

Mise en situation :



La barre porte haltères que l'on peut voir sur la photo constitue un bon exemple de pièce soumise à la flexion (son chargement est similaire à celui que nous allons étudier). Nous pourrions étudier une pièce cylindrique en mousse analogue à la partie centrale de cette barre (voir **photo Flex5**) mais pour plus de facilité, nous allons d'abord étudier une pièce de section carrée.

Description du banc d'essai :

La **photo Flex1** montre une vue générale du banc (avant et après chargement), la mousse (section carrée de 7 cm de côté, longueur 35cm) est maintenue fléchée par des tiges et des galets d'appui.

L'effort sur appui est mesuré (au niveau de chaque galet) par un dynamomètre à l'instant du décollement de l'appui (voir **photoFlex2**).

La mesure des allongements se fera directement sur la poutre, ou sur la **figFlex1 (format A3)** qui est la copie de la mousse déformée.

La **photo Flex3** montre les surfaces supérieure et inférieure de la poutre avant et après déformation.

La **photo Flex4** montre une poutre de section rectangulaire, son chargement est analogue à celui de la photo Flex1 (sur chant et sur plat).

La **photo Flex5** montre la poutre cylindrique avec un chargement analogue à celui de la photo Flex1.

La photo **flex6** représente une poutre ayant pour section un triangle équilatéral avec un chargement analogue à celui de la photo Flex1.

Plan du TP :

réponse sur **DRFlex1** et **DRFlex2**

- 1 – Recherche des sollicitations.
- 2 – Type de contraintes rencontrées.
- 3 – Etude expérimentale de la répartition de contraintes.
- 4 – Etude théorique de la répartition de contraintes, et comparaison.

DRFlex1

ETUDE DE LA FLEXION (Contraintes dues à Mfz)

Utiliser la figFlex1, et les photo Flex1, 2 et 3.

1 – Recherche des sollicitations dans la partie BC de la poutre :

Calculer le torseur de cohésion au point C⁻ (point situé immédiatement à gauche de C) en déduire les sollicitations en tout point de la partie BC (écrire les composantes du torseur dans le repère Fx_1y_1z).

Données : $\|\vec{A}\| = \|\vec{B}\| = \|\vec{C}\| = \|\vec{D}\| = 7.5\text{N}$; $AB = CD = 5\text{ cm}$

2 – Type de contrainte rencontré :

Observer la photo flex3 (vues de dessus et de dessous de la poutre) peut on dire si la déformation observée est due à une contrainte normale ou tangentielle ? Pourquoi ?

3 – Etude expérimentale (par extensométrie) de la répartition de contrainte dans la poutre :

Nous allons utiliser la loi de Hooke ($\sigma = E.\epsilon$), et donc mesurer la déformation des carreaux, pour déterminer les contraintes.

Remarque : On peut vérifier que le long d'une ligne d'ordonnée y par rapport à la ligne moyenne, la longueur d'un arc ex : $L_{3-3'}$, est constante le long de la poutre (effectuer cette mesure avec un réglet incurvé pour suivre la courbure de l'arc) c'est une conséquence du résultat de la question 1, ceci nous permet de mesurer les allongements sur 10 carreaux (ou plus) et d'avoir ainsi une meilleure précision que sur un seul carreau.

Mesurer pour y variant de -3.5 à $+3.5\text{ cm}$, les longueurs L (sur 10 carreaux) en déduire les déformations ϵ , puis les contraintes expérimentales σ_{exp} si $E_{\text{flexion}} = 5.2\text{ N/cm}^2$, tracer la répartition de σ_{exp} sur la section droite donnée, échelle $1\text{ N/cm}^2 \rightarrow 50\text{ mm}$ (répondre sur le document **DRFlex2**)

4 – Etude de la répartition théorique des contraintes dans une section droite :

