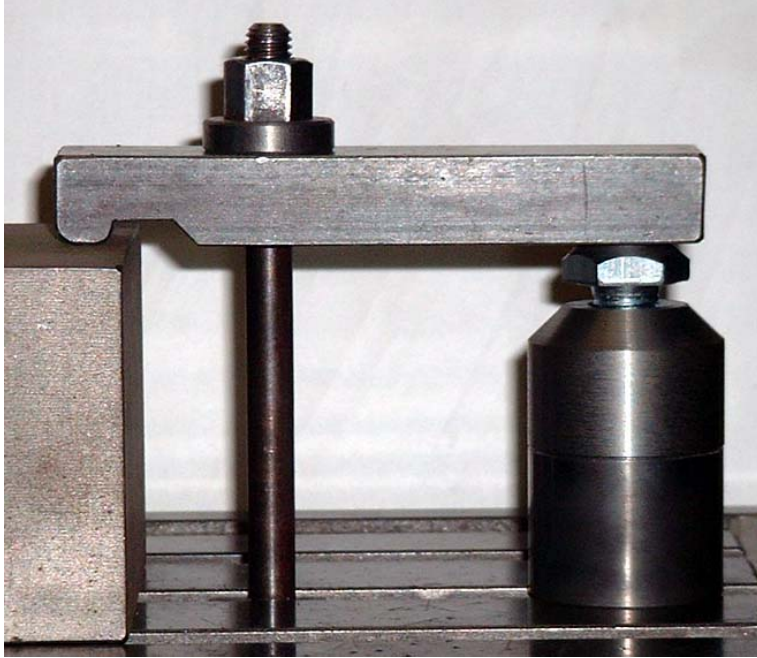


## ETUDE DE LA TRACTION SIMPLE

### Mise en situation :



Le boulon de bridage que l'on peut voir sur la photo constitue un bon exemple de pièce soumise à la traction, il est en acier spécial ( $\varnothing 8$  mm), et supporte une charge de 20000 N.

Nous pourrions étudier une pièce cylindrique en mousse analogue à la partie centrale de ce boulon (voir **photo Trac4**) mais pour plus de facilité, nous allons d'abord étudier une pièce de section carrée.

### Description du banc d'essai :

La **photo Trac1** montre une vue générale du banc, la mousse (section carrée de 7 cm de côté, longueur 35cm) est chargée par des poids qui permettent d'exercer un effort normal connu.

La mesure des allongements se fera directement sur la mousse avec une règle graduée, ou sur la **figTrac1** qui est la copie d'une moitié de mousse chargée.

La **photo Trac2** représente la poutre de section carrée avant et après chargement.

La **photo Trac3** représente un carré de 4cm de côté (tracé sur la mousse de section carrée) avant et après chargement.

La **photo Trac4** représente la poutre cylindrique avant et après chargement.

### Plan du TP (répondre sur **DRTrac1**)

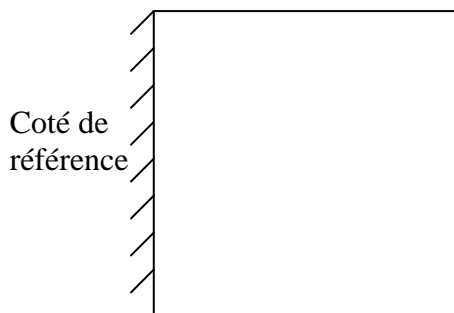
- 1 – Calcul de la contrainte de traction.
- 2 – Etude des allongements et des déformations.
- 3 – Calcul de E.
- 4 – Déformation d'un carré élémentaire et recherche du coefficient de Poisson.
- 5 – Application des résultats à l'extensométrie.

## DRTrac1

### ETUDE DE LA TRACTION

Utiliser la FigTrac1 et les photos : trac1,2 et 3.

- 1 – A partir de la valeur de l'effort normal ( $N_x = 42 \text{ N}$ ), et des dimensions de la section droite au repos (carré de 7 cm de côté), calculer la contrainte de traction  $\sigma$  dans la poutre.
- 2 – Vérifier que l'allongement de 10 carreaux consécutifs, mesuré parallèlement à l'axe x, est identique en tout point de la poutre (sauf près de la plaque de chargement). En déduire l'allongement du segment AB, puis calculer sa déformation  $\varepsilon$  (au repos les carreaux ont 1cm de côté).
- 3 – En utilisant la loi de Hooke ( $\sigma = E \cdot \varepsilon$ ), calculer E à partir des résultats précédents
- 4 – A partir de l'observation de la photo trac3, dessiner l'allure de la déformation d'un carré tracé à la surface de la poutre, dont les côtés sont parallèles aux axes x et y.

