

RESISTANCE DES MATERIAUX

BTS BATIMENT

DEFINITION ET HYPOTHESES DE LA RESISTANCE DES MATERIAUX

Objectif : maîtriser les notions de base de la RDM

Sommaire

1.1 DEFINITIONS ET HYPOTHESES

1.1a Définition de la résistance des matériaux

1.1b Hypothèses de la résistance des matériaux :

Homogénéité, isotropie et la continuité du matériau

Elasticité et la linéarité du matériau

Petites déformations

Hypothèses des sections planes (Hypothèse de Navier Bernoulli)

Hypothèse de Saint Venant

1.2 UNITES

1.3 CONVENTIONS DE SIGNES DES AXES

RESISTANCE DES MATERIAUX

1. DEFINITIONS ET HYPOTHESES

1.1 Définition de la résistance des matériaux

La résistance des matériaux ou la mécanique des matériaux est une branche de la mécanique appliquée servant à **étudier le comportement des corps solides sous l'action** des différents types de charges.

La résistance des matériaux est basée sur les **résultats théoriques** de la mécanique et les propriétés des matériaux qui ne peuvent être disponibles qu'à travers les résultats des **travaux expérimentaux**.

L'ingénieur doit prendre en compte la nature des matériaux ainsi que les dimensions des pièces, de manière à ce qu'elles résistent aux efforts qu'elles subissent sans se rompre.

Sa démarche sera donc de deux natures :

- Déterminer les **dimensions des éléments**, connaissant les efforts qu'ils devront supporter.
- Calculer, pour chaque élément, **les efforts qu'il pourra supporter** sans se déformer (au-delà d'une limite fixée) et se rompre.

1.2 Eléments de Mécanique des Milieux Continus utiles en RdM

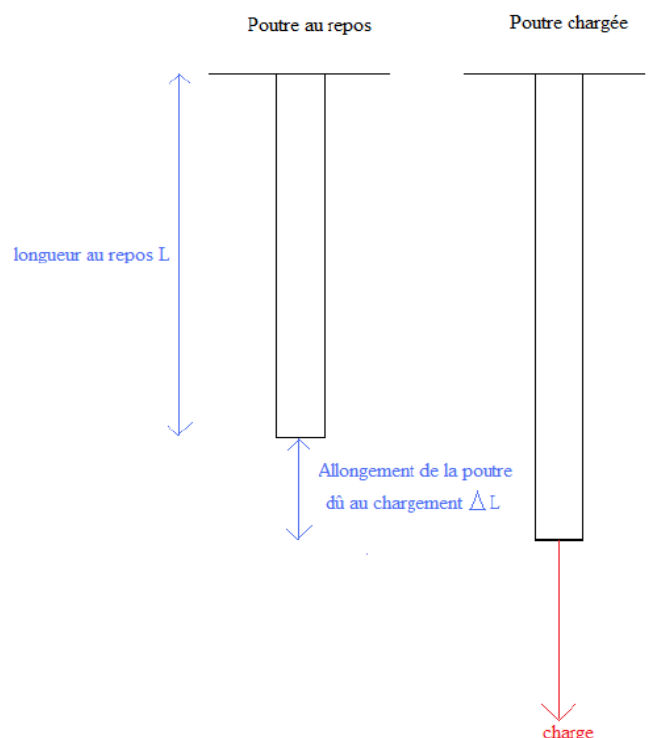
1.2.1 Déformations

Déformation longitudinale

La **déformation longitudinale** est la dilatation dans le sens de la longueur de la poutre ϵL .

Lorsqu'il n'y a pas de confusion possible, cette déformation sera notée ϵ .

