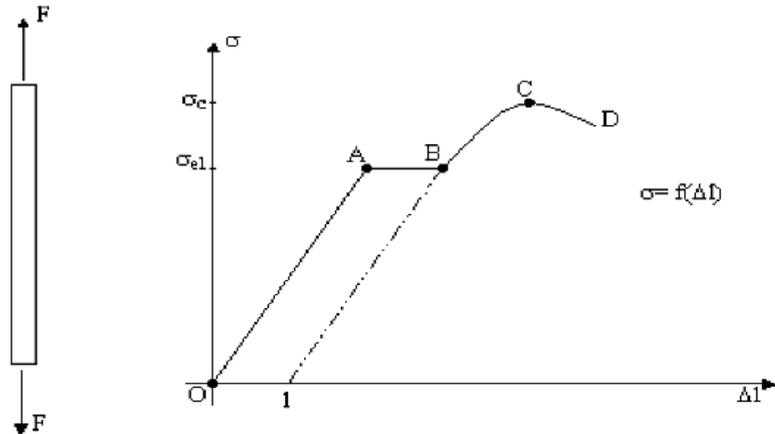


## Chapitre 1

### Diagramme de Traction

Si on applique une traction à une barre d'acier doux, on constate qu'on a obtenu quatre zones d'études de la fonction contrainte allongement.



**Fig.II.9** Diagramme de traction.

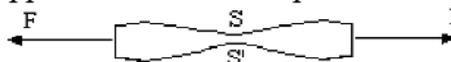
1. **Zone OA** : Dans ce domaine, la fonction contrainte déformation du matériau suit la loi de Hooke.

OA est une droite :  $\sigma = 0 \Rightarrow \Delta l = 0$ .

Si on décharge l'acier, la barre reprend sa dimension initiale. La contrainte limite est appelée contrainte limite élastique.

2. **Zone AB** : C'est la zone d'écoulement plastique du matériau qui est suivant un quasi-palier, l'allongement de la pièce augmente malgré que la charge reste constante.

3. **Zone BC** : la pièce dans cette zone répond dans le domaine élastique mais lorsqu'on décharge l'allongement ne disparaît pas, le résultat est un allongement résiduel permanent (OI). Lorsqu'on fait croître la charge dans cette zone, des contractions transversales apparaissent en divers points dans la pièce.



**Fig.II.10** Déformation d'une barre en plasticité.

Dans une section SS' de moindre résistance, un col se forme de la dimension de la section, il s'accroît simultanément avec l'augmentation de l'allongement.

4. **Zone CD** : on constate que l'allongement augmente pour des charges inférieures à la valeur maximale  $\sigma_c$  (contrainte de rupture): C'est le phénomène de striction. Pour une valeur de la charge plus faible que  $\sigma_c$  il y a une rupture de l'éprouvette.

#### **II-4** Contrainte admissible :

$\sigma_A$  : contrainte limite élastique. C'est la contrainte maximale qui n'entraîne pas de déformation résiduelle.

$$\sigma_A = \sigma_{el}$$

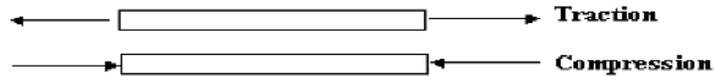
$\sigma_c$  : contrainte de rupture. Elle est égale au rapport de la plus grande force que peut supporter la barre par l'aire de la section droite initiale,  $\sigma_c = \sigma_u$ .

En pratique, il importe de fixer la contrainte maximale qu'une pièce pourra supporter sans risque de rupture ni de déformation inacceptable. Cette contrainte maximale est

## TRACTIONS ET COMPRESSIONS SIMPLES

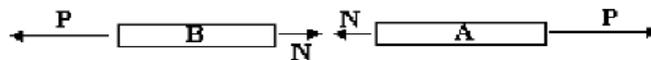
### II-1 Définition de traction (compression) :

Une barre est soumise à la traction (compression) lorsqu'elle soumise à deux forces opposées, qui tendent à l'allonger.



**Fig.II.1** Une barre soumise à un effort suivant son axe neutre.

Pour déterminer l'effort normal dans une barre, il est nécessaire d'utiliser la méthode des sections. Dans le cas d'une barre homogène, on suppose que les forces intérieures sont uniformément réparties dans toute la section alors que la contrainte normale est la même par tous les points de la section.



**Fig.II.2** Représentation de l'effort normal avec la méthode des sections.

Avec l'étude du tronçon A, il est à noter que :

La masse (le poids) de la barre est négligée devant P.

Le tronçon a été soumis à la force P et à l'action du tronçon B forces intérieures qui se traduit par :

$$N = \sum \sigma \cdot \Delta s = \sigma \cdot \sum \Delta s = \sigma \cdot S$$

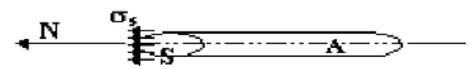
$\sigma$  : étant la contrainte normale.

