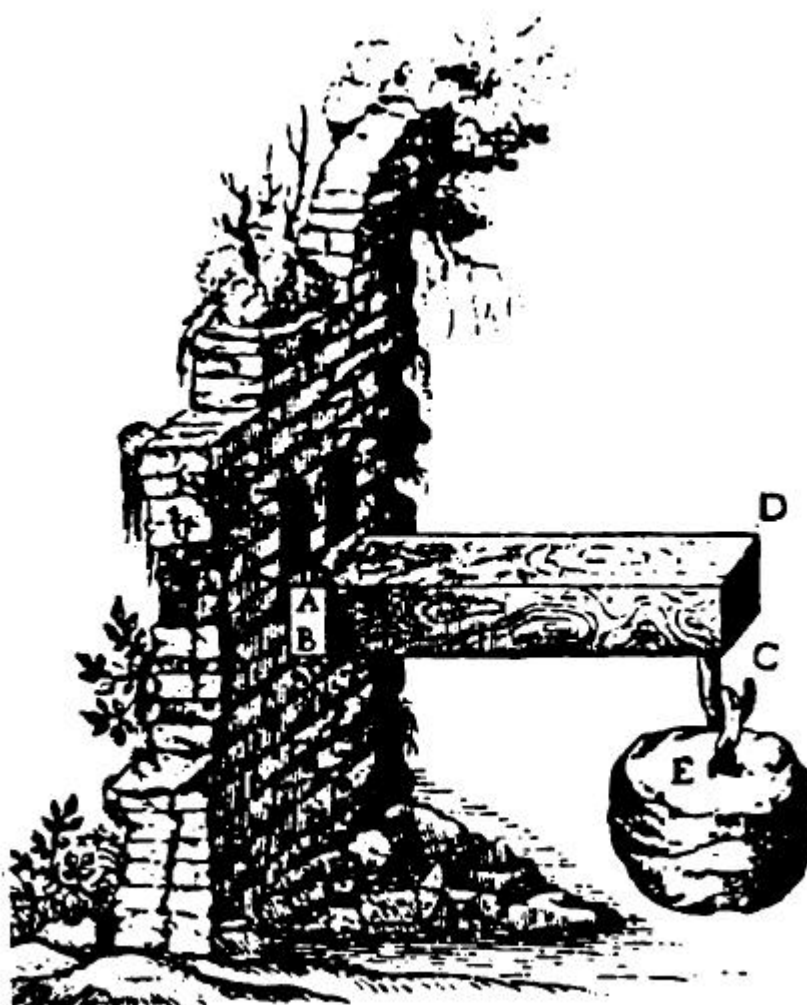


RESISTANCE DES MATERIAUX

RESISTANCE DES MATERIAUX



ESSAIS MECANIKUES



Gravure montrant l'essai d'une poutre en flexion

RESISTANCE DES MATERIAUX

(Extrait de « *Discorsi e dimostrazioni mathematiche* » de Galilée)

RESISTANCE DES MATERIAUX

SOMMAIRE

1. ESSAIS MECANQUES	4
1.1 ESSAI DE TRACTION.....	4
1.1.1 <i>Caractéristiques fondamentales</i>	6
1.2 ESSAI DE TRACTION BIAXIAL.....	6
1.3 ESSAI DE COMPRESSION	7
1.4 ESSAI DE CISAILLEMENT	7
1.5 ESSAI DE TORSION.....	7
1.6 ESSAI DE FLEXION	8
1.7 ESSAI DE DURETE.....	8
1.8 ESSAI DE RESILIENCE.....	9
1.9 PHOTOELASTICIMETRIE.....	9
1.10 JAUGES DE DEFORMATIONS (EXTENSOMETRIE).....	10
1.11 RADIOGRAPHIE.....	10
1.12 ULTRASONS	10



RESISTANCE DES MATERIAUX

1. Essais mécaniques

On distingue essentiellement deux types d'essais mécaniques :