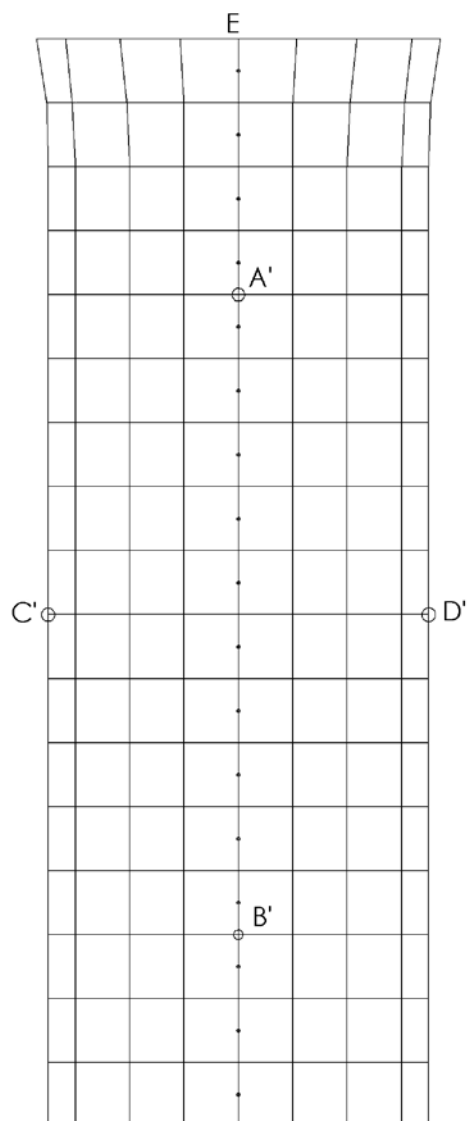


Il est possible de calculer le coefficient de rétrécissement transversal  $\nu$  (prononcer : nu) appelé coefficient de Poisson (c'est une caractéristique du matériau au même titre que E), à partir de la mesure de  $C'D'$  :

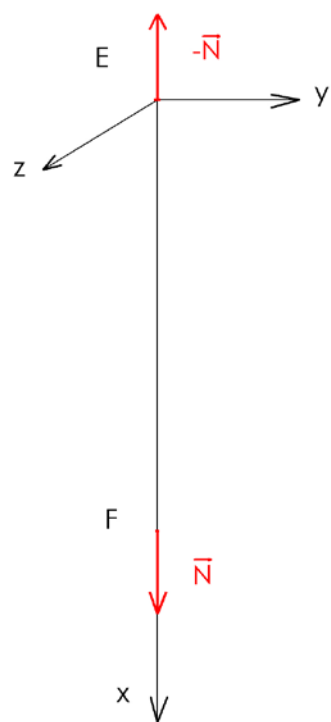
$$\nu = \frac{CD - C'D'}{CD}$$

(rapport de la déformation transversale sur la déformation longitudinale)

- 5 – Supposons la même poutre soumise à un effort d'intensité  $N_{x1}$  inconnue, mais produisant un allongement  $A_1B_1 = 108 \text{ mm}$ . Calculer (en exploitant les résultats précédents) la contrainte de traction  $\sigma_1$  dans la poutre, et l'effort axial  $N_{x1}$  correspondant.



