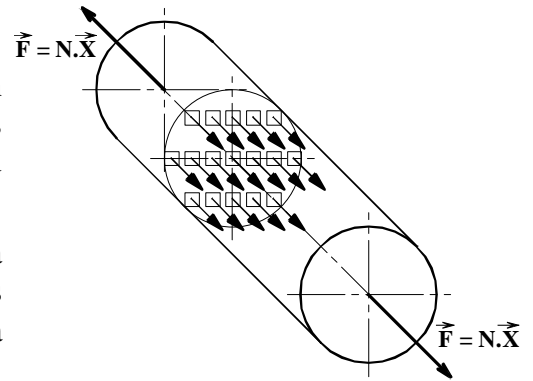


1- Contraintes en traction

1.1- Répartition des contraintes

Suivant l'hypothèse de Navier Bernoulli, une section droite avant déformation reste une section droite après déformation. D'autre part, la déformation d'un matériau augmente avec la contrainte.

Sachant que la sollicitation est symétrique par rapport à la section on en déduit que, loin de toute variation de section, les contraintes normales σ sont réparties uniformément dans la section.



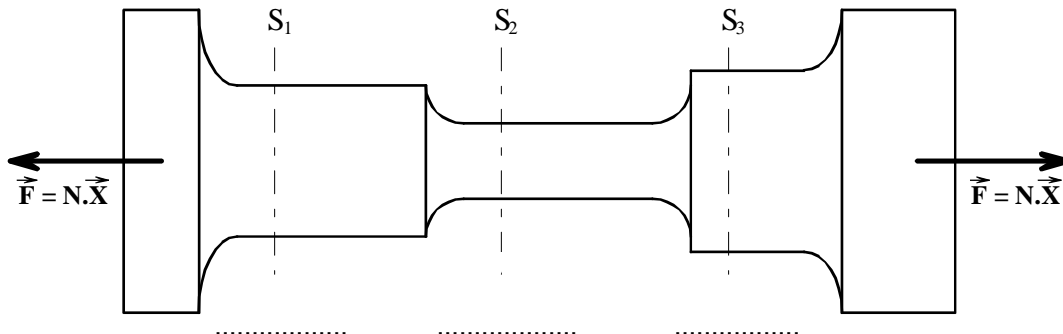
1.2- Calcul de la contrainte

On a montré que pour une sollicitation N de traction dans la section S :

Donc si on note : σ : La contrainte normale dans la section S N : la sollicitation de traction S : l'aire de la surface Alors :

1.3- Représentation conventionnelle des contraintes dans une section

Les contraintes dans une section se représentent par des flèches dont la longueur est proportionnelle à la contrainte au point de départ de cette flèche.



2- Essai de traction

2.1- Principe

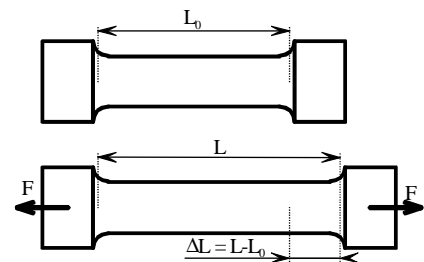
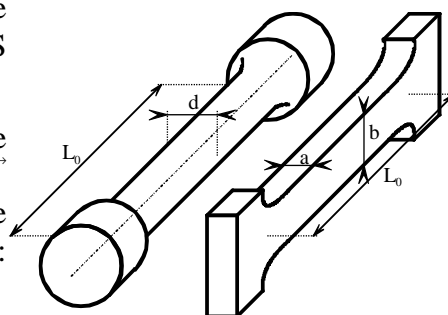
L'essai de traction a pour but de déterminer la résistance à la traction d'un matériau.

Le principe est le suivant : Eprouvettes normalisées

Traction de l'éprouvette

☞ On prend une éprouvette normalisée de section S circulaire ou rectangulaire

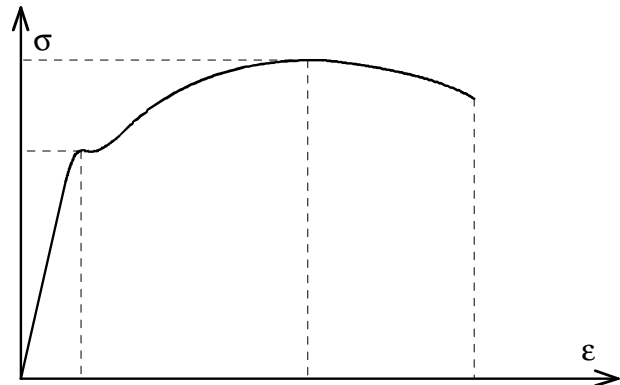
☞ On tire sur cette éprouvette et on relève la force \vec{F} nécessaire pour allonger cette éprouvette d'un allongement : $\Delta L = L - L_0$.



