

Comportement mécanique de matériaux en traction

MED3 1523

aigoul.schreier@epfl.ch ; marion.borot@epfl.ch
marion.cleusix@epfl.ch ; tecla.bottinellimontandon@epfl.ch

Introduction

La traction mécanique est un essai de référence aussi bien pour l'industriel que pour le chercheur, permettant de déterminer le comportement mécanique global d'un matériau. Le matériau est-il fragile ou ductile ? Elle permet aussi de quantifier certaines propriétés mécaniques telles que le module d'élasticité, la résistance maximale, le seuil de plasticité ou la contrainte et l'allongement à la rupture.

Objectifs

- Réalisation de tests de traction sur différents matériaux
- Comparaison de leurs comportements mécaniques
- Discussion de l'influence de la structure du matériau sur ses propriétés finales

Préparation du TP

La préparation du TP doit être faite avant d'arriver à la séance de TP et est prise en compte dans l'évaluation du TP.

Avant le TP : Le protocole doit être lu et les réponses aux questions ci-dessous doivent être préparées dans le cahier de laboratoire.

Pour le TP : Amener au minimum un ordinateur par groupe et télécharger le cahier de laboratoire.

Organisation du TP

- Réponse aux questions (que vous aurez préparées au préalable dans votre cahier de laboratoire) avec l'assistant.
- Identification des éprouvettes et mesure des dimensions (Largeur, Epaisseur, Longueur utile)
- Réglage des paramètres de traction et fixation des éprouvettes dans les mors
- Test des différents matériaux avec enregistrement de la force de traction et du déplacement
- Traitement de données dans Excel. Les assistants sont là pour répondre à vos questions, et pour vous montrer le traitement et l'exploitation des résultats ;
- Si vous aimeriez recevoir un feedback, envoyer votre cahier de laboratoire ainsi que le fichier Excel à aigoul.schreier@epfl.ch.

Matériaux	Exemples d'application
Aluminium	Aviation, structures
Polyéthylène haute densité (HDPE)	Emballages
Poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA)	Plexiglas – substitut de verre
Polypropylène (PP)	Emballages, textiles (masques)
Polypropylène + fibres de verre (PP+50%GF)	Tuyaux, Raccords, Pare-chocs

Table 1: Différents matériaux testés.

Format du cahier de laboratoire :

- Titre / auteurs / date
- Réponse aux questions
- Présentation des résultats obtenus :
 - Observation du comportement lors de l'essai de traction
 - Tracer les courbes contrainte-déformation de chacun des matériaux testés.
 - Identification des Modules d'Young, Contrainte et Déformation à la rupture pour chacun des matériaux, les résumés dans un tableau.
- Discussion (explication des différentes courbes, liens avec les structures des polymères et conditions de test, précision des mesures, comparaison avec les valeurs de la littérature...). Comment comparer les différents matériaux entre eux ?

Proposition (comment améliorer les propriétés mécaniques des matériaux étudiés ?)

Prérequis

- Revoir les notions de force, contrainte, élongation, déformation
- Revoir les notions de polymères du cours d'introduction à la science des matériaux

Questions

Q1 : Dans le cadre de ce TP, la majorité des matériaux étudiés sont modélisés comme des matériaux isotropes (c'est une hypothèse). Rappeler la définition d'un matériau isotrope.

Q2 : Dessiner l'allure générale de la courbe contrainte-déformation. Reporter sur le graphique :

- La zone de déformation élastique et la résistance élastique
- La zone de déformation plastique et la résistance à la rupture
- L'allongement à la rupture.

Q3 : En mécanique linéaire, la réponse élastique d'un matériau est modélisée par le tenseur des contraintes σ et le tenseur des déformations ε . La loi de Hooke (1635-1703) est la loi de comportement qui permet de relier linéairement la contrainte à la déformation. Rappeler la loi de Hooke pour un matériau isotrope.

Q4 : Combien de composantes indépendantes est-il nécessaire d'identifier pour caractériser la loi de comportement d'un matériau isotrope ? Les nommer.

Q5 : Parmi ces composantes, quelles sont celles que l'on identifie par un essai de traction ?

Q6 : Quelles sont les deux grandes classes de polymères ? Quelles sont les types de structures de polymère ?

Q7 : Quelle est la différence entre un matériau fragile et un matériau ductile ? Citer des exemples de ces deux types de matériaux dans la vie de tous les jours ?

Problème :

Une éprouvette d'Inconel 625 (ASTM A-494), un superalliage à base de nickel, est sollicitée en traction. La courbe force en fonction du déplacement de l'essai et les dimensions de l'éprouvette cylindrique sont reportées Figure 1 et 2.

