

## CONTRAINTES DUES A L'EFFORT TRANCHANT EN FLEXION

### Mise en situation :

Dans une poutre soumise à de la flexion simple, l'effort tranchant  $T_y$  est associé à un  $M_{fz}$ . Pour que l'influence du  $M_{fz}$  soit négligeable, il faut que la poutre soit très courte (6 cm ici), ce qui est contraire aux hypothèses de la RDM.

L'étude que nous allons mener ne donnera donc pas de résultats exacts, mais offrira une très bonne visualisation de la répartition de  $\tau$  dans la mousse étudiée.

Le chargement de flexion simple correspond à celui de la photo **Flex9** : encastrement du côté gauche et guidage en translation libre du côté droit qui supporte aussi la charge.

### Remarques :

*Guidage en translation libre* : la plaque de chargement droite de la poutre peut occuper une position quelconque (dans le plan de chargement) mais doit rester verticale. Ceci est obtenu avec un double parallélogramme déformable, une autre possibilité consisterait à utiliser 2 liaisons glissières de directions perpendiculaires (voir la Figure **CisTy1**) ces 2 solutions étant couramment employées pour réaliser des appareils à dessiner (pour tables à dessin) voir les commentaires.

. Un système de contrepoids est utilisé pour que la ligne moyenne de la poutre soit droite au repos.

### Description du banc d'essai :

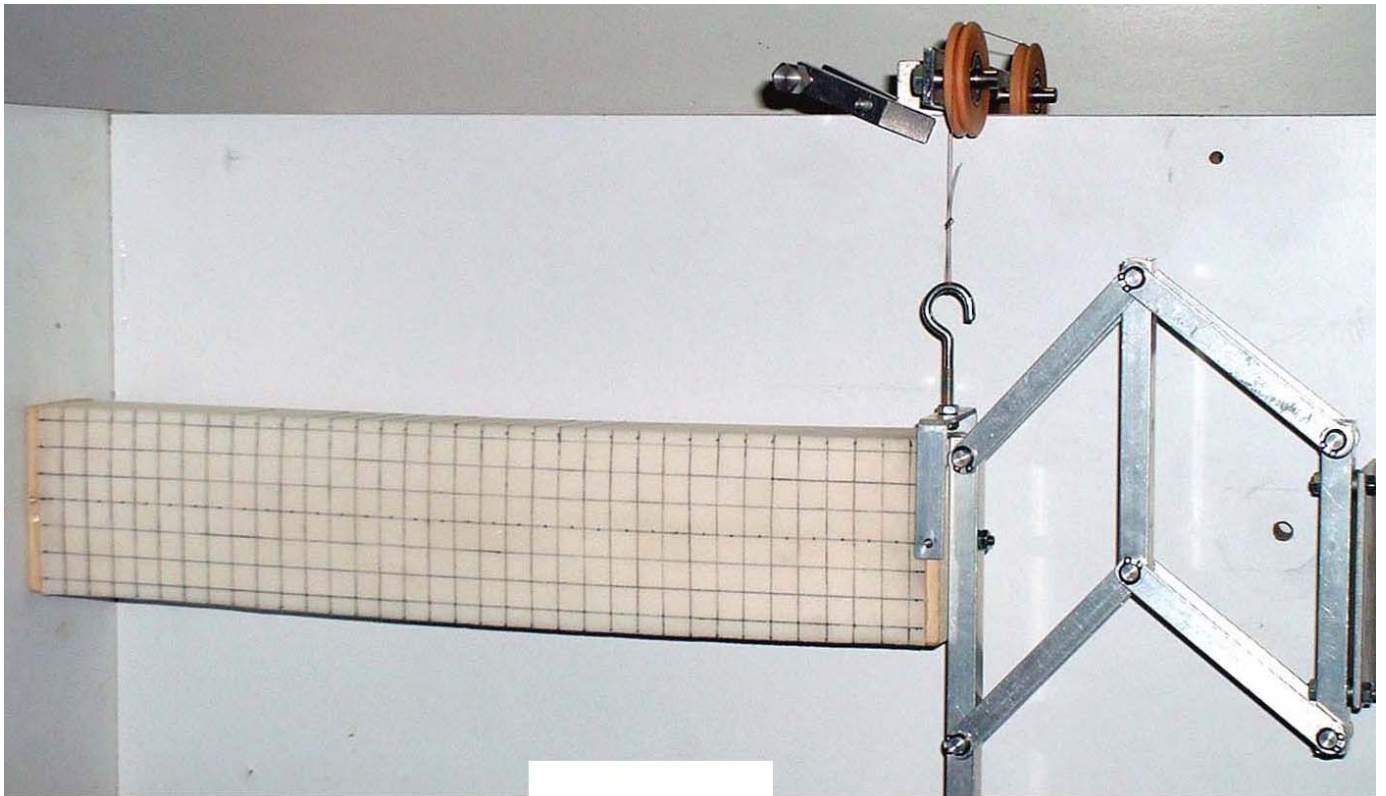
La **photo cis2** montre la mousse avant et après chargement, c'est un bloc de 4x10cm longueur 6 cm collé entre 2 plaques rigides. Elle est chargée par 2 forces directement opposées, ce qui est équivalent au chargement de la photo **flex9**.