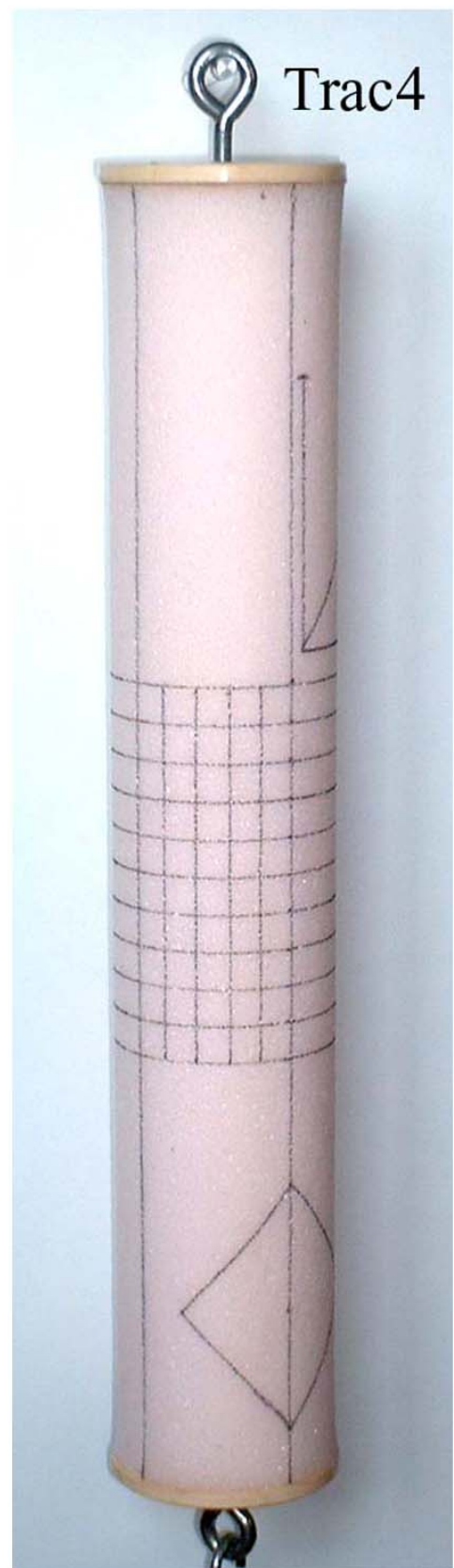
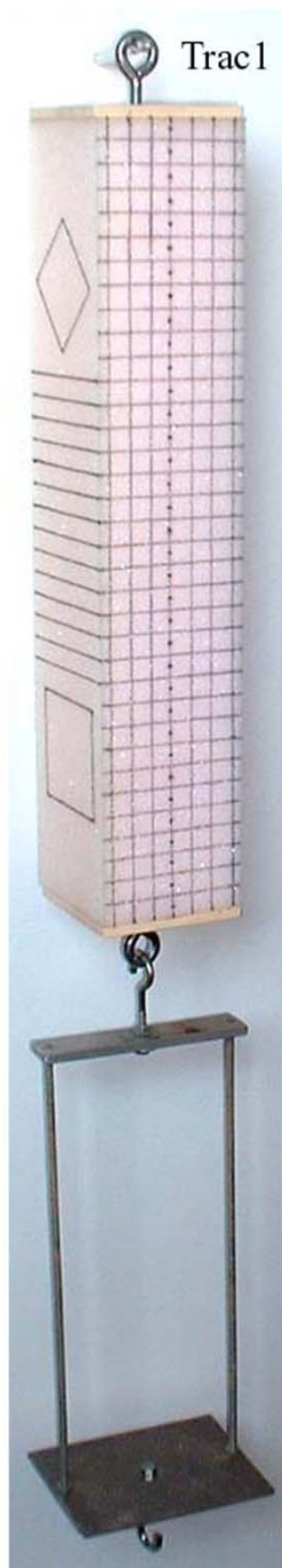
Calage éch1  
de la mousse déformée

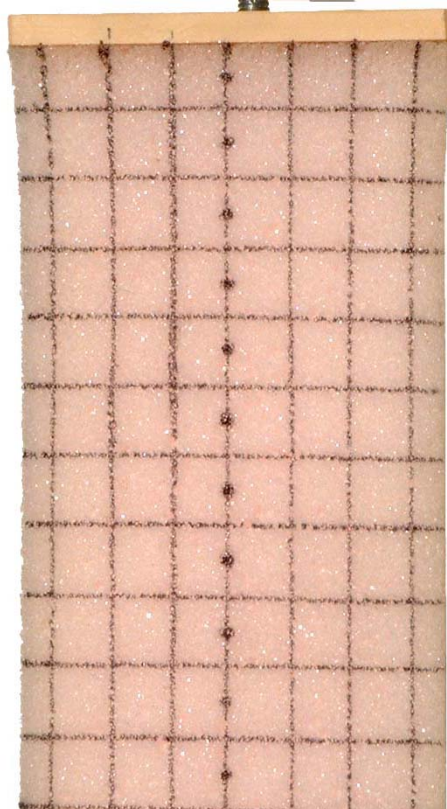
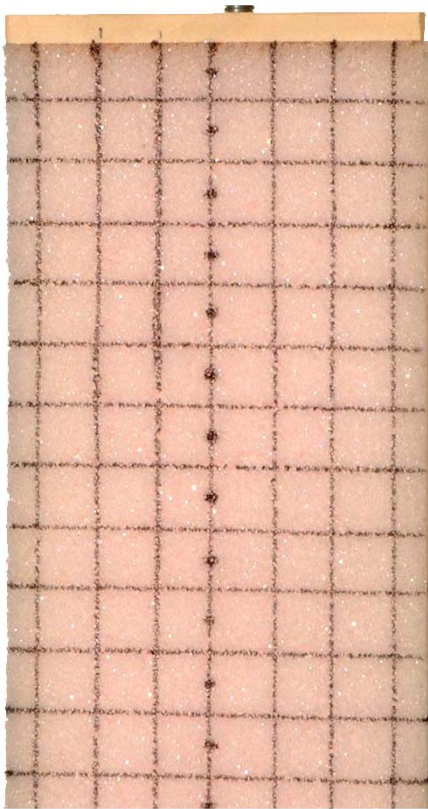


