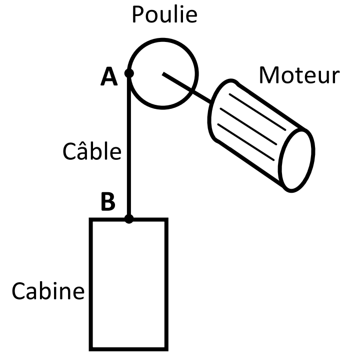
Comportements des matériaux

(Traction simple)

I- Introduction :



Modèle simplifié d'un ascenseur

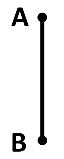
Bilan des forces extérieures :

……………………………………………………………

……………………………………………………………

Sollicitation : ……………………………

Déformation : …………………….………

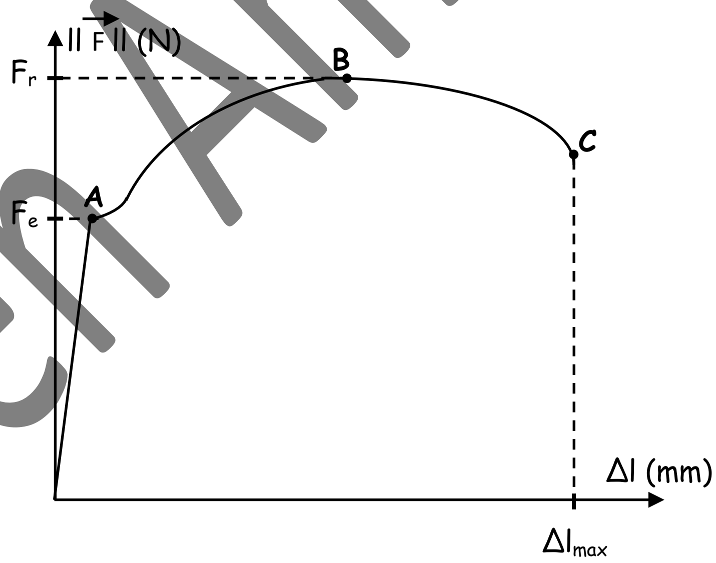


Câble isolé

Afin d'assurer la sécurité des personnes quel ………………….. et quel ……………………… faut-il choisir pour réaliser le câble.

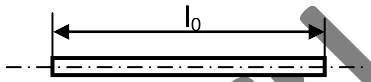
II- Traction simple :

1- Courbe de traction : $\|\vec{F}\| = f(\Delta l)$



L'éprouvette de longueur initiale l_0 et de section initiale S_0 est placée dans une machine d'essai. Cette dernière génère, à chaque extrémité, un effort de traction pendant qu'un extensomètre positionné sur la longueur de référence, mesure l'allongement.

Avant essai :

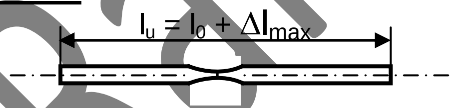


l_0 : Longueur initiale

Au cours de l'essai :

$\|\vec{F}_1\| = \|\vec{F}_2\| = \|\vec{F}\|$ Δl : allongement

Après essai :



l_u : longueur ultime (finale)

On fait croître lentement l'effort de traction. L'éprouvette commence à se déformer. On peut distinguer trois zones (domaines) :

OA : Zone de déformation ……………………………………(……………………………………)

L'éprouvette se comporte comme un ressort, la déformation est **élastique**. Si la machine n'exerce plus des efforts, la longueur initiale est retrouvée. L'effort au **point A** est noté par **F_e : Effort à la limite élastique**.

AB : Zone de déformation ……………………………………(…………………………… et ……………………………)

La déformation devient **plastique**. L'éprouvette reste cylindrique mais elle ne peut plus, quoi qu'il arrive, revenir à sa longueur initiale (déformation **permanente**). L'effort au **point B** est noté par **F_r : Effort de rupture.**

BC: Zone de ……………………puis ……………………… (Déformation ……………………………………………………………)

Il apparaît une **striction (étranglement**) de l'éprouvette : réduction de son diamètre dans la région où la section est la plus faible. La déformation continue de croître avec un effort moins important. Au **point C** il y a rupture de l'éprouvette dans la zone la plus fragile.

2- Caractéristiques mécaniques :

D'après la courbe d'essai de traction on peut déduire les caractéristiques mécaniques du matériau de l'éprouvette.