La mesure des déplacements se fera sur la **FigCis2** où se trouve une copie de la mousse déformée.

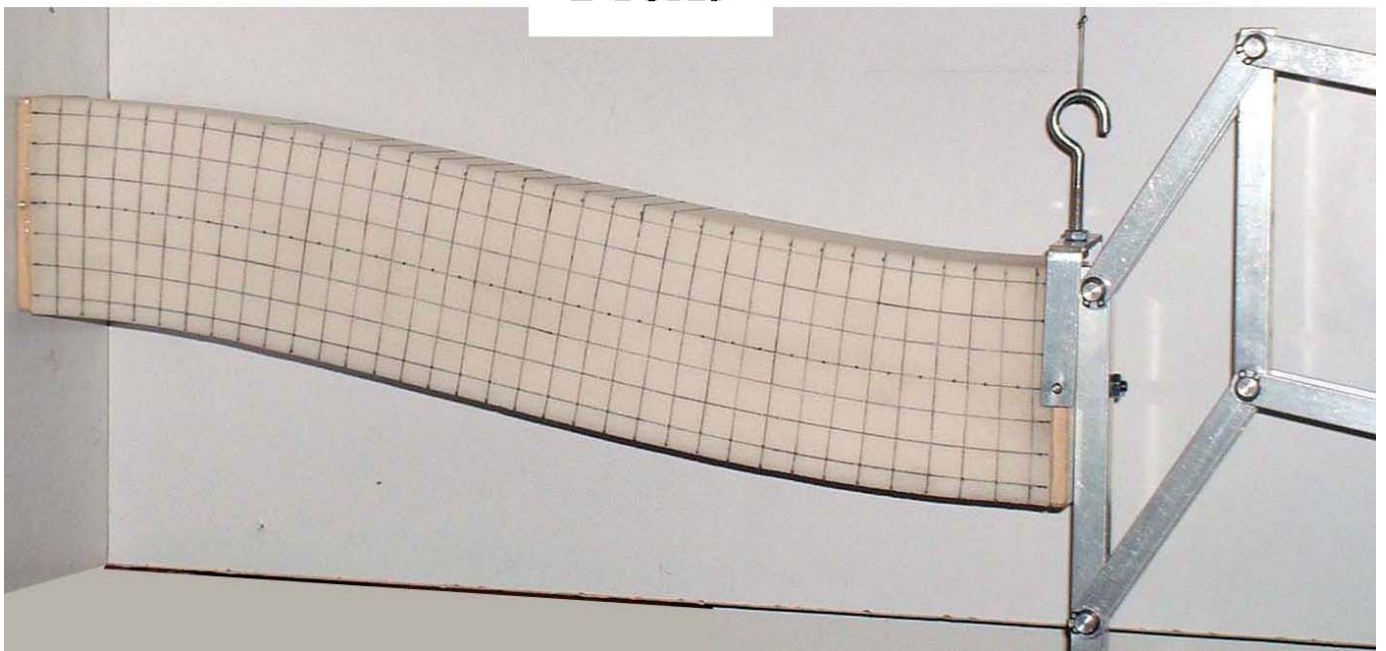
### Plan du TP : (répondre sur DRCisTy1&2).