Modèle

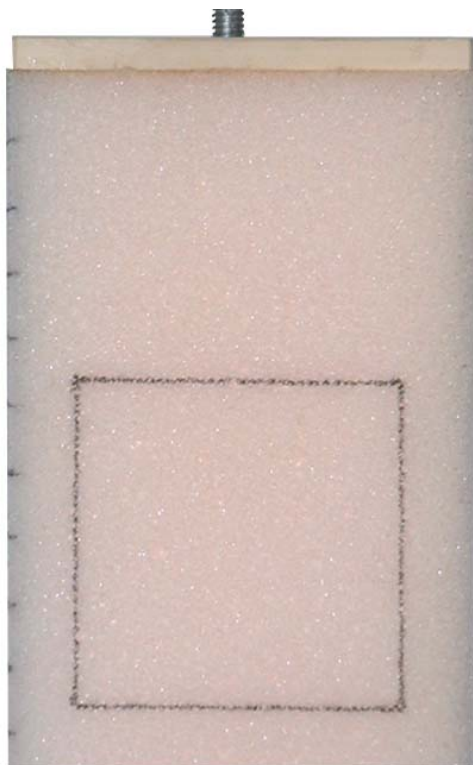
## ESSAI DE TRACTION

FigTrac1

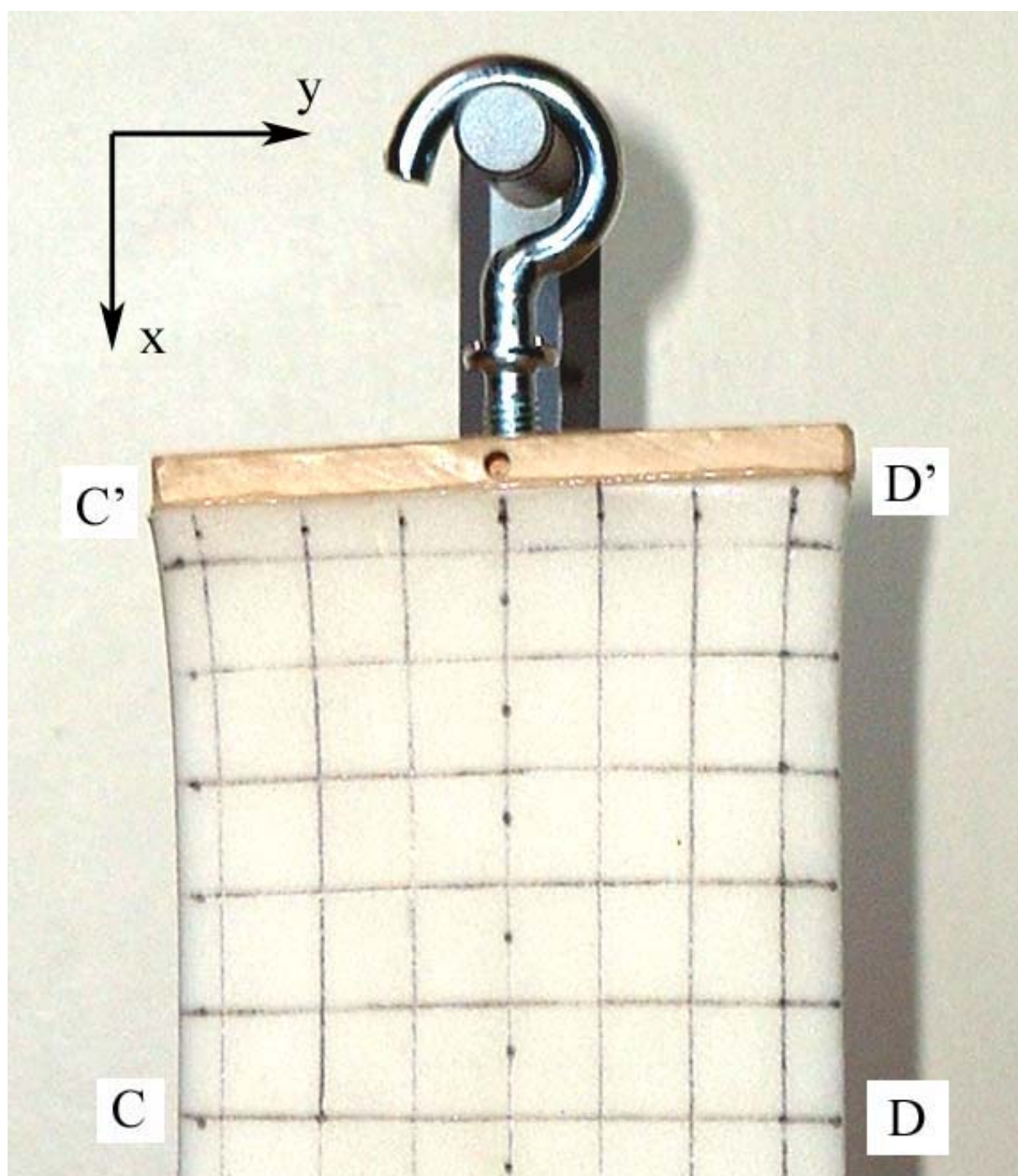




Trac2



Trac3



**ETUDE DE LA TRACTION**

Utiliser la FigTrac1 et les photos : trac1,2 et 3.

- 1 – A partir de la valeur de l'effort normal ( $N_x = 42 \text{ N}$ ), et des dimensions de la section droite au repos (carré de 7 cm de côté), calculer la contrainte de traction  $\sigma$  dans la poutre.

$$\sigma = 0.857 \text{ N/cm}^2$$

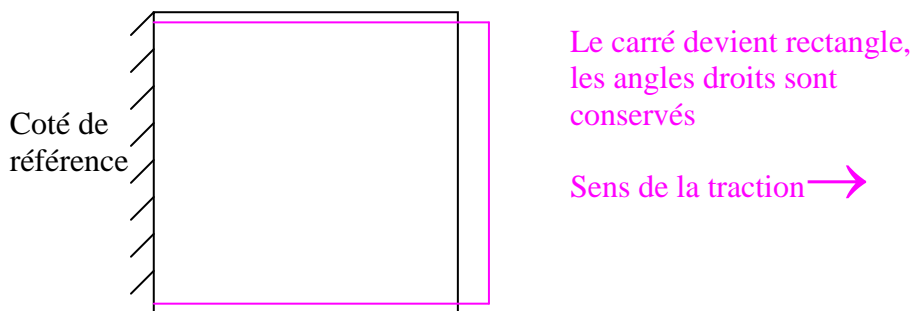
- 2 – Vérifier que l'allongement de 10 carreaux consécutifs, mesuré parallèlement à l'axe x, est identique en tout point de la poutre (sauf près de la plaque de chargement). En déduire l'allongement du segment AB, puis calculer sa déformation  $\varepsilon$  (au repos les carreaux ont 1cm de côté).

$$\Delta L = 11 \text{ mm} ; \quad \varepsilon = 0.11$$

- 3 – En utilisant la loi de Hooke ( $\sigma = E \cdot \varepsilon$ ), calculer E à partir des résultats précédents

$$E = 7.79 \text{ N/mm}^2$$

- 4 – A partir de l'observation de la photo trac3, dessiner l'allure de la déformation d'un carré tracé à la surface de la poutre, dont les côtés sont parallèles aux axes x et y.



Il est possible de calculer le coefficient de rétrécissement transversal  $\nu$  (prononcer : nu) appelé coefficient de Poisson (c'est une caractéristique du matériau au même titre que E), à partir de la mesure de  $C'D'$  :

$$\nu = \frac{CD - C'D'}{\varepsilon} = 0.519$$

(rapport de la déformation transversale sur la déformation longitudinale)

- 5 – Supposons la même poutre soumise à un effort d'intensité  $N_{x1}$  inconnue, mais produisant un allongement  $A_1B_1 = 108 \text{ mm}$ . Calculer (en exploitant les résultats précédents) la contrainte de traction  $\sigma_1$  dans la poutre, et l'effort axial  $N_{x1}$  correspondant.