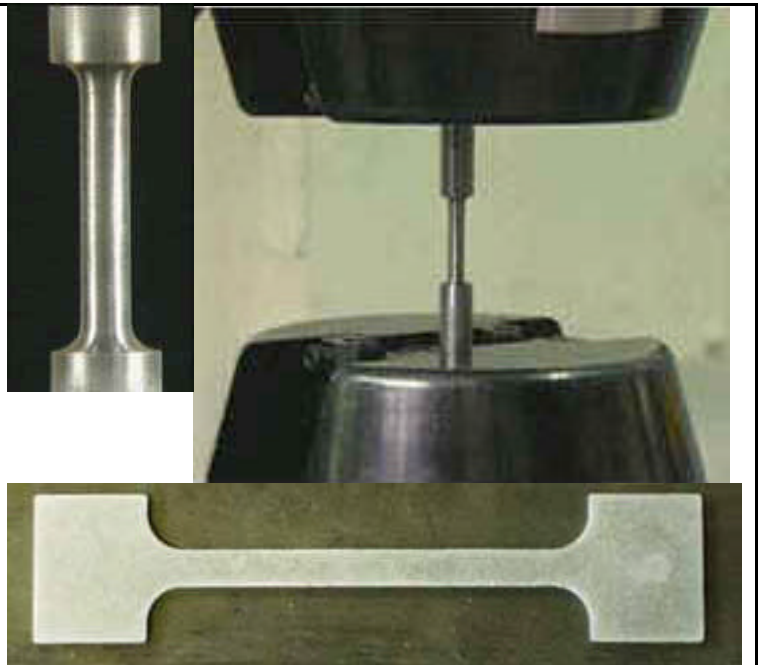
- ☞ les **essais destructifs** sur éprouvette : la pièce est détruite pendant l'essai ;
- ☞ les **essais non-destructifs** : la pièce n'est pas détruite. Ces essais sont utilisés sur les pièces complexes, chères et difficiles à réaliser, mais également pour valider une hypothèse de travail ou un modèle d'étude.

Nous allons voir dans ce qui suit un certain nombre d'essais mécaniques, destructifs ou non. L'essai de traction sera quant à lui plus particulièrement détaillé, puisque c'est l'essai le plus couramment rencontré. Vous aurez d'ailleurs la joie immense (si, si...) de réaliser un essai de traction lors de l'une des séances de Travaux Pratiques.

1.1 Essai de traction

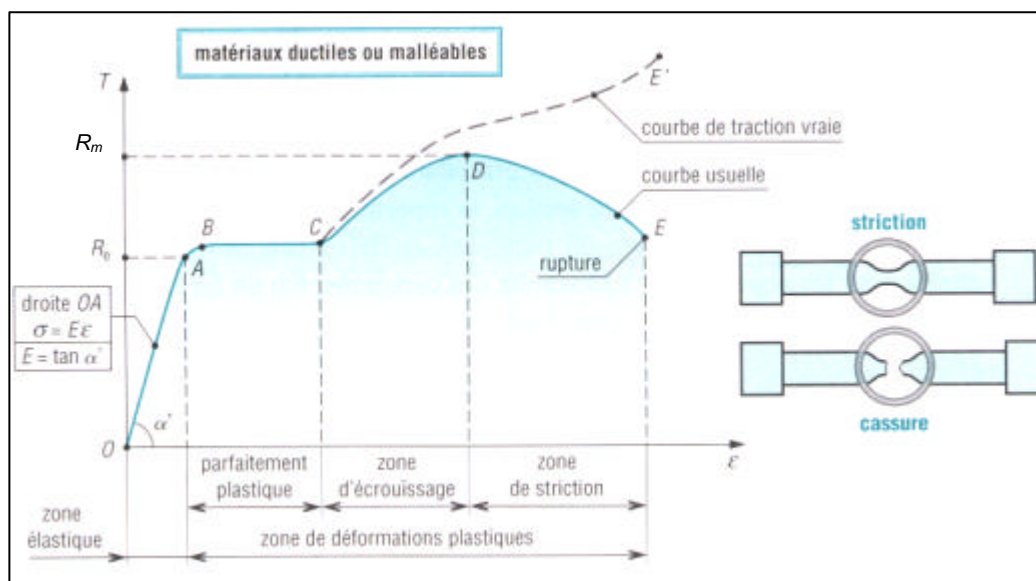
L'essai de traction permet à lui seul de définir les caractéristiques mécaniques courantes utilisées en RDM. La seule connaissance des paramètres de l'essai de traction permet de prévoir le comportement d'une pièce sollicitée en cisaillement, traction, compression et flexion.

Les trois photos ci-contre représentent respectivement une éprouvette plate, une éprouvette cylindrique et un détail d'une éprouvette cylindrique montée dans des mors d'une machine de traction.



RESISTANCE DES MATERIAUX

L'essai est réalisé sur une machine de traction (photo ci-contre) : on applique lentement et progressivement à une éprouvette de forme et dimensions normalisées, un effort de traction croissant dont l'intensité varie de 0 à F.