- 1 – Etude des sollicitations dans la partie médiane de la poutre.
- 2 – Recherche de  $\sigma$  (due à  $M_{fz}$ ) dans une zone définie.
- 3 – Recherche de  $\tau_{\text{Maxi}}$  dans la poutre.
- 4 – Comparaison avec la théorie et conclusion.





Flex9



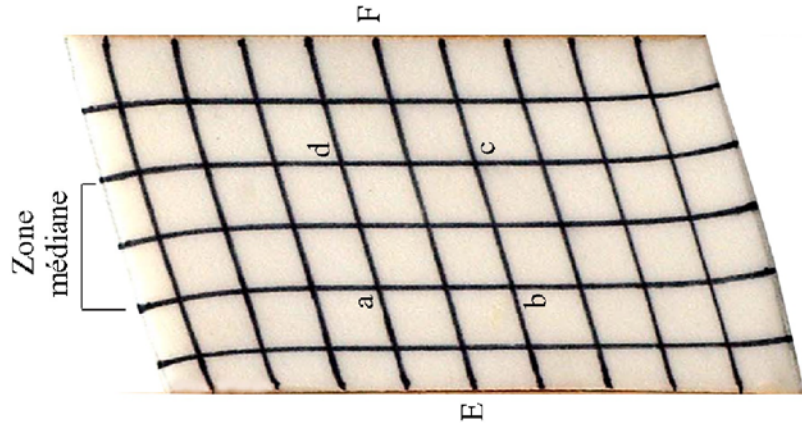
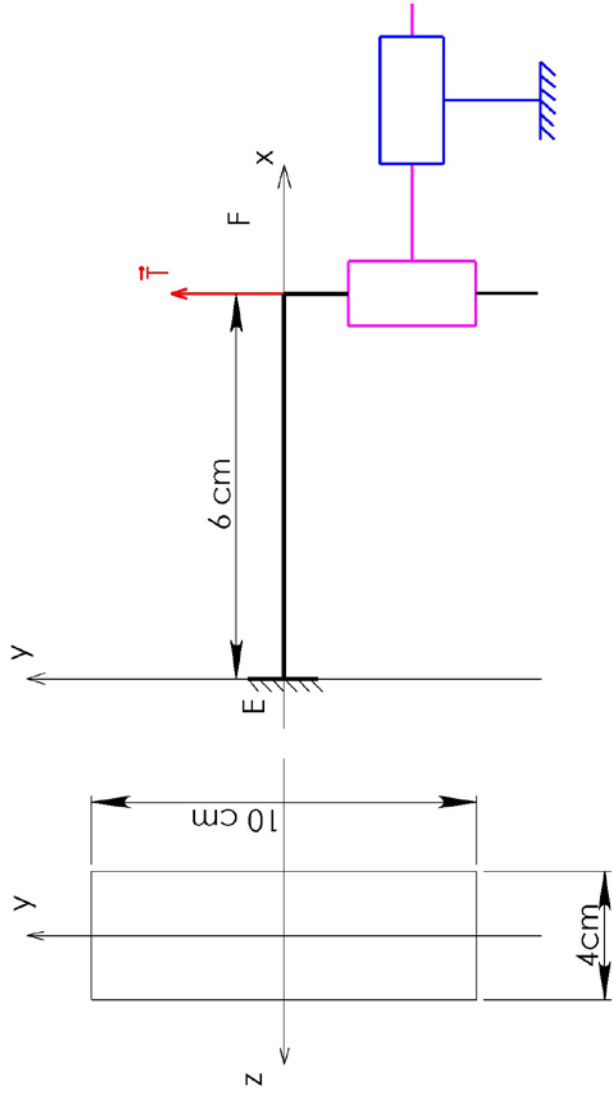