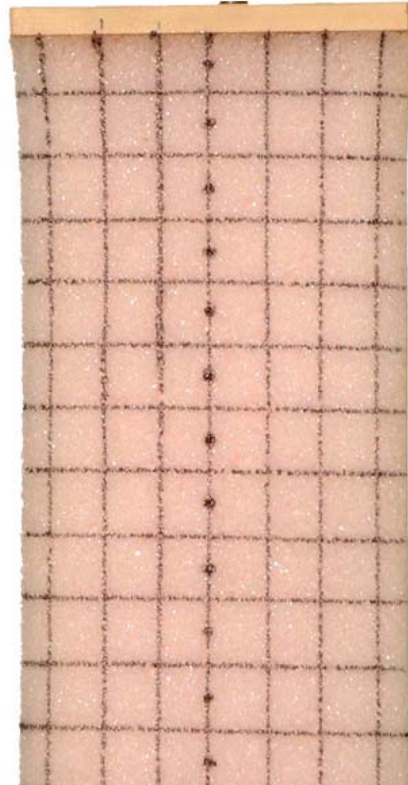
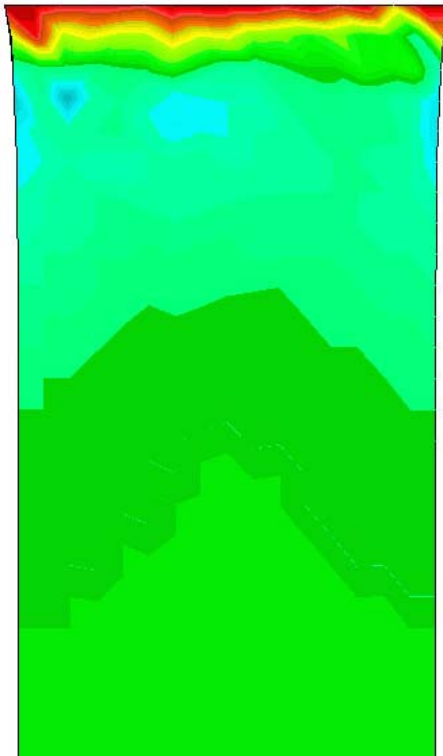
$$\Delta L = 8 \text{ mm} ; \quad \varepsilon = 0.08 ; \quad \sigma = 0.623 \text{ N/cm}^2 ; \quad N = 30.54 \text{ N}$$

Application à l'extensométrie

## Commentaires et compléments

### **Principe de Saint Venant :**

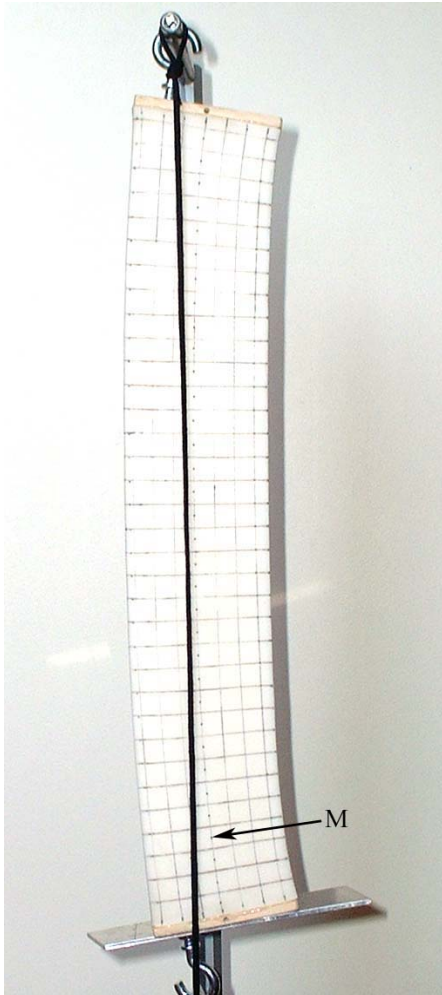
On voit très bien (photoTrac2) la perturbation (pas de rétrécissement transversal) due à la plaque d'accrochage qui est bien plus rigide que la mousse. Une étude à l'aide du logiciel « Cosmosworks » conduit au même résultat (voir photo).



$\sigma$  est légèrement plus petite près de la plaque de chargement, car la section droite est plus grande.

### Influence des déplacements sur le chargement en traction + flexion :

La photo suivante présente un cas de chargement pour lequel le support de la charge (fil noir) est volontairement désaxé (de 20 mm,  $N_x = 40$  N) par rapport à la ligne moyenne (ligne avec petits points).