Le graphe ci-dessus représente la courbe classique (conventionnelle) de traction d'un matériau ductile :

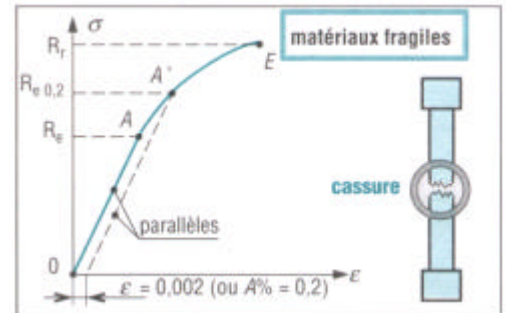
Zone élastique OA : l'éprouvette se comporte élastiquement (comme un ressort) et revient toujours à sa longueur initiale dès que la charge est relâchée. Le point A, auquel correspond la limite élastique R_e , marque la fin de cette zone. La proportionnalité entre la contrainte σ et la déformation ϵ se traduit par la loi de Hooke ($\sigma = E \epsilon$). $E = \tan \alpha$ caractérise la pente de la droite OA et $\sigma = E \epsilon$ son équation.

Zone de déformation plastique AE : on distingue encore trois zones BC, CD et DE. Dans la zone BC, parfaitement plastique, la contrainte reste constante et l'allongement se poursuit jusqu'en C. Entre C et D, zone d'écrouissage, le matériau subit un changement de structure qui accroît sa résistance. Le point D, auquel correspond la résistance maximale R_m , marque la fin de cette zone. Enfin, entre D et E, l'éprouvette subit une striction amenant une diminution de la section avec étranglement. La rupture se produit au point E, auquel correspond la résistance à la rupture R_r .

Remarque : la courbe en trait discontinu correspond à la courbe de traction vraie. A quoi correspond-elle ? Vous pouvez déjà commencer à y réfléchir pour préparer la séance de Travaux Pratiques sur la machine de traction. Indices : que se passe-t-il (d'autre) lorsque l'éprouvette s'allonge ? Qu'enregistre la machine de traction ? Nota Bene : vous avez le droit d'appeler un ami...

RESISTANCE DES MATERIAUX

La courbe ci-contre représente quant à elle le comportement d'un matériau fragile. Dans ce cas, la courbe se réduit presque à la zone de déformation élastique.



1.1.1 Caractéristiques fondamentales

Limite élastique	$Re = \frac{Fe}{S_0}$	<p>Re limite élastique en MPa</p> <p>Fe charge maxi élastique en N</p> <p>S_0 section initiale en mm^2</p>
Résistance à la rupture	$Rr = \frac{Fr}{S_0}$	<p>Rr résistance à la rupture en MPa</p> <p>Fr charge à la rupture en N</p> <p>S_0 section initiale en mm^2</p>
Allongement relatif	$A\% = \frac{L_u - L_0}{L_0}$	<p>L_u longueur ultime après rupture en mm</p> <p>L_0 longueur initiale en mm</p>
Allongement	$e = \frac{\Delta L}{L_0}$	<p>$\Delta L = L - L_0$ allongement en mm</p> <p>L_0 longueur initiale en mm</p> <p>e allongement (ou déformation)</p>

1.2 Essai de traction biaxial

Il est possible de tester des pièces en réalisant deux essais de traction en même temps.

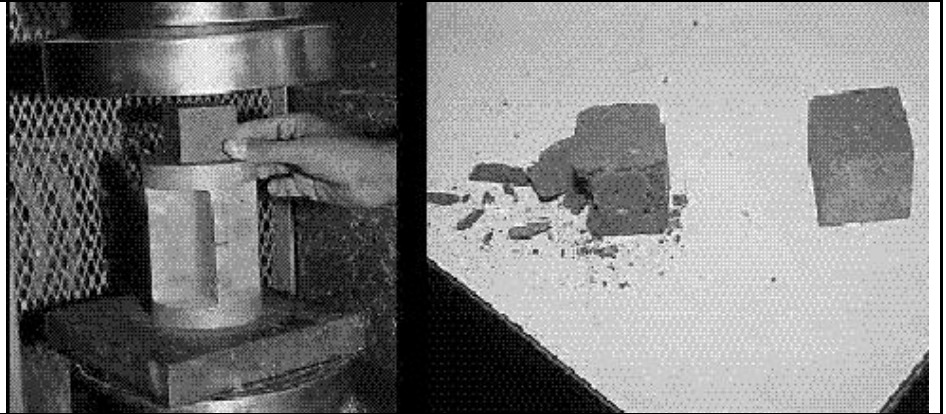
Avec le montage ci-contre, on teste des fibres en traction simultanément dans deux sens différents. Ces fibres intégreront sans doute un matériau composite.