Photo éch 1



Modèle de chargement

## EFFET DE $T_y$ EN FLEXION

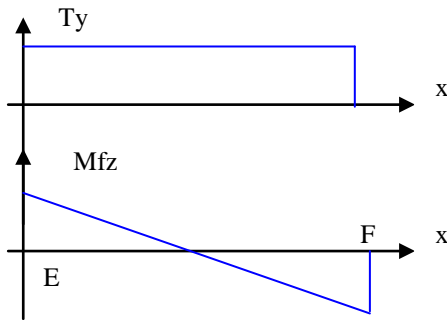
FigCisTy1

## DRCisTy1

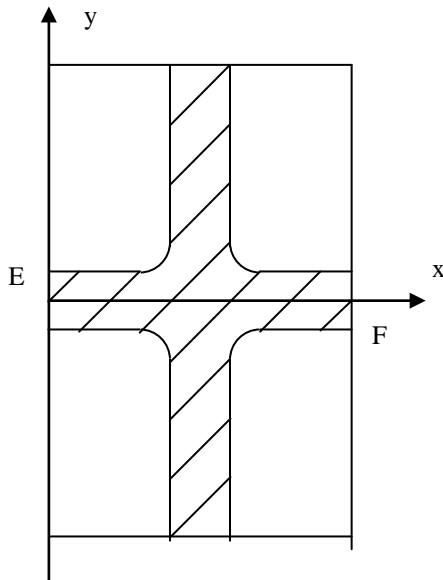
### CONTRAINTES DUES A L'EFFORT TRANCHANT EN FLEXION

Utiliser la figure CisTy1 et la photo N°cis2.

1 - En étudiant les diagrammes de  $T_y$  et de  $M_{fz}$ , donner la valeur de ces sollicitations dans la zone médiane de la pièce d'essai, considérée comme une poutre (quoique très courte) ayant une extrémité encastree, l'autre étant un encastrement libre en translation.



2 - En déduire la valeur de la contrainte normale de flexion  $\sigma$  dans la zone hachurée de la pièce d'essai, justifier.



3 - Recherche expérimentale de la répartition de  $\tau$  dans la zone médiane de la pièce d'essai.

On donne:  $\gamma = \frac{\pi}{2} - 2 \tan^{-1} \frac{AC}{BD}$  (angles en radians) ;  $\tau = G \cdot \gamma$  ;  $G = 4.38 \text{ N/cm}^2$

3 - 1 – calculer  $\gamma$  puis  $\tau$  dans la zone centrale(ABCD).

## DRCisTy2

**3 - 2 -** Que vaut  $\tau$  dans la partie supérieure et inférieure de la zone médiane? Penser à observer la déformation des carreaux correspondants, carrés de 1cm de côté au repos.

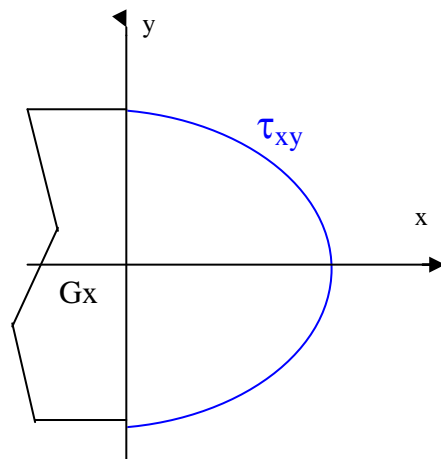
**3 - 3 -** Calculer la contrainte moyenne de cisaillement  $\tau_{\text{moy}}$  dans la pièce d'essai ( $T_y = 35 \text{ N}$ ).