N : désigne l'effort normal appliqué au centre de gravité de S.

$$\sum F_{xi} = 0 \Rightarrow N - P = 0$$

$$N = P = \sigma \cdot S$$

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



**Fig.II.3** Représentation de contrainte normale avec la méthode des sections.

### II-2 Allongement d'une barre (loi de HOOKE):

Les dimensions d'une barre tendue (comprimé) varient en fonction de la grandeur des forces appliquées.



**Fig.II.4** Représentation de l'allongement après chargement.

Supposant que :

avant de placer la charge, la longueur de la barre est l. Après chargement, la longueur est devenue l +  $\Delta l$ .

$\Delta l$  : Allongement absolue de la barre.

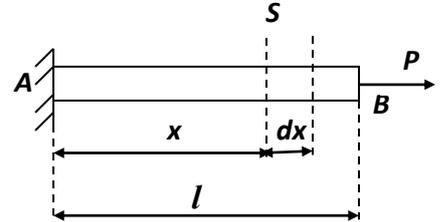
Pour la barre chargée, l'état de contrainte est homogène, la déformation  $\epsilon$  suivant l'axe de la barre est par tout la même égale à :

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad \text{où} \quad \epsilon : \text{déformation ou allongement relatif}$$

Dans le cas des petits allongements, pour la plupart des matériaux, on utilise la loi de Hooke. Cette dernière exprime la dépendance linéaire entre la contrainte et la déformation  $\sigma = E. \varepsilon$

### Allongement en traction

On considère une barre de longueur  $l$  et de section  $S$  encadrée en  $A$  et en traction sous l'action d'une force  $F$  en  $B$  (schéma ci-contre)



La contrainte de traction est  $\sigma = \frac{N}{S} = \frac{P}{S}$  (1)

La loi de Hooke :  $\sigma = E. \varepsilon$  (2)

La variable interne est comprise dans l'intervalle  $0 \leq x \leq l$

Dans la portion  $dx$  l'allongement relatif  $\varepsilon = \frac{\Delta(dx)}{dx}$  (3)

(1), (2) et (3) donnent  $\frac{N}{S} = E \frac{\Delta(dx)}{dx} \rightarrow \Delta(dx) = \frac{N}{ES} dx \rightarrow \Delta l = \int_A^B \frac{N}{ES} dx$

Finalement

$$\Delta l = \int_A^B \frac{N}{ES} dx = \int_0^l \frac{\sigma}{E} dx =$$

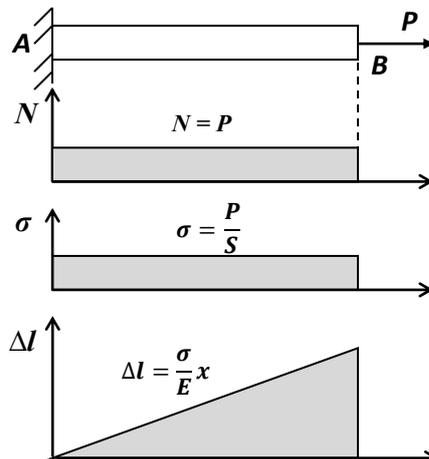
$$\begin{cases} 0 & \text{au point A} \\ \frac{\sigma}{E} x & \text{en un point intermédiaire entre A et B} \\ \frac{\sigma}{E} l & \text{au point B} \end{cases}$$

Si on plus la barre est soumise à une variation thermique  $\Delta t$ , l'allongement est calculé par la méthode de superposition en ajoutant à l'allongement dû au chargement mécanique l'allongement dû à la dilatation thermique :

$$\Delta l = \frac{\sigma}{E} l + \alpha l \Delta t$$

$\alpha$  : coefficient de dilatation thermique du matériau.

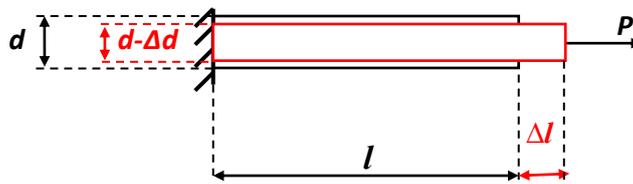
### Diagrammes des efforts normaux, contraintes et allongements



## Coefficient de Poisson

Le coefficient de Poisson est une propriété du matériau qui caractérise la conservation du volume (la longueur s'allonge de  $\Delta l$  et le diamètre diminue de  $\Delta d$ ), il est exprimé par :

$$\nu = \frac{\varepsilon_{transversale}}{\varepsilon_{longitudinale}} \quad \text{avec} \quad \varepsilon_{transversale} = -\frac{\Delta d}{d} \quad \text{et} \quad \varepsilon_{longitudinale} = \frac{\Delta l}{l}$$



## Conditions de résistance

La contrainte doit être inférieure ou égale à la contrainte admissible :

$$\text{en traction : } \sigma_t \leq [\sigma_t] \quad ; \quad \text{en compression : } \sigma_c \leq [\sigma_c]$$