

# Résistance Des Matériaux (R.D.M)

Medjaldi Farida

Mai 2024



# Table des matières

<b>Objectifs</b>	<b>3</b>
<b>I - Traction et compression</b>	<b>4</b>
1. Objectifs spécifiques .....	4
2. Définition.....	4
3. Convention de signe de N .....	5
4. Contrainte normale de traction $\sigma$ .....	5
5. Essai de traction .....	6
6. Loi de Hooke - Relation entre la contrainte tangentielle et la déformation.....	7
6.1. Loi de Hooke .....	7
6.2. Allongement $\Delta L$ .....	8
6.3. Condition de résistance .....	8
7. Application .....	8
<b>Bibliographie</b>	<b>9</b>

# Objectifs

A la fin de ce cours, l'apprenant sera capable de :

- S'entraîner aux calculs et manipuler des équations un peu plus complexes,
- identifier les différents types de sollicitation (traction ; compression ; cisaillement ; flexion et torsion)
- Investiguer adéquatement pour une meilleure conception basée sur des critères.
- Dimensionner tous types d'éléments de structures isostatiques simples réalisés en acier.
- évaluer les contraintes et les déformations élastiques
- Vérifier la résistance des structures soumises aux sollicitations externes
- Réaliser des structures stables, résistantes et économiques.
  - appliquer la loi de comportement élastique

# I Traction et compression

## 1. Objectifs spécifiques

A l'issue de ce chapitre l'étudiant sera capable de :

- Définir et identifier les sollicitations axiales.
- Déterminer les dimensions transversales de la pièce.
- Calculer les déformations longitudinales dues aux sollicitations axiales.
- Identifier la loi de Hooke.

## 2. Définition

Une poutre (ou une pièce) est sollicitée à la traction si elle est soumise à deux forces axiales directement opposées, appliquées aux surfaces des sections extrêmes et qui tendent à l'allonger (ou à la raccourcir).



Figure II.1



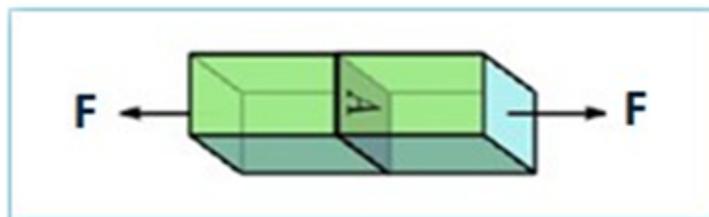


Figure II.2

Dans le cas de la traction (compression), le torseur de cohésion se réduit à :

$$T = 0$$

$$M = 0$$

$$N \neq 0$$

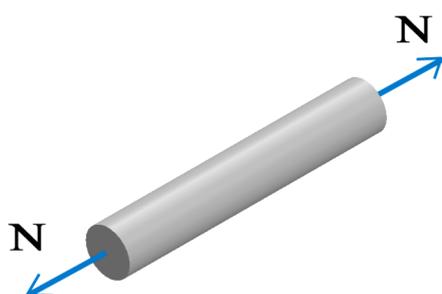
$$[\tau]_G = \begin{bmatrix} R \\ M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

### 3. Convention de signe de N

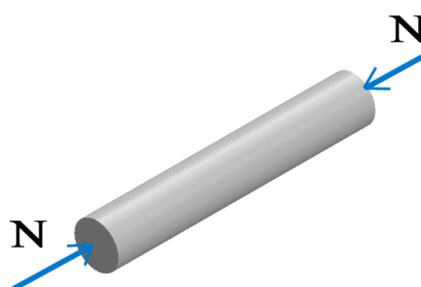
Par convention, l'effort normal est positif s'il est dirigé vers l'extérieur de la section.

Si N est dirigé positivement suivant la convention de signe établie, cet effort tend à provoquer un allongement :

c'est la traction. Si N est négatif : il s'agit d'une compression.



Traction



Compression

### 4. Contrainte normale de traction $\sigma$

La somme des forces de cohésion appliquées à (S) est égale à l'effort normal N. La contrainte dans la pièce est appelée **contrainte de traction**. Elle est donnée par :

$$\sigma = \frac{N}{S}$$

$\sigma$  : contrainte normale de traction [N/mm<sup>2</sup>] ou [MPa]

N : effort normal [N]

S : section initiale de l'éprouvette [mm<sup>2</sup>]

## 5. Essai de traction

L'essai est réalisé à l'aide d'une machine d'essai de traction<sup>1</sup> universelle avec des éprouvettes standardisées. Le type des éprouvettes varie selon le type du matériau.