RESISTANCE DES MATERIAUX

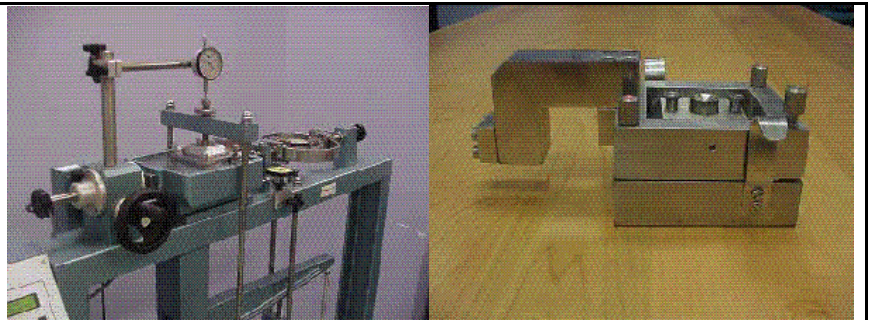
1.3 Essai de compression

Les photos ci-contre montrent un essai de compression sur des échantillons de béton.



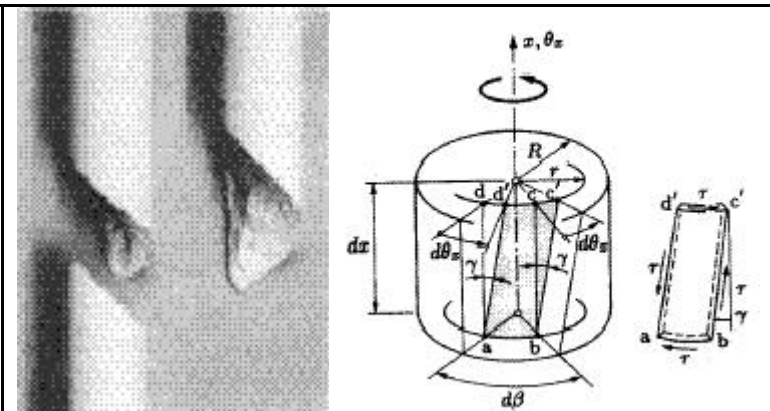
1.4 Essai de cisaillement

Le dispositif ci-contre permet d'étudier la résistance au cisaillement des différentes couches d'un sol.



1.5 Essai de torsion

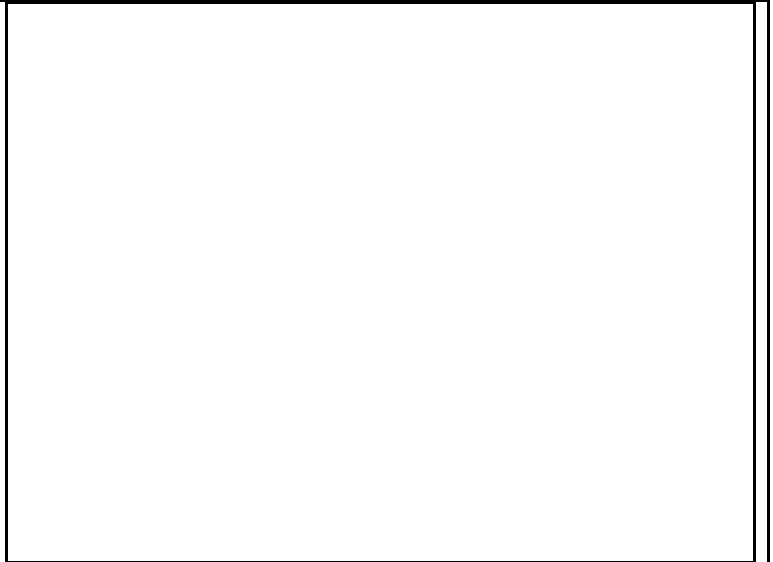
La photo ci-contre représente une éprouvette après un essai de torsion. L'essai de torsion permet notamment de déterminer le module d'élasticité transversal ou module de Coulomb (G).