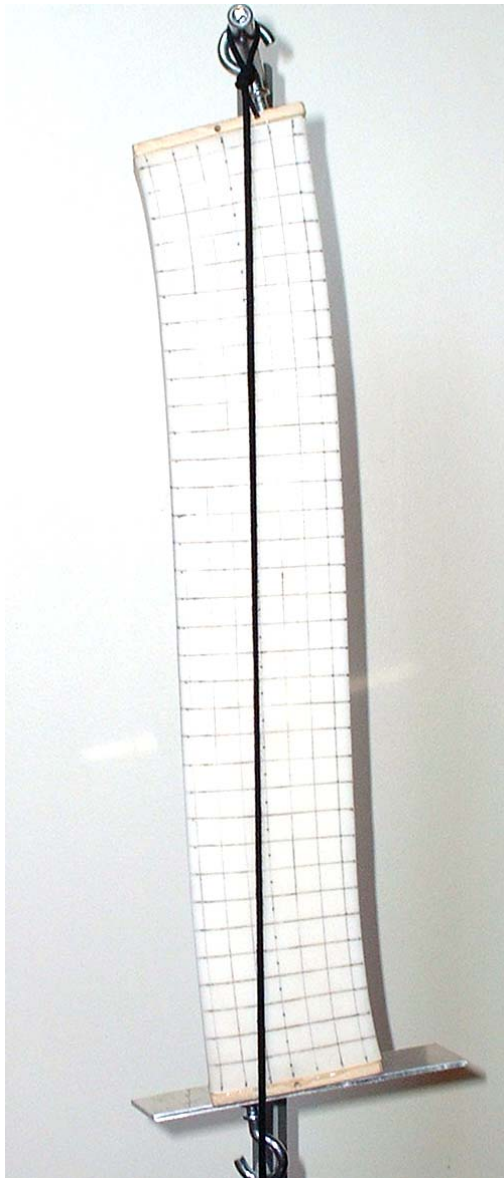
On voit très nettement sur la photo que la traction « aligne » la ligne moyenne sur le support de la charge (grands déplacements) un point courant **M** de la ligne moyenne est au maxi à  $\approx 10$  mm du support de la charge, (et seulement près des plaques de chargement) alors que le décalage était de 20 mm au repos.

Le moment de flexion est donc presque nul au centre de la poutre.

Ceci explique qu'un léger désaxage de la charge perturbe peu l'état de traction dans la poutre, malgré l'inclinaison des plaques de chargement.

On constate aussi que la longueur des crochets influence la position d'équilibre.

Autre exemple de traction + flexion :



Au repos, le décalage du support de la charge est de 20 mm de part et d'autre de la ligne moyenne, on constate le même effet d' « alignement ».

## Concentration de contraintes en traction : (voir photo Trac5&6).

Données :

- \* Dimensions de la pièce d'essai : 52x20x4cm. Perçage de  $\varnothing 4.5$  cm.
- \* Matériau :  $E = 8 \text{ N/cm}^2$ .
- \* Charge : 25 N.

Démarche :

On peut rechercher  $k_t$  de 3 manières différentes et comparer les résultats.

- 1 – Recherche sur un abaque (voir livres de RDM).
- 2 – Recherche sur la mousse par extensométrie.
- 3 – Avec le logiciel « cosmosworks »

1 – Abaque : Donne  $k_t = 2.45$

2 – Mousse : Sur la photo (Trac5) du détail agrandi (éch : 2.42) mesurer  $\epsilon_{ab}$  (carreaux de 1 cm) donc  $\sigma_{\text{Maxi}}$  correspondante,  $k_t = \sigma_{\text{Maxi}} / \sigma_{\text{moy}}$ .