2.2- Résultats

Pour un acier d'usage courant on obtient une courbe de la force de traction \vec{F} de la contrainte σ en fonction de l'allongement ΔL dont la forme est la suivante: Cette courbe n'est pas caractéristique du matériau mais de l'éprouvette. On définit donc:

Courbe caractéristique du matériau



La contrainte :

L'allongement relatif :

où S est la section de l'éprouvette et L_0 la longueur de l'éprouvette avant l'essai de traction.

On trace donc la courbe de la contrainte σ en fonction de l'allongement relatif ϵ . Etant donné que la longueur au début L_0 et la section S sont constants, cette courbe a une forme identique à la précédente et est caractéristique du matériau.

Quelque soit le matériau on obtient toujours sur cette courbe une première zone : La zone élastique. Dans cette zone la contrainte est proportionnelle à l'allongement relatif. Suivant le matériau on peut également obtenir une ou deux zones supplémentaires à cette courbe : Les zones d'écrouissage et de striction. On définit donc suivant les matériaux deux limites à ces zones

La résistance (ou la limite) à la rupture : R_r

.....

La résistance (ou la limite) élastique : R_e

.....

2.3- Zone élastique

L'éprouvette reste dans la zone élastique lorsque la contrainte σ ne dépasse pas la limite élastique R_e .

Propriétés de cette zone élastique :

☞

.....

☞

.....

Chaque matériau peut par conséquent être également caractérisé par le coefficient liant la contrainte et l'allongement relatif. C'est la pente de la droite de la zone élastique de l'essai de traction.

Ce coefficient noté : est appelé :

On a alors : Soit :

Unités : σ : ϵ : E :

2.4- Zone d'écroutissage

L'éprouvette est dans la zone d'écroutissage lorsque la contrainte σ dépasse la limite élastique R_e mais reste inférieure à la résistance à la rupture R_r.

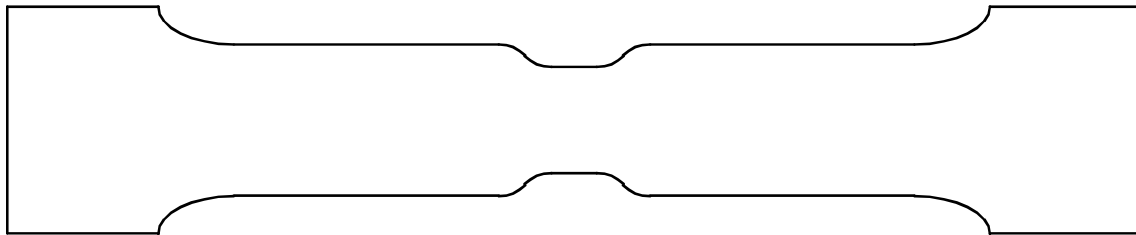
.....
.....

Si on relâche l'effort dans cette zone, l'éprouvette se rétracte mais ne reprend pas sa longueur initiale. Dans ce cas on dit que l'éprouvette a été écroutie. La diminution de la longueur se fait suivant une droite parallèle à la droite de la zone élastique.

Remarque : Cette zone n'existe pas pour tous les matériaux. Elle caractérise les matériaux malléable : plus cette zone est importante plus le matériau est malléable.

2.5- Zone de striction

Lorsque la contrainte σ a atteint la résistance à la rupture R_r, la section de l'éprouvette diminue fortement, ce qui explique que l'allongement augmente alors que l'effort de traction diminue.



Remarque : Cette zone n'existe pas pour tous les matériaux.

4- Condition de résistance d'une pièce

Soit une pièce constituée d'un matériau de limite élastique R_e et de résistance à la rupture R_r.

On suppose que cette pièce est une poutre sollicitée en traction sur toute sa longueur. Elle est donc soumise à deux forces directement opposées de module F et de support la ligne moyenne de la poutre. (Cette ligne moyenne est donc une droite).

La pièce résiste si la contrainte σ_{max} reste inférieure à la contrainte maximale admissible σ_{adm} :

..... Avec : σ_{adm} = Limite pratique élastique

Où : σ_{adm} = (s : coefficient de sécurité)

4.1- Cas où la section est constante.

Si la section de cette pièce est constante alors la contrainte est constante dans toute la pièce (Excepté près des endroits où sont appliqués les deux forces de traction de cette pièce).