**3 - 4 -** Dédurre des calculs précédents, le rapport  $\frac{\tau_{\text{max } i}}{\tau_{\text{moy}}}$

.

**4 -** Comparaison des résultats expérimentaux avec l'étude théorique:

Répartition théorique de  $\tau_{xy}$  dans la section droite.



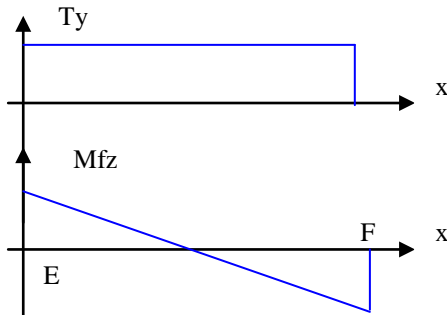
$$\tau_{xy \text{ Maxi}} = 1.5x \frac{T_y}{S}$$

Comparer ces résultats avec ceux obtenus expérimentalement, essayer de justifier les différences.

**CONTRAINTES DUES A L'EFFORT TRANCHANT EN FLEXION**

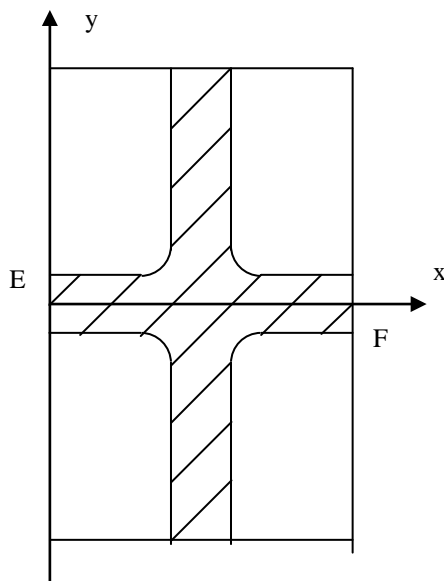
Utiliser la figure CisTy1 et la photo N° cis2.

- 1 - En étudiant les diagrammes de  $T_y$  et de  $M_{fz}$ , donner la valeur de ces sollicitations dans la zone médiane de la pièce d'essai, considérée comme une poutre (quoique très courte) ayant une extrémité encastree, l'autre étant un encastrement libre en translation.



$M_{fz}$  est nul dans la zone médiane, elle ne subit qu'un effort tranchant.

- 2 - En déduire la valeur de la contrainte normale de flexion  $\sigma$  dans la zone hachurée de la pièce d'essai, justifier.



$\sigma$  est nulle dans la bande verticale ( $M_{fz} = 0$ ), dans la bande horizontale elle est nulle au centre et faible dans les sections d'extrémité (proximité de l'axe neutre).

- 3 - Recherche expérimentale de la répartition de  $\tau$  dans la zone médiane de la pièce d'essai.

On donne:  $\gamma = \frac{\pi}{2} - 2 \tan^{-1} \frac{AC}{BD}$  (angles en radians) ;  $\tau = G \cdot \gamma$  ;  $G = 4.38 \text{ N/cm}^2$

- 3 - 1 – calculer  $\gamma$  puis  $\tau$  dans la zone centrale(ABCD).

$\gamma = 0.2837 \text{ rd}$        $\tau_{\text{Maxi}} = 1.243 \text{ N/mm}^2$

## DRCisTy2    CORRIGE

**3 - 2 -** Que vaut  $\tau$  dans la partie supérieure et inférieure de la zone médiane? Penser à observer la déformation des carreaux correspondants, carrés de 1cm de coté au repos.

$\tau$  est nulle, car les carreaux conservent leurs angles droits.

**3 - 3 -** Calculer la contrainte moyenne de cisaillement  $\tau_{\text{moy}}$  dans la pièce d'essai ( $T_y = 35\text{N}$ ).