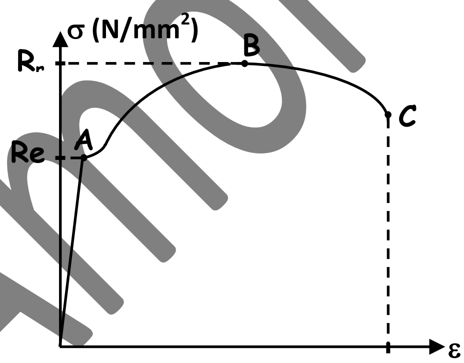
Limite élastique **Résistance à la rupture** **Allongement pour cent**

$R_e = \dfrac{\text{.......}}{\text{.......}}$ (N/mm^2) $R_r = \dfrac{\text{.......}}{\text{.......}}$ (N/mm^2) **A%** $= \dfrac{\text{.............}}{\text{.......}}$ x100

- l_0 : Longueur initiale
- l_u : Longueur ultime après rupture
- $\Delta l_{max} = l_u - l_0$: (Allongement maximal)

3- Notion de contrainte :

La courbe de traction ($\|\vec{F}\| = f(\Delta l)$) est appelée courbe brute de traction, pour un matériau bien défini elle dépend de la longueur et du diamètre de l'éprouvette utilisée pour réaliser l'essai de traction. Afin de la rendre indépendante des dimensions initiales de l'éprouvette et uniquement caractéristique du matériau étudié, on trace une courbe donnant la variation ($\frac{\|\vec{F}\|}{S_0}$) en fonction de ($\frac{\Delta l}{l_0}$).



On note :

- $\sigma = \frac{\|\vec{F}\|}{S_0}$ (se lit segma) appelée contrainte
- $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ (se lit epsilone) appelée allongement unitaire

4- Condition de résistance :

Pour qu'une pièce reste fonctionnelle malgré sa déformation il faut que :

σ ……………… avec ……………………………………

Rpe : Résistance pratique à l'extension **R_e :** limite élastique **s :** coefficient de sécurité ($2 \le s \le 10$)

5- Relation contrainte / déformation longitudinale :

Dans la **zone OA** on a : $\sigma = \mathbf{E}\,\varepsilon$ (Loi de Hooke) avec :

σ : contrainte en N/mm^2 **E** : module de Young en N/mm^2 $\boldsymbol{\varepsilon} = \frac{\Delta l}{l_0}$

6- Application :

On suppose que la charge maximale appliquée sur le câble de l'ascenseur est 10KN, R_e = 160 N/mm^2, s = 4, E = 2 x 10^5 N/mm^2 et l_0 = 20 m.

1- Calculer le diamètre minimal (d) du câble pour qu'il résiste en toute sécurité.

……

……

……

……

……

……

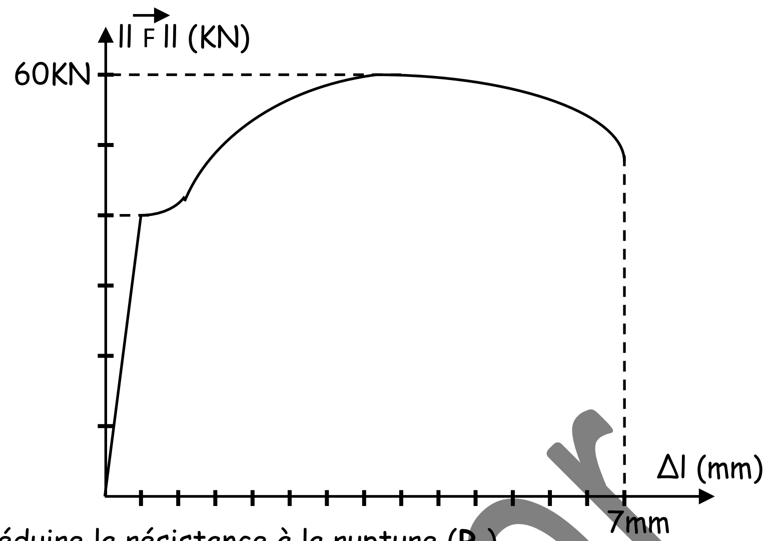
2- Calculer son allongement Δl.

……

……

……

Exercice 1 :



La figure ci-contre représente l'enregistrement de l'essai de traction appliquée sur une éprouvette en acier. L'éprouvette a un diamètre d = 12 mm et de longueur L_0 = 80 mm.

Après rupture la longueur de l'éprouvette est L_u = 87 mm.

1/ Déterminer la charge à la rupture (**F_r**) et déduire la résistance à la rupture (**R_r**).