L'éprouvette est serrée dans le dispositif de fixation de la machine et est soumise à un effort de traction qui tend à l'allonger jusqu'à la rupture. On effectue plusieurs essais, et à chaque essai on enregistre l'allongement de l'éprouvette en fonction de la force appliquée.<sup>2</sup>

On obtient alors une courbe contrainte-déformation.

En général, la courbe obtenue a l'allure de celle présentée par la figure II.3.

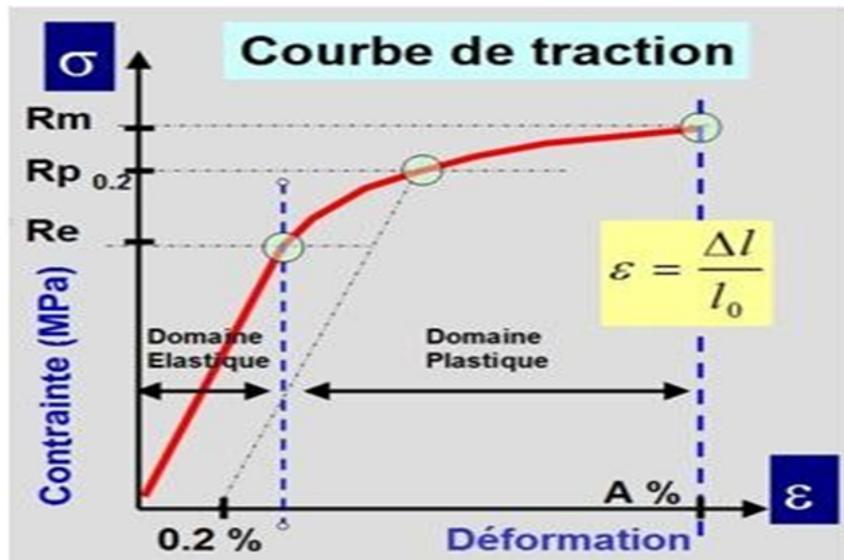


Figure II.3.

$$\sigma = \frac{F}{S_0}$$

F : force appliquée.

S<sub>0</sub> : surface initiale (avant déformation). Cet essai permet de déterminer les caractéristiques mécaniques d'un matériau, à savoir :

- Sa limite élastique (résistance limite) :  $\sigma_e$  ou  $R_e$ .
- Sa résistance à la rupture :  $\sigma_r$ ,
- Son allongement à la rupture :  $\epsilon$ .
- Son module d'élasticité : E.

•  $\sigma_e$  : contrainte limite élastique : c'est la contrainte maximum que peut supporter un matériau sans danger de déformation permanente et à partir de laquelle se produit la déformation plastique (déformation permanente).

•  $\sigma_r$  : contrainte de rupture : correspond à la force causant la rupture en traction de l'éprouvette.

1. essai de traction - <https://youtu.be/zJ-uzeAK9To?si=aOzjB8wngddMb-j3>

2. video1 - <https://youtu.be/zJ-uzeAK9To?si=aOzjB8wngddMb-j3>

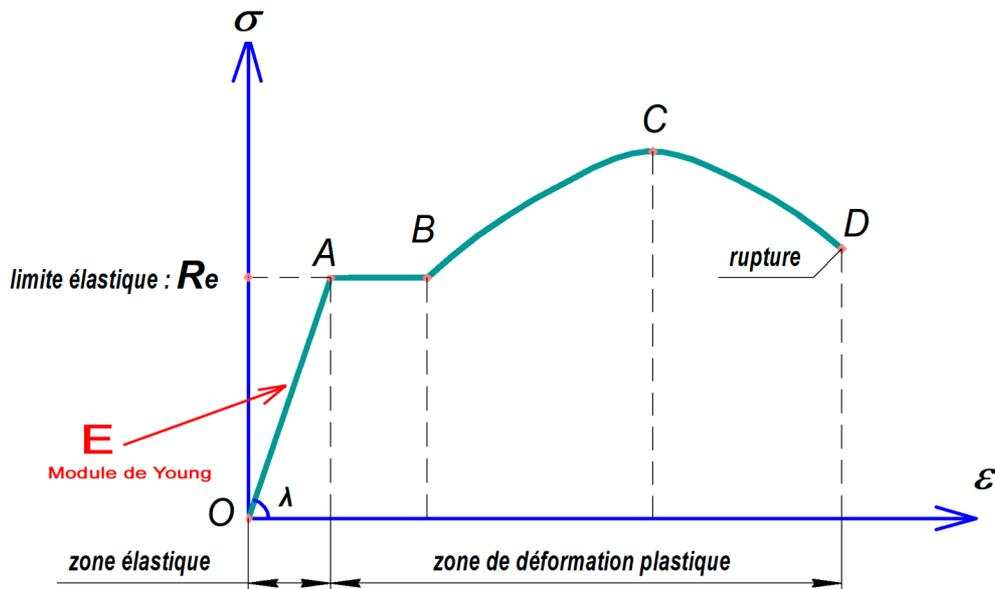


Figure II.4.