L'expression de la déformation est $\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$
Unité : aucune

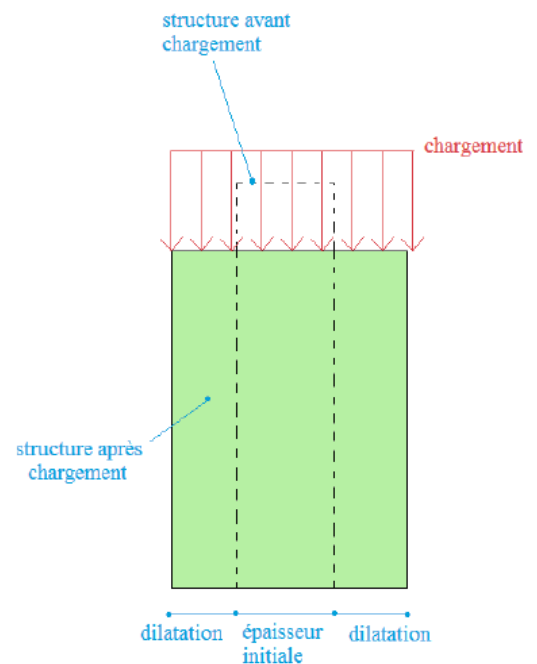


Déformation transversale

Les déformations transversales sont les dilatations selon les **directions autres** que celle de la longueur de la poutre.

Remarque :

Les déformations transversales sont généralement négligées dans le cas de poutres ou de poteaux. Leurs effets peuvent néanmoins devenir importants dans le cas de pièces massives mais ces éléments ne sont pas l'objet de ce cours.



1.2.2 Contraintes

La **contrainte** détermine avec quelle intensité les atomes du matériau sont écartés les uns des autres ou comprimés les uns sur les autres. Cette contrainte est, pour une traction simple, la **force qui agit sur une unité de surface** du matériau.

$$\sigma = F/S$$

Elle se mesure en méga Pascal.

1.2.3 Les lois de comportement

Une loi de comportement est une relation **liant les contraintes aux déformations**.

La loi de comportement peut être :

- obtenue par **expérimentation** : loi de comportement réelle. (essai de traction d'une barre d'acier HA14)
- modélisée **mathématiquement** : loi de comportement modélisée (Ex : loi de Sargin du béton)
- **idéalisée** et prendre en compte des coefficients de sécurité **réglementaire** : loi de comportement réglementaire (loi de bilinéaire du béton de l'Eurocode 2)

Exemple d'expérimentation : Essai de traction simple

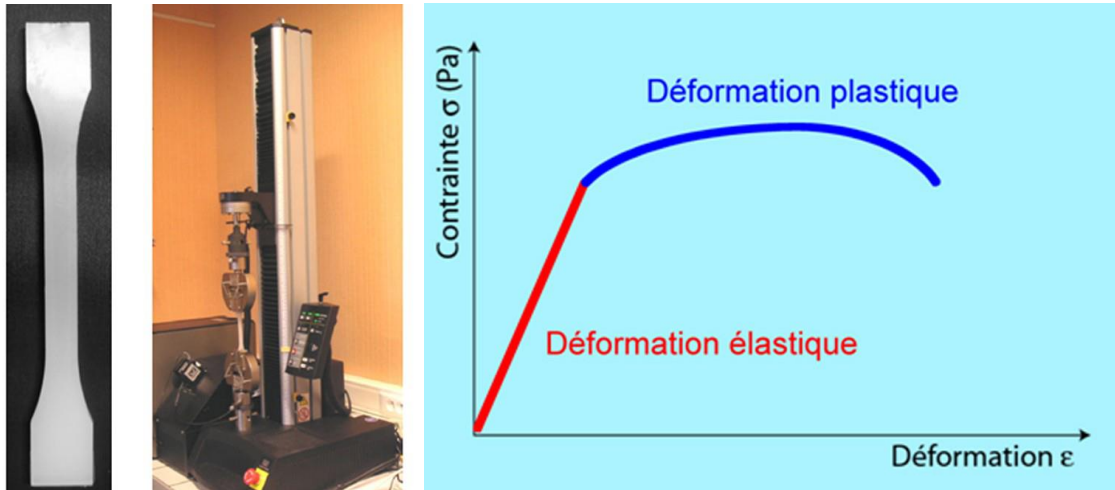
L'essai le plus fréquemment utilisé afin de déterminer le comportement mécanique d'un matériau est l'essai de traction.