2/ Déterminer la charge à la limite élastique (**F_e**) et déduire la limite élastique (**R_e**).

3/ Calculer le coefficient d'allongement du matériau après rupture (**A%**).

4/ Calculer le coefficient d'élasticité longitudinal (module d'Young **E**).

5/ On considère une pièce de même matériau et de même longueur que celle de l'éprouvette et de section rectangulaire (a x 2a, Voir fig.1). Calculer la largeur minimale (**a**) de cette pièce pour quelle résiste en toute sécurité sachant qu'elle est soumise à un effort d'extension ll $\vec{F}$ ll = 15 KN, On adoptera un coefficient de sécurité s = 3.

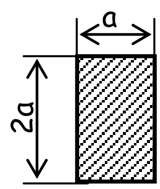
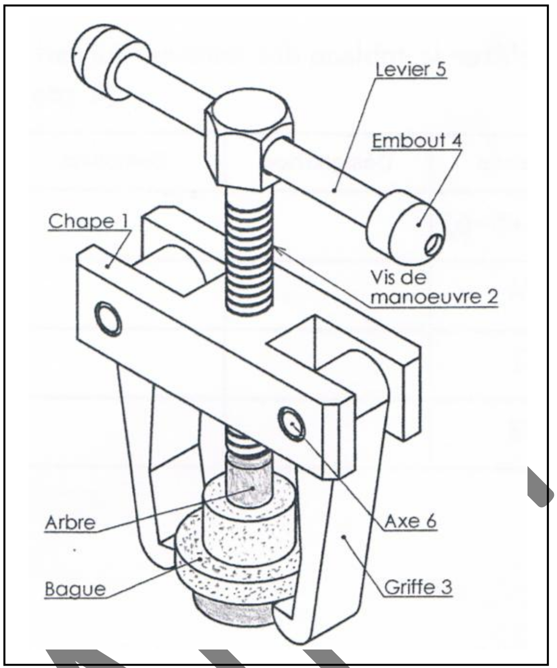


Fig. 1

6/ Calculer sous l'effet des charges appliquées l'allongement (Δl) de la pièce.

Exercice 2 : "SYSTEME : Extracteur de bague"

L'opérateur place l'extracteur de bague comme l'indique la figure ci-contre, puis fait tourner la vis de manœuvre (2) par le levier (5) permettant ainsi aux griffes pivotantes (3) d'extraire la bague montée forcée sur son arbre.



1- Au cours d'une opération d'extraction d'une bague de son arbre, représenter les actions mécaniques exercées sur une griffe (3) (sur son dessin isolé, faire le bilan des forces extérieures et déterminer la sollicitation ainsi que la déformation correspondante (poids de la griffe négligeable).

Bilan :

....

....

Sollicitation : ....

Déformation : ....

2- La griffe (3) est assimilée à une pièce de section rectangulaire S_0 et de longueur l_0 = 12 cm, elle est soumise à l'action de deux forces de valeur 4500 N, elle est en acier de limite élastique R_e = 210 N/mm^2, de module d'Young E = 2x10^5 N/mm^2 et on adoptera un coefficient de sécurité s = 4.

a) Déterminer la déformation Δl_1 de la griffe (3) qui ne doit pas être dépassée pour que les déformations restent élastiques.

b) Dans notre cas, la déformation de la griffe (3) est Δl = 0.075 mm, dire en justifiant la réponse si la griffe (3) résiste en toute sécurité aux efforts appliqués.

c) Calculer sous l'effet des forces appliquées la section minimale S_{min} de la griffe (3) pour qu'elle résiste en toute sécurité aux efforts appliqués.

d) Pour cette valeur de section S_{min}, déterminer la déformation Δl de la griffe (3).

3- La vis de manœuvre (2) est assimilée à un cylindre de diamètre (d). Elle est sollicitée à la compression sous l'effet de deux forces extérieures $\overrightarrow{F_1}$ et $\overrightarrow{F_2}$ telles que $\|\overrightarrow{F_1}\| = \|\overrightarrow{F_2}\|$.

a) En tenant compte des données de la question 2, donner la valeur de $\overrightarrow{F_1}$ sachant que les deux griffes sont soumises à des efforts de même valeur. $\|\overrightarrow{F_1}\| =$ ....

b) Calculer son diamètre minimal (d_{min}) pour qu'elle résiste en toute sécurité sachant qu'elle est de limite élastique Re = 320 N/mm^2, de module d'Young E = 2x10^5 N/mm^2 et on adoptera un coefficient de sécurité s = 4.