivante (cylindre de révolution). Son corps est fixé à la table **0** et la tête d'amarrage est directement montée en bout de sa tige **2**. C'est un vérin hydraulique double effet à tige traversante dont les chambres supérieures et inférieures sont respectivement alimentées à la pression  $P_H = P_{\max}$  et  $P_B = 1 \text{ bar}$ .

**Question 1** Modéliser l'action mécanique  $F_z$  due à la pression sur la tige **2**, en fonction de  $P_H$ ,  $P_B$ ,  $d$  et  $D$ .

**Question 2** Sachant que les dimensions du vérin sont  $D = 10 \text{ cm}$  et  $d = 6 \text{ cm}$ , vérifier que la pression maximale spécifiée dans le cahier des charges permet d'atteindre la valeur d'effort indiquée.



## 4 Étude du vérin rotatif - Vérification du critère de couple maximal



Le vérin rotatif permettant de piloter les essais de torsion est schématisé sur la FIGURE 2. Son corps **1** est fixe et sa tige est directement montée sur la tige **2** du vérin rotatif. C'est un vérin quart de tour « *OLAER SS-40* : Montage en bout » dont les 4 chambres hydrauliques, couplées 2 à 2, sont alimentées aux pressions  $P_1 = P_{\max}$  et  $P_0 = 1$  bar comme indiqué sur la FIGURE 2. Les palettes ont une hauteur  $H$ .

$R$  et  $r$  sont les rayons du cylindre extérieur et de la tige.

**Remarque :**  $G$  est la projection orthogonale de  $F$  sur  $(B, \vec{X}_2)$ , et  $D$  la projection orthogonale de  $E$  sur  $(B, \vec{X}_2)$

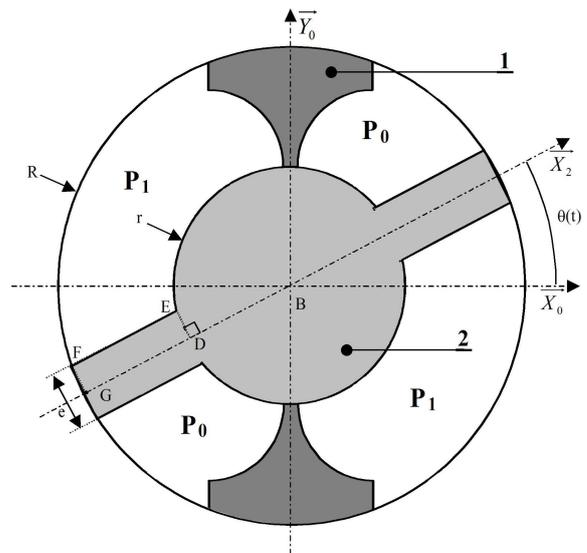


FIGURE 2 – Vérin rotatif *OLAER SS-40*

**Question 3** On pose  $r^*$  la distance  $BD$  et  $R^*$  la distance  $BG$ . Calculez  $r^*$  et  $R^*$  en fonction de  $R$ ,  $r$  et  $e$ .

**Question 4** Représenter les forces élémentaires de pression sur la FIGURE 2. Compte-tenu de la géométrie et des symétries, montrer que l'action du fluide est modélisable par un torseur couple en précisant les surfaces à prendre en compte pour le calcul de celui-ci.

Le couple hydraulique des actions de la pression sur la tige **2** du vérin est noté  $C_v$  (moment autour de l'axe  $(B, \vec{Z}_0)$ ).

**Question 5** Calculez  $C_v$  en fonction de  $R^*$ ,  $r^*$ ,  $H$  et des pressions  $P_0$  et  $P_1$ , puis en fonction de  $R$ ,  $r$ ,  $H$  et des pressions  $P_0$  et  $P_1$ .

Les dimensions du vérin rotatif utilisé sont  $r = 28,5$  mm,  $R = 50$  mm,  $H = 36$  mm,  $e = 10$  mm.

**Question 6** Vérifier le critère de couple maximal pour une pression d'utilisation maximale.