On exerce une force de traction sur un barreau de dimension standardisée, jusqu'à sa rupture, en suivant un processus de mise en charge à une vitesse de déformation constante.

Vidéo essai de traction : <https://safeshare.tv/x/XMMLOVBzoaA>



En enregistrant la force appliquée à l'éprouvette par la machine de traction et son allongement progressif on obtient un **diagramme contrainte-déformation**.



Eprouvette – machine de traction – Courbe contrainte – 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).

Cette déformation élastique est **réversible**. Si la contrainte est annulée, l'éprouvette revient instantanément à sa forme initiale. Cette déformation élastique est suivie d'une déformation irréversible (permanente) appelée **déformation plastique**, qui se traduit sur le diagramme par une courbe qui se termine au moment de la rupture de l'éprouvette.

Illustration : Poutre chargée

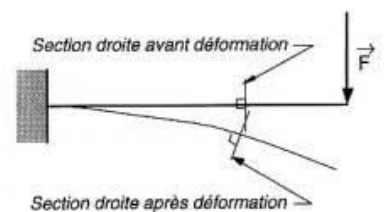
Une illustration des différences de comportement dans les **domaines élastique et plastique** est donnée par la situation suivante :

	Comportement élastique	Comportement plastique
Etat initial. La structure n'est pas chargée (si le poids propre peut être négligé).	<u>Structure non chargée</u> 	<u>Structure non chargée</u>
Chargement de la structure	<u>Chargement modéré (la structure « reste » dans le domaine élastique)</u> La flèche reste faible.	<u>Chargement élevé (la structure atteint le domaine plastique)</u> La flèche est significativement plus élevée que pour un chargement maintenant la structure dans le domaine élastique.
Etat final. Suppression du chargement. La structure est à nouveau au repos.	<u>Le chargement est supprimé</u> La structure revient à son état initial.	<u>Le chargement est supprimé</u> La structure est déformée par rapport à l'état initial malgré l'absence de charge. ⇒ La structure a été plastifiée !

1.3 Hypothèses de la résistance des matériaux

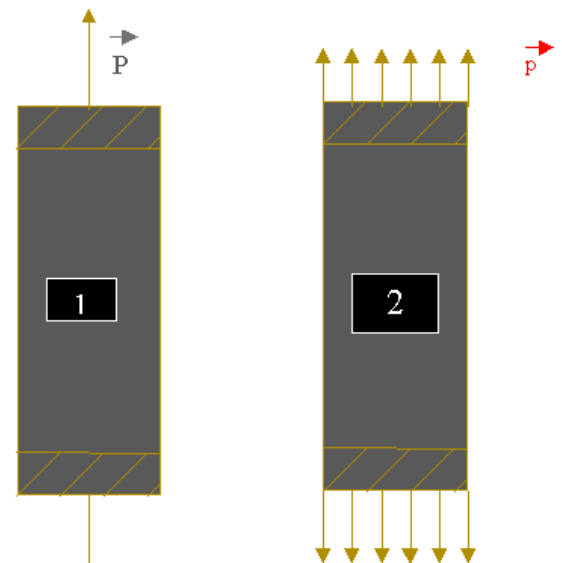
- **Homogénéité, isotropie et la continuité du matériau :**
On suppose que le matériau possède les mêmes propriétés élastiques en tous les points du corps, dans toutes les directions en un point quelconque du corps, et que le matériau est assimilé à un milieu continu.
- **Elasticité et la linéarité du matériau :**
On admet qu'en chaque point les contraintes et les déformations sont proportionnelles et qu'après déformation, l'élément revient à son état initial.
- **Petites déformations :**
Les déformations dues aux charges sont négligeables par rapport aux dimensions des éléments et la configuration géométrique reste inchangée.