RESISTANCE DES MATERIAUX

1.6 Essai de flexion

La photo ci-contre représente un essai de flexion longitudinale sur un tuyau en fonte ductile.
(photo PONT-A-MOUSSON)



1.7 Essai de dureté

Cet essai est destiné à vérifier la dureté superficielle d'une pièce. Il consiste à indenter la surface de la pièce à tester à l'aide d'un pénétrateur sphérique (dureté Brinell), conique (dureté Rockwell) ou pyramidal à base carrée (dureté Vickers) sur lequel on applique une charge connue. La mesure de l'aire de l'empreinte, rapportée à la charge appliquée permet de déduire la dureté.

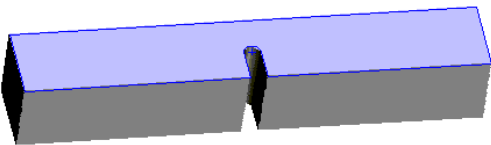


Machine universelle (1 à 250 kg)

RESISTANCE DES MATERIAUX

1.8 Essai de résilience

Les paramètres de ténacité déterminés par l'essai de traction n'ont plus de sens lorsque la charge s'applique très rapidement. On parle de choc lorsque la durée d'application de la charge est de l'ordre du $1/100$ de seconde. La résistance au choc ou résilience est caractérisée par le quotient de l'énergie nécessaire pour rompre l'éprouvette en un seul coup par la surface de la section rompue. Les photos ci-contre et ci-dessous représentent respectivement la machine d'essai (Mouton de Charpy) et une éprouvette entaillée en U.



1.9 Photoélasticimétrie

La photoélasticimétrie permet une étude détaillée des régions chargées. On y observe les zones d'iso-contraintes ainsi que leur progression. Cette méthode est très efficace pour l'étude des concentrations de contraintes comme : les trous, les encoches, les épaulements...

Pour modéliser l'objet de l'étude, on utilise une matière plastique transparente. Un système optique spécial (polariscope) permet d'observer les variations de contraintes avec les modifications de couleurs de la pièce.

Ci-contre, un exemple d'une visualisation des contraintes au niveau du contact entre deux dents d'un engrenage : les zones très colorées subissent les contraintes les plus élevées.

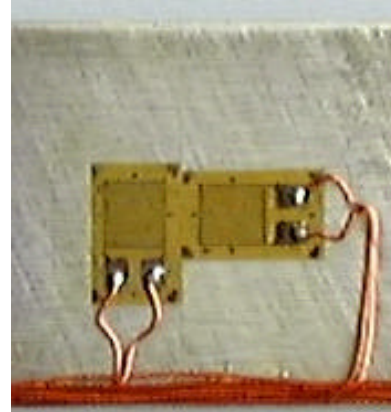


RESISTANCE DES MATERIAUX

1.10 Jauges de déformations (extensométrie)

L'utilisation de jauges est la méthode expérimentale la plus usitée pour vérifier les résultats théoriques. Les jauges sont collées directement sur la surface à étudier et mesurent les déformations « en un point donné ». Les contraintes sont alors déduites par les lois de la RDM.

Sur la photo ci-contre, les deux jauges sont situées au même point, mais dans orientées selon des directions différentes. Ce montage permet de mesurer les déformations dans deux directions à 90°.

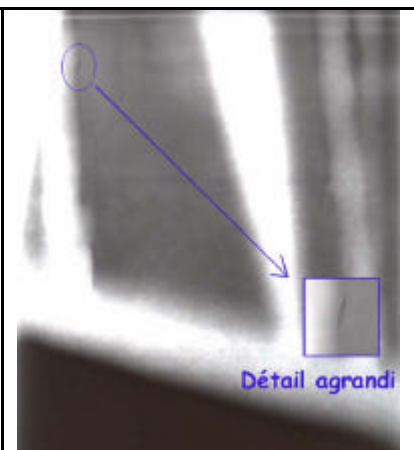


1.11 Radiographie

Il est possible de radiographier une pièce mécanique comme on le fait en médecine.

Néanmoins, les pièces métalliques ne laissant pas facilement les rayons X les traverser, il faut une quantité de rayons beaucoup plus importante, très dangereuse pour l'homme.

Sur la photo ci-contre, représentant une pièce de moteur d'avion, on met en évidence un « cric », bulle d'air restée à l'intérieur de la matière lors de la fabrication.



1.12 Ultrasons

Les traducteurs du type de la figure ci-contre génèrent, lorsqu'ils sont appliqués sur la surface de la pièce à étudier, des ultrasons qui se propagent à l'intérieur du matériau.

Ils peuvent alors être utilisés soit pour détecter la présence de fissures à l'intérieur de la pièce, soit pour déterminer les propriétés mécaniques du matériau.