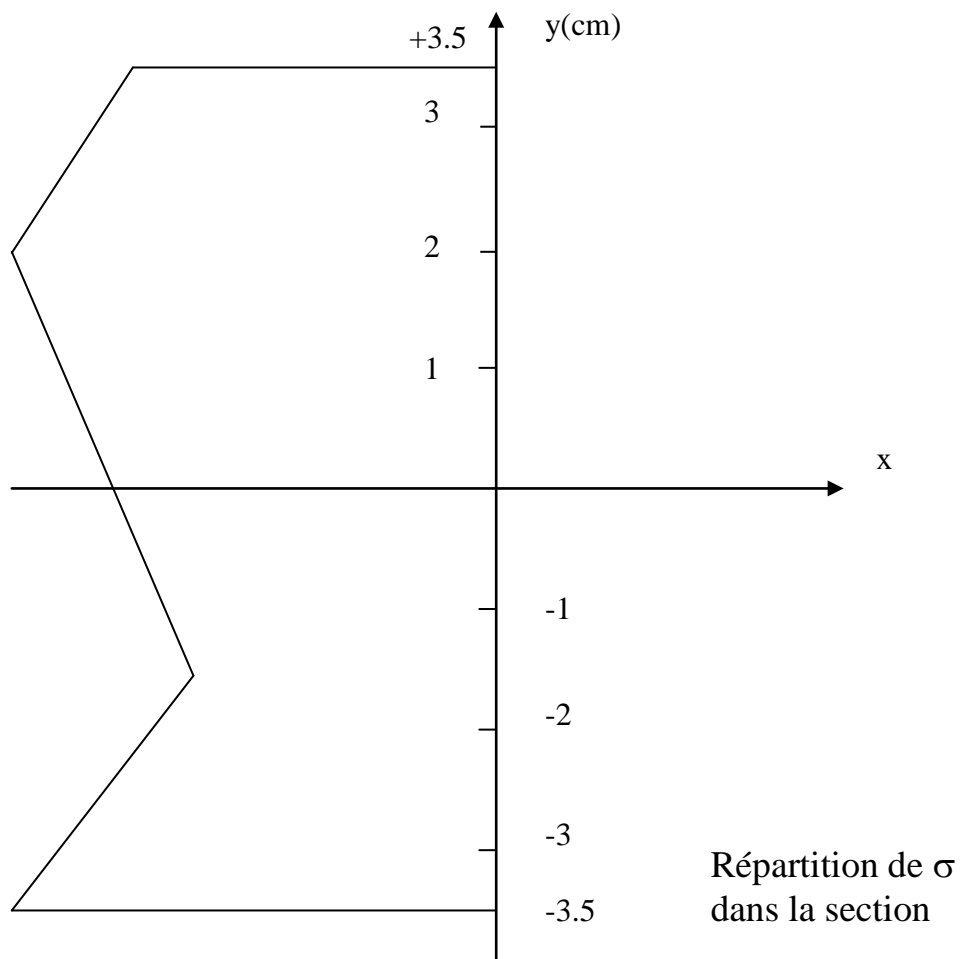
Calculer la contrainte de flexion théorique σ_{th} , pour y variant de -3.5 à $+3.5\text{ cm}$, répondre sur **DRFlex2** et tracer sa répartition sur la section droite donnée (utiliser la même échelle, mais avec une couleur différente).

Utiliser la relation : $\sigma_{\text{th}} = \frac{-Mfz}{I_{gz}}.y$ avec $I_{gz} = \frac{b.h^3}{12}$ ici $b = h = 7\text{ cm}$

Comparer les résultats obtenus.

DRFlex2**Répartition des contraintes $\sigma_{(y)}$**

y (cm)	L (cm)	ε	$\sigma_{\text{exp}} \text{ (N/cm}^2\text{)}$	$\sigma_{\text{th}} \text{ (N/cm}^2\text{)}$
+3.5				
+3				
+2				
+1				
0				
-1				
-2				
-3				
-3.5				



ETUDE DE LA FLEXION (Contraintes dues à Mfz)

Utiliser la figFlex1, et les photo Flex1, 2 et 3.

1 – Recherche des sollicitations dans la partie BC de la poutre :

Calculer le torseur de cohésion au point C⁻ (point situé immédiatement à gauche de C) en déduire les sollicitations en tout point de la partie BC (écrire les composantes du torseur dans le repère Fx_1y_1z).

Données : $\|\vec{A}\| = \|\vec{B}\| = \|\vec{C}\| = \|\vec{D}\| = 7.5\text{N}$; $AB = CD = 5\text{ cm}$

Etat de flexion pure entre B et C, $Mfz = -37.5\text{ N.cm}$

2 – Type de contrainte rencontré :

Observer la photo flex3 (vues de dessus et de dessous de la poutre) peut on dire si la déformation observée est due à une contrainte normale ou tangentielle ? Pourquoi ?

Le carré devient rectangle \Leftrightarrow contrainte normale (traction d'un côté, compression de l'autre).

3 – Etude expérimentale (par extensométrie) de la répartition de contrainte dans la poutre :

Nous allons utiliser la loi de Hooke ($\sigma = E.\epsilon$), et donc mesurer la déformation des carreaux, pour déterminer les contraintes.