- **Hypothèses des sections planes (Hypothèse de Navier Bernoulli) :**
Les sections droites restent planes et normales à la fibre moyenne au cours de la déformation.



- **Hypothèse de Saint Venant :**
Les contraintes (et par suite les déformations) dans une section droite, éloignée des points d'application des efforts extérieurs et des singularités, ne dépendent que de la résultante et du moment résultant des efforts appliqués à l'une des deux parties séparée par la section droite envisagée.
En d'autres termes, la principale conséquence pratique est que les résultats de RDM restent valables pour des sections éloignées des singularités.

Considérons deux éprouvettes sollicitées en traction :



1 : Sollicitée par deux efforts opposés ponctuels P

2 : Sollicitée par deux densités linéiques d'efforts :

$$P = p \cdot s$$

Ex : **Saint Venant** a montré que, sauf dans la zone hachurée, les contraintes et les déformations supportées par l'éprouvette sont identiques, bien que le mode de chargement soit différent. Nous admettrons que les calculs effectués ne sont pas valables aux points d'application des efforts, mais à une distance suffisamment éloignée. L'approximation ainsi faite est en général excellente.

Ces hypothèses simplificatrices conduisent à des solutions approchées qui permettent en général une bonne approximation du comportement des structures soumises à différents types de charges.

Les notions de la résistance des matériaux étudiées dans ce cours sont schématisées par la figure1.