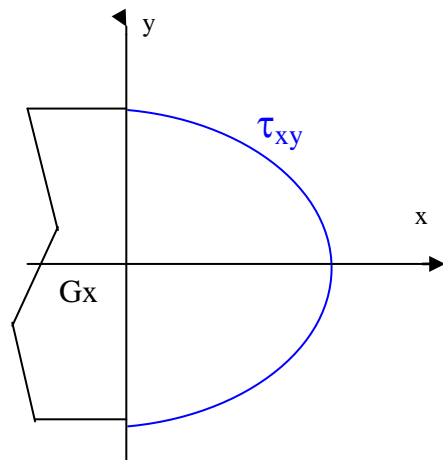
$$\tau_{\text{moy}} = 0.875\text{N/mm}^2$$

**3 - 4 -** Dédurre des calculs précédents, le rapport  $\frac{\tau_{\text{max } i}}{\tau_{\text{moy}}}$

$$\frac{\tau_{\text{max } i}}{\tau_{\text{moy}}} = 1.42$$

**4 -** Comparaison des résultats expérimentaux avec l'étude théorique:

Répartition théorique de  $\tau_{xy}$  dans la section droite.



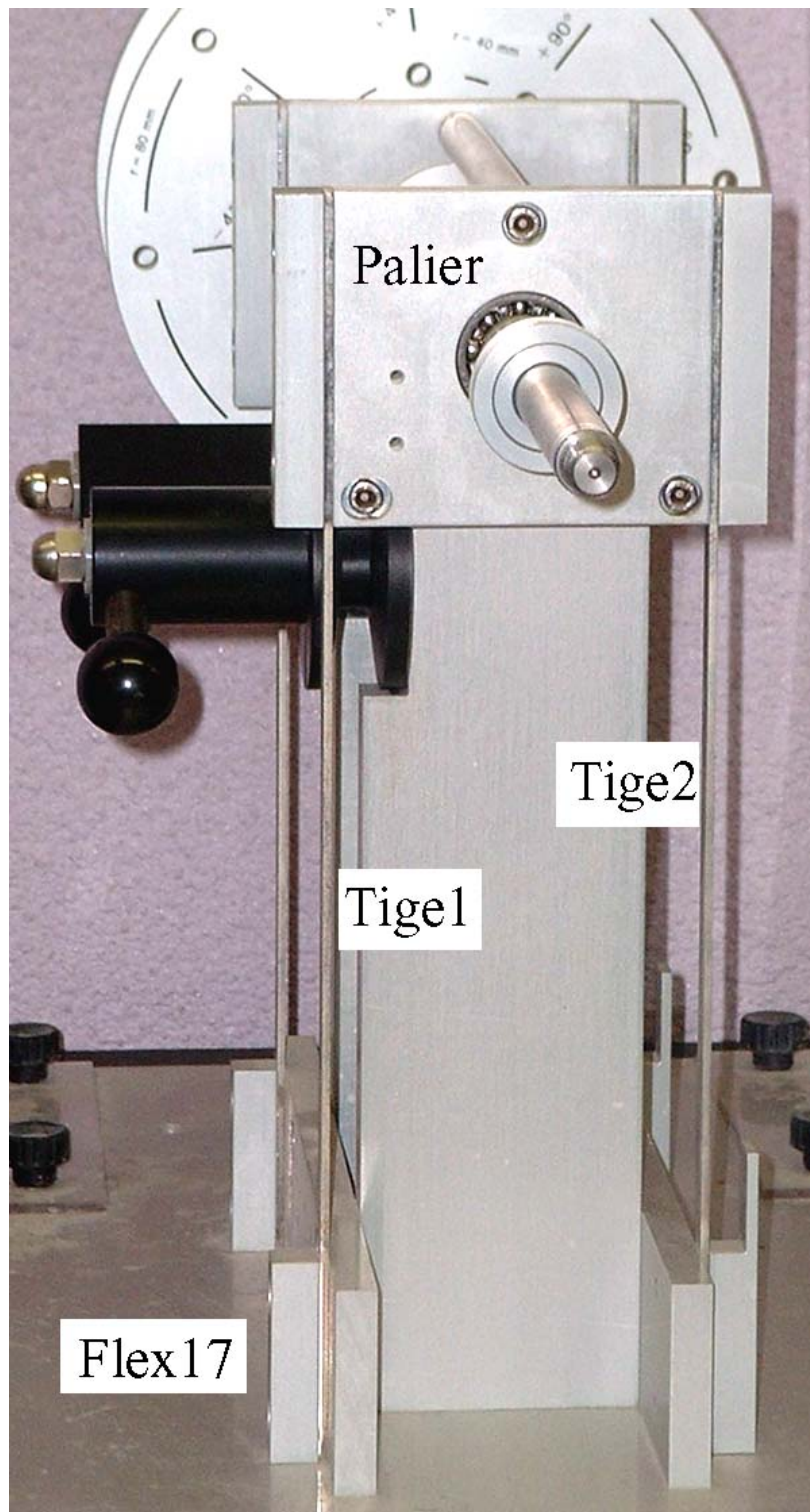
$$\tau_{xy \text{ Maxi}} = 1.5x \frac{T_y}{S}$$