- La partie linéaire de la courbe (OA) caractérise le domaine de la déformation élastique (loi de proportionnalité entre les allongements et les déformations) c'est-à-dire, si on interrompt l'expérience, la barre reprend sa longueur initiale.

- La tangente de la pente de la droite de la partie élastique caractérise le module d'élasticité (appelé aussi module de Young)  $E$  :  $\tan \lambda = E$ .

Ce qui donne la relation:  $\sigma = E \cdot \varepsilon$  : c'est la loi de Hooke.

- La zone (AB) caractérise le début de la déformation plastique.

- La zone (BC). Dans cette zone, si on interrompt l'expérience, la barre ne reprend pas sa forme initiale. On a une déformation permanente.

- La zone (CD) caractérise le phénomène de striction : dans cette zone la contrainte  $\sigma$  décroît alors que l'allongement augmente pour des charges inférieures à la valeur maximale.

- En point D, l'éprouvette se rompt.

#### Remarque :

**La loi de Hooke est valable seulement pour la partie linéaire de la courbe (OA) correspondant à la déformation élastique.**

## 6. Loi de Hooke - Relation entre la contrainte tangentielle et la déformation

L'application d'une force provoque initialement une déformation élastique de l'éprouvette. Cela se traduit sur le diagramme par une droite car la déformation est proportionnelle, pour un métal, à la contrainte (**loi de HOOKE**).

### 6.1. Loi de Hooke

C'est une loi de comportement des solides soumis à une déformation élastique de faible amplitude. Elle a été énoncée par Robert Hooke. Pour un matériau donné le module de Young se définit donc par :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$E$  [MPa] ou  $[/math>N/mm<sup>2</sup> ] : module de Young ou module d'élasticité, une caractéristique du matériau ; c'est l'équivalent en mécanique des milieux continus de la raideur d'un ressort.$

$$\tan(\lambda) = E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

## 6.2. Allongement $\Delta L$

On sait que l'allongement  $\Delta L = L - L_0$

D'après la loi de Hooke, on a :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

et on sait que :

$$\sigma = \frac{N}{S}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

De (2), (3) dans (1) donne :

$$\Delta L = \frac{NL}{ES}$$

$\Delta L$  : allongement [mm]

$N$  : effort normal [N]

$E$  : module d'Young [N/mm<sup>2</sup>]

$S$  : section droite [mm<sup>2</sup>]

## 6.3. Condition de résistance

La contrainte appliquée sur le matériau doit impérativement rester inférieure à la limite pratique à l'extension du matériau, **Rpe**. Cette limite pratique prend en compte, pour des raisons de sécurité bien compréhensibles, différents aléas inhérents aux matériaux et sollicitations appliquées, via un coefficient de sécurité **s**:

## 7. Application

Une barre d'acier de 10 mm de diamètre reçoit une force de traction de 12560 N. Quelle sera l'allongement de la barre de 5 mètres si  $E = 210000$  N/mm<sup>2</sup> . Quelle sera alors la contrainte dans cette barre ?

### Solution

Recherche de la section de la barre

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = 78.54 \text{ mm}^2$$

L'allongement de la barre:

$$\Delta L = \frac{NL_0}{ES} = (12560 \cdot 5000) / (210000 \cdot 78.54) = 3.8 \text{ mm}$$

La contrainte sera égale à:

$$\sigma = \frac{N}{S} = 12560 / 78.54 = 159.9 \text{ MPa}$$

# Bibliographie

G.PISSARENKI, A. Yakovlev, V. Matvéev. Aide mémoire de résistance des matériaux. Edition Mir-Moscou1975. Traduit du russe par M.SEGASAYO-Edidtions Mir 1979.

P.RANDOUR. Résistance des matériaux(catégorie technique). Haute Ecole Louvain en Hainaut 2013-2014

A.ANISSIMOV ; USTHB -Ecole Nationale Polytechnique. Calcul des barres dans les cas de sollicitation composée (Partie 1 de RDM II). Office des Publocations Universitaire Alger-1982.

I.BENAISSA. Polycopie de cours et exercices corriges de Résistance Des Matériau ; Université d'Oran 2019-2020

Zamila HARICHANE «Résistance Des Matériaux Cours, Exercices et Examens corrigés » July 2023