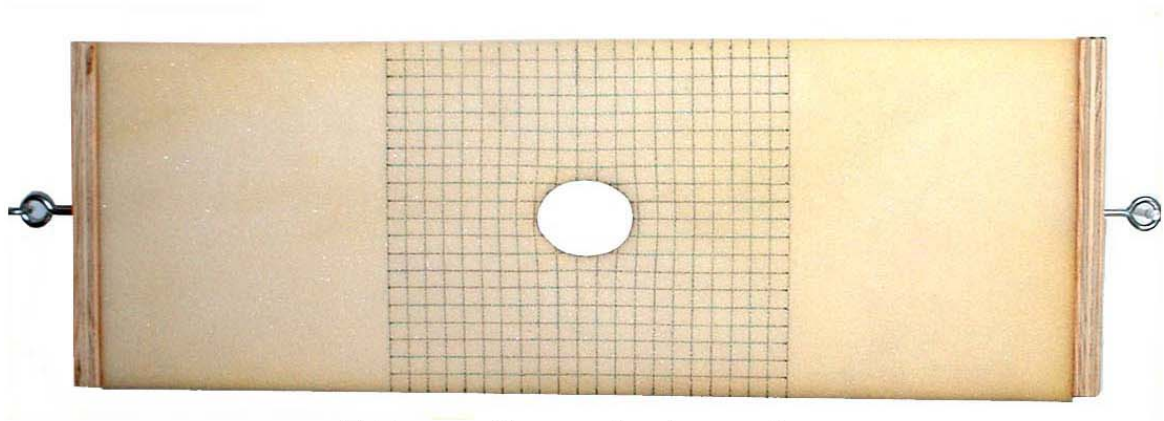
Longueur  $ab = 2.65 \text{ cm} \rightarrow 1.095 \text{ cm}$  (éch 1) ;  $\epsilon_{ab} = 0.095$  ;  $\sigma_{\text{Maxi}} = 0.76 \text{ N/cm}^2$

$\sigma_{\text{moy}} = 0.3125 \text{ N/cm}^2$  ;  $k_t = 2.43$

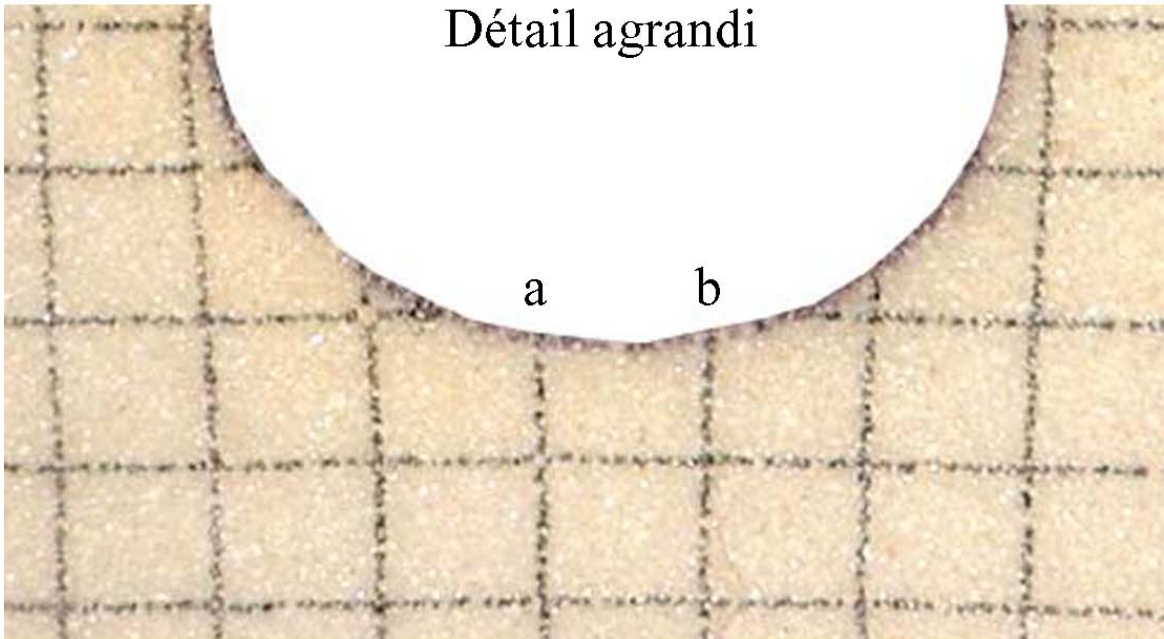
3 – Cosmosworks : Sur la photo (Trac6), rechercher  $\sigma_{\text{moy}}$  (photo du  $\frac{1}{4}$  de la pièce) et  $\sigma_{\text{Maxi}}$  (photo de la zone agrandie) il faut faire une interpolation linéaire entre les valeurs données. On en déduit  $k_t = \sigma_{\text{Maxi}} / \sigma_{\text{moy}}$ .

$\sigma_{\text{moy}} = 3052 \text{ N/m}^2$  ;  $\sigma_{\text{Maxi}} = 7597.74 \text{ N/m}^2$  ;  $k_t = 2.48$

## Concentration de contraintes en traction



Pièce d'essai chargée



Détail agrandi

# Concentration de contraintes en traction

1/4 de pièce chargée