Remarque : On peut vérifier que le long d'une ligne d'ordonnée y par rapport à la ligne moyenne, la longueur d'un arc ex : $L_{3-3'}$, est constante le long de la poutre (effectuer cette mesure avec un réglet incurvé pour suivre la courbure de l'arc) c'est une conséquence du résultat de la question 1, ceci nous permet de mesurer les allongements sur 10 carreaux (ou plus) et d'avoir ainsi une meilleure précision que sur un seul carreau.

Mesurer pour y variant de -3.5 à $+3.5\text{ cm}$, les longueurs L (sur 10 carreaux) en déduire les déformations ϵ , puis les contraintes expérimentales σ_{exp} si $E_{\text{flexion}} = 5.2\text{ N/cm}^2$, tracer la répartition de σ_{exp} sur la section droite donnée, échelle $1\text{ N/cm}^2 \rightarrow 50\text{ mm}$ (répondre sur le document **DRFlex2**)

4 – Etude de la répartition théorique des contraintes dans une section droite :

Calculer la contrainte de flexion théorique σ_{th} , pour y variant de -3.5 à $+3.5\text{ cm}$, répondre sur **DRFlex2** et tracer sa répartition sur la section droite donnée (utiliser la même échelle, mais avec une couleur différente).

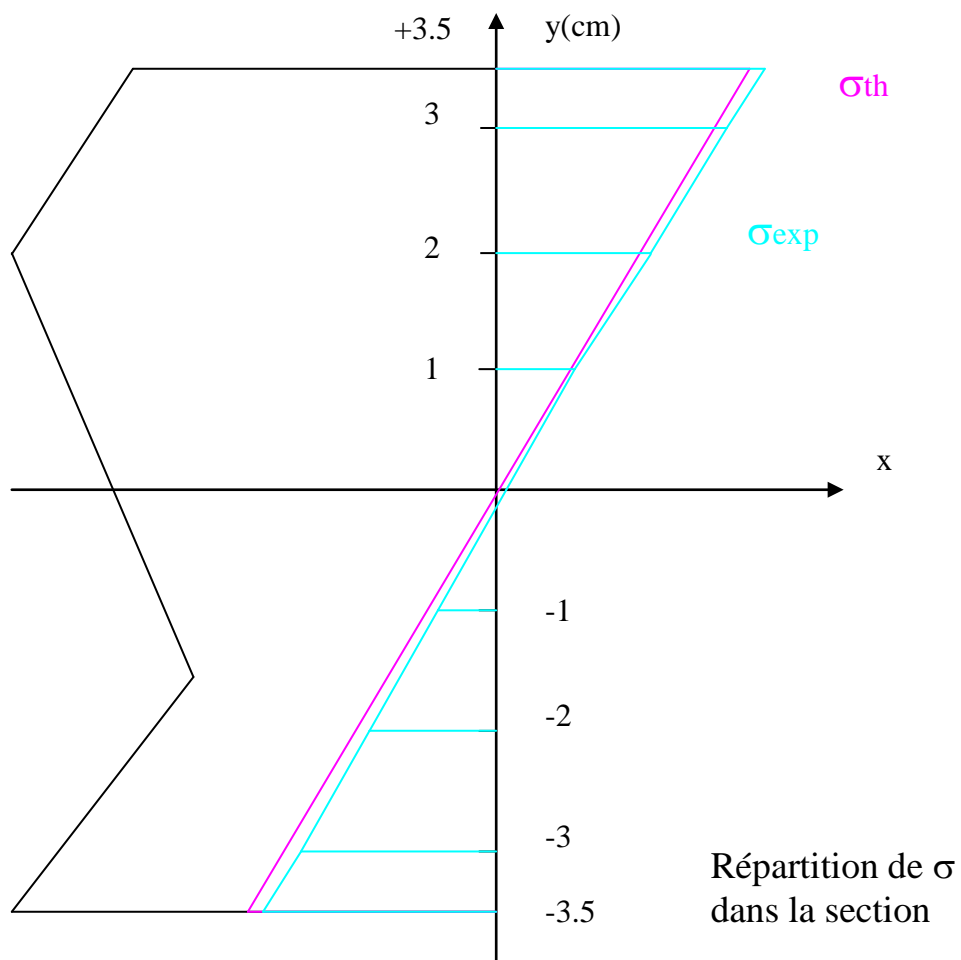
Utiliser la relation : $\sigma_{\text{th}} = \frac{-Mfz}{I_{gz}}.y$ avec $I_{gz} = \frac{b.h^3}{12}$ ici $b = h = 7\text{ cm}$