On a donc : σ_{max} = où S est l'aire de la section de la pièce.

4.2- Cas où la section n'est pas constante

Dans ce cas la contrainte est variable et sa valeur dans une section i d'aire S_i est : $\sigma_i = \dots\dots\dots$

Par conséquent il faut calculer la contrainte maximale dans cette pièce, laquelle se situe dans la section la plus petite: S_{\min} .

On a donc : $\sigma_{\max} = \dots\dots\dots$ où S_{\min} est l'aire de la plus petite section de la pièce.

5- Loi de Hooke : Déformation de la pièce

5.1- Cas où la section est constante.

Soit une pièce constituée d'un matériau de limite élastique R_e et de module d'Young E . La loi de Hooke qui est valable dans la zone élastique ($\sigma_{\max} \leq R_e$) permet d'écrire que :

$\dots\dots\dots$ Avec : $\dots\dots\dots$ On a donc : $\dots\dots\dots$

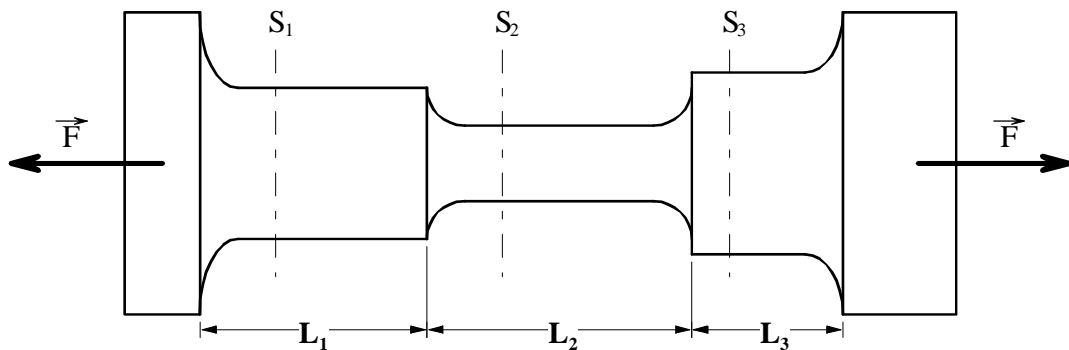
L'allongement ΔL d'une pièce d'une pièce sollicitée en traction sur toute sa longueur L_0 est donc :

$\dots\dots\dots$

5.2- Cas où la section n'est pas constante. (Poutre avec plusieurs sections d'aire S_i)

$\Delta L = \sum L_i \cdot \frac{\sigma_i}{E}$ Où : σ_i est la contrainte dans la section S_i et L_i la longueur de section S_i .

Exemple



$\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$

6- Concentration de contraintes

6.1- Principe

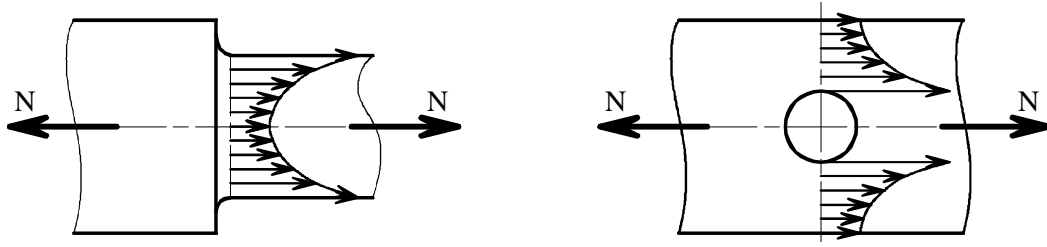
Dans la section d'une poutre, loin de toute variation de section ou d'application d'effort, les contraintes sont réparties uniformément. Aux endroits où il y a une variation de section, se produit un phénomène de concentration de contraintes. **La contrainte maximale réelle σ_M** est plus importante que la **contrainte théorique : σ_{max}** .

On définit donc le coefficient de concentration de contraintes :

Ce coefficient répond aux règles suivantes :

- ☞ Il ne dépend pas de la taille de la pièce mais des proportions de cette pièce.
- ☞ Il dépend du type de sollicitation.
- ☞ Plus la variation de section est brutale plus le coefficient de concentration de contraintes est important.
- ☞ Ce coefficient est toujours supérieur à 1

6.2- Exemples de répartition des contraintes



6.3- Valeur du coefficient de concentration de contraintes

Ce coefficient ne dépendant que des proportions de la pièce, on le détermine à partir d'abaques.