Comparer ces résultats avec ceux obtenus expérimentalement, essayer de justifier les différences.

La « poutre » est trop courte, et la zone de mesure trop grande par rapport au centre de la poutre.

Une étude à l'aide d'un logiciel montre par contre une bonne corrélation entre les résultats et les observations sur la mousse.





### Commentaires et compléments

#### **Chargement de la poutre :**

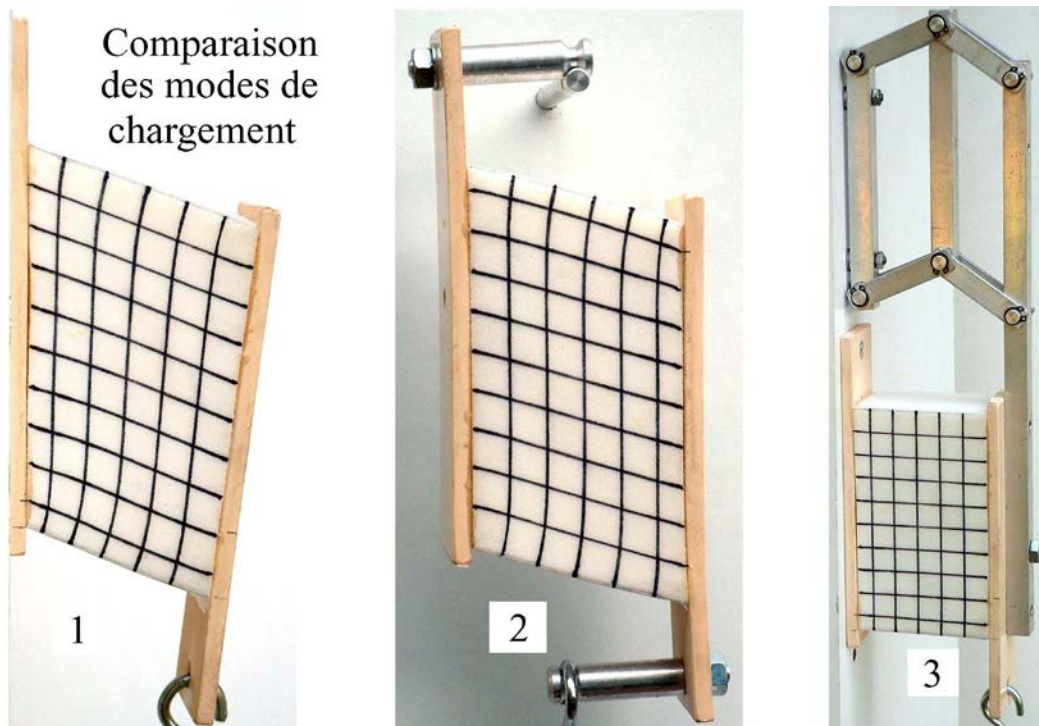
Choisit car il permet un  $T_y$  constant, et un  $M_{fz}$  nul au centre de la poutre (**photo flex9**).