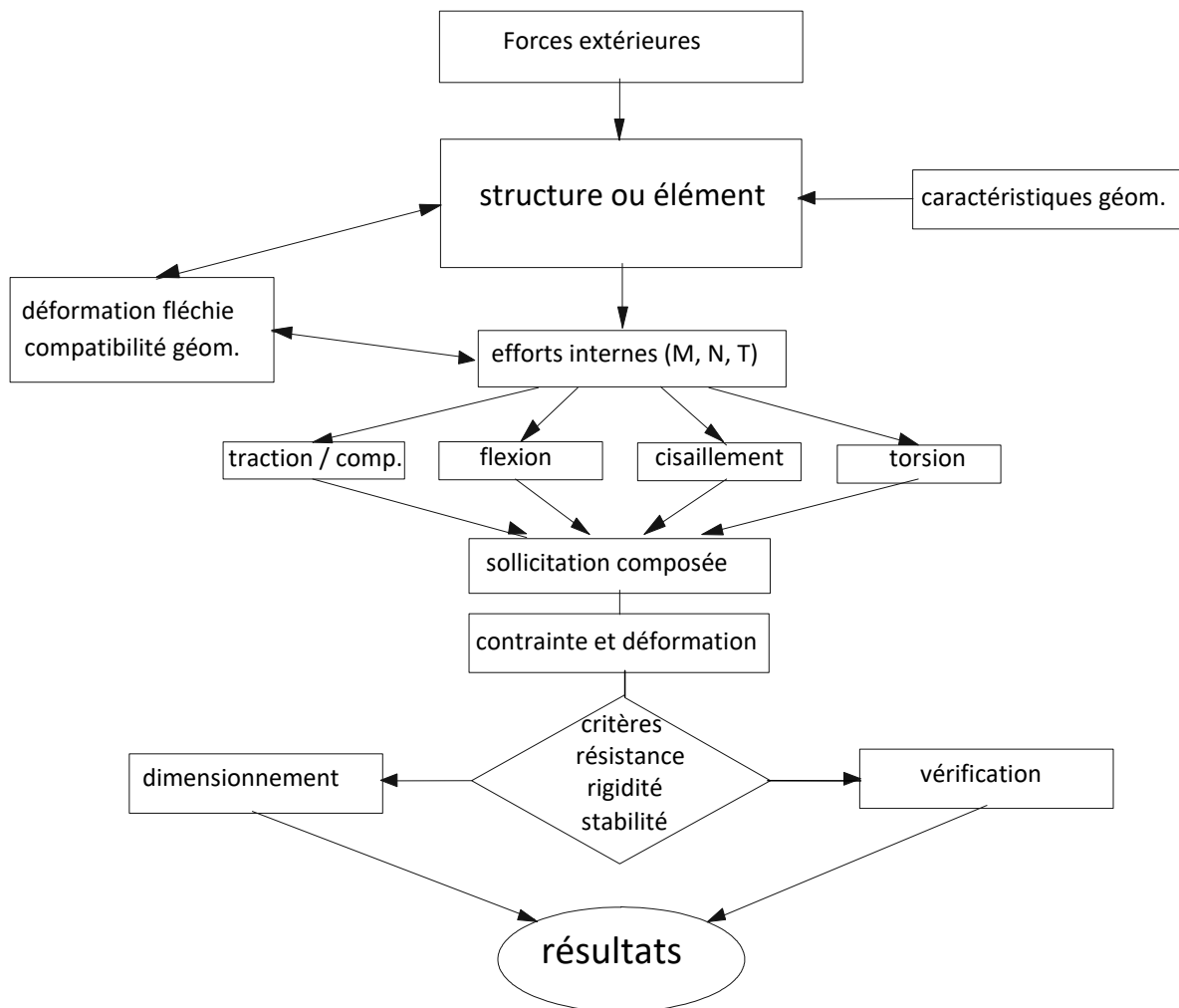


Fig.1

2 UNITES

Les unités de mesures utilisées sont principalement celles du système d'unités internationales (SI) :

- Longueur (le mètre) m
- Masse (masse) Kg
- Temps (seconde) s
- Force (Newton) N
- Contrainte (méga Pascal) N/mm²
- Travail (joule) J

3 CONVENTION DE SIGNE DES AXES

En général on utilise le système cartésien ou rectangulaire pour toutes les structures. Le premier ayant les axes OX , OY et OZ mutuellement perpendiculaire. Les sens positifs de ces axes obéissent à la règle de la main droite. Comme indiqué ci-après (fig.1.2, on choisit)

Les sens positifs de deux axes X et Y par exemple, le sens positif de l'axe Z est suivant la direction d'un VIS tournant de l'axe X vers l'axe Y

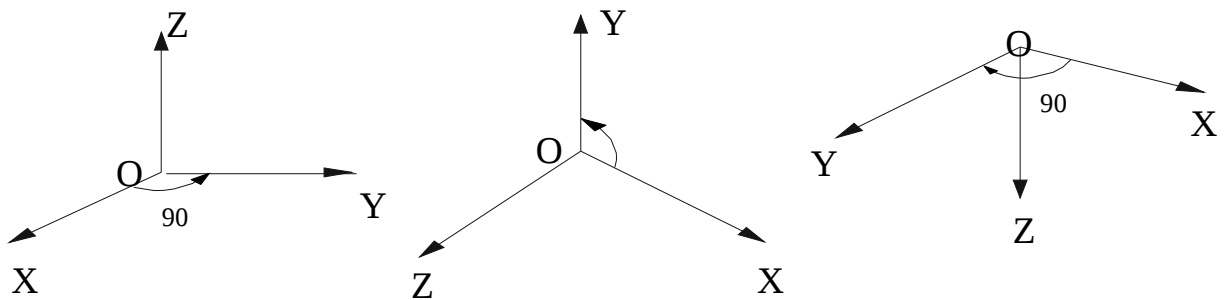


Fig. 1.2 convention des signes

RESSOURCES

- 1- **Nouredine BOURAHLA** « Résistance des matériaux de base »

GECOTEC : le Groupement Economique de Contrôle Technique de la Construction.

- 2- **K. GHENIA** : Rappel de la statique.

- 3- **B. Bertoldi** : Cours 1ère année ENTPE Résistance des matériaux