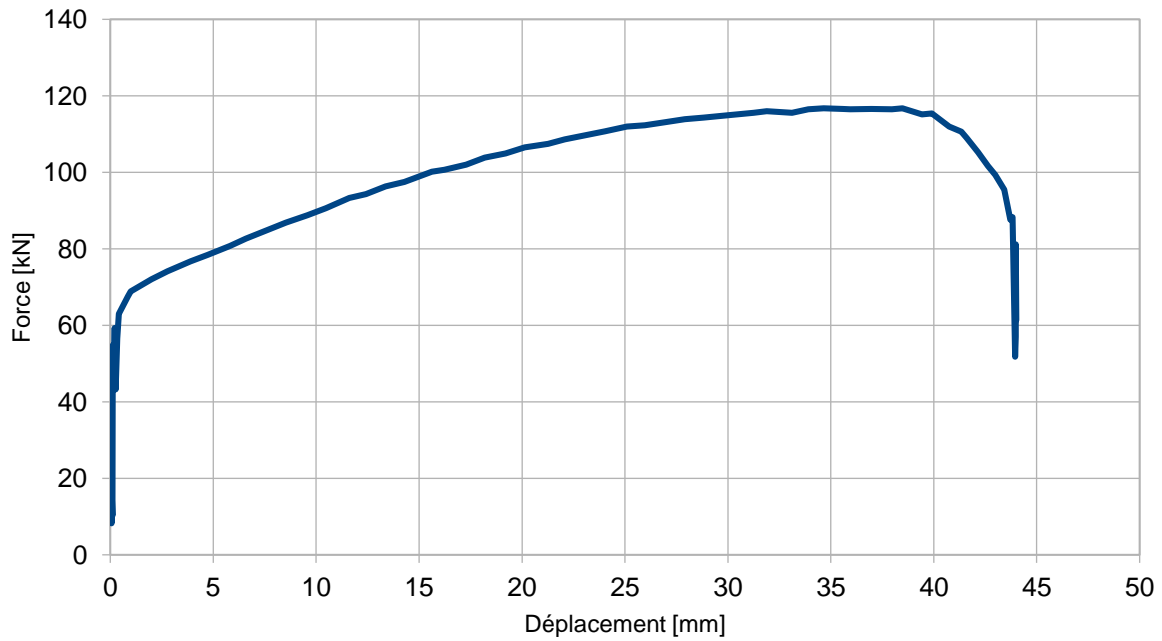


Figure 1: Évolution de la force en fonction du déplacement d'un Inconel 625.

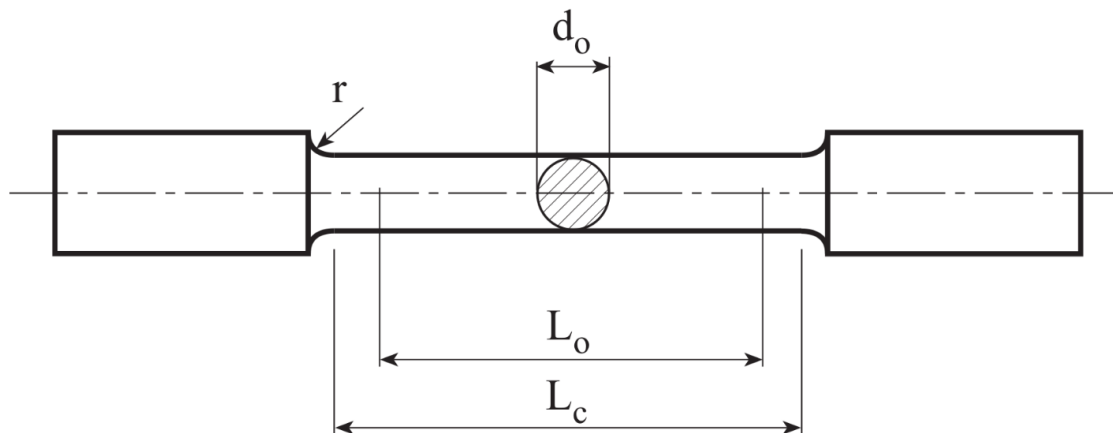


Figure 2: Dimensions de l'éprouvette ($r = 10 \text{ mm}$, $L_c = 85 \text{ mm}$, $L_o = 70 \text{ mm}$, $d_o = 14 \text{ mm}$).

Q8 : En utilisant la loi de Hooke et les relations liants la force à la contrainte et le déplacement à la déformation, calculer le module de Young de l'échantillon.

Q9 : À la fin de l'essai, l'effort appliqué diminue. Pourquoi ?