\* Exemple : guidage des paliers du TP équilibrage (Deltalab) ; tige1 et tige2 de la **photo flex17**.

**Réalisation du chargement :** voir la photo « Comparaison des modes de chargement »



- \* la fig 1 montre le chargement sans guidage (encastrement à gauche, libre à droite).
- \* Les fig2&3 sont équivalentes, il peut être intéressant de le montrer par une étude statique, le raccourcissement de la poutre chargée modifiera le modèle dans le cas de la fig2 (les actions de liaison ne sont plus dans le plan de symétrie de la poutre).

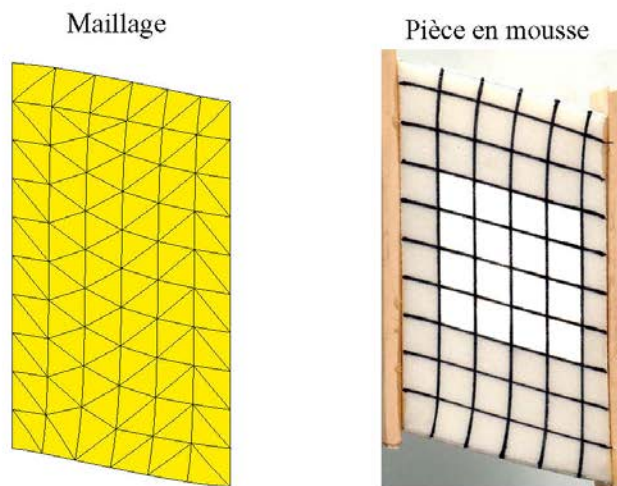
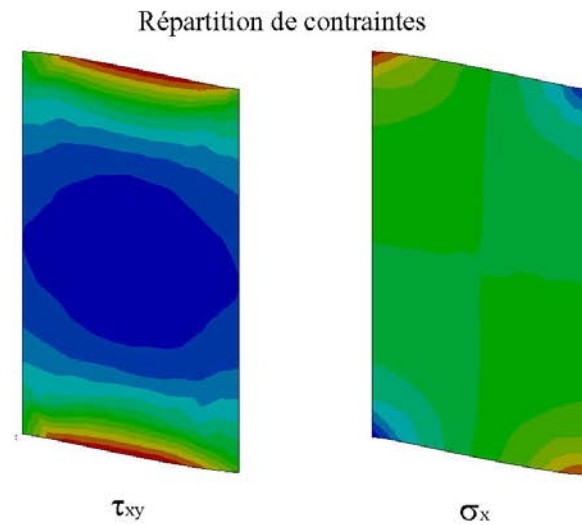


**Etat de cisaillement pur** (signalé dans le TP Cisaillement) : voir la photo **Cis3**.



La déformation du bloc de mousse est imposée par des plaques rigides articulées entre elles, il n'y a plus de gauchissement des sections, on voit que la contrainte est uniforme, ce qui permet de déterminer  $G$  avec précision.

**Etude à l'aide du logiciel « Cosmosworks » (voir la photo des résultats).**



Effet de  $T_y$  en flexion  
Comparaison logiciel/réalité

On constate que :

- \*  $\tau_{xy}$  est maxi et à peu près constante dans la partie centrale (couleur bleu foncé) et nulle sur les parties libres supérieure et inférieure (couleur orange).
- \*  $\sigma_x$  est nulle (couleur verte) partout sauf dans les angles (bleu = compression, orange = traction).
- \* Les lignes verticales du maillage déformé sont analogues à celles tracées sur la mousse.

Ceci correspond bien à ce que l'on peut observer sur la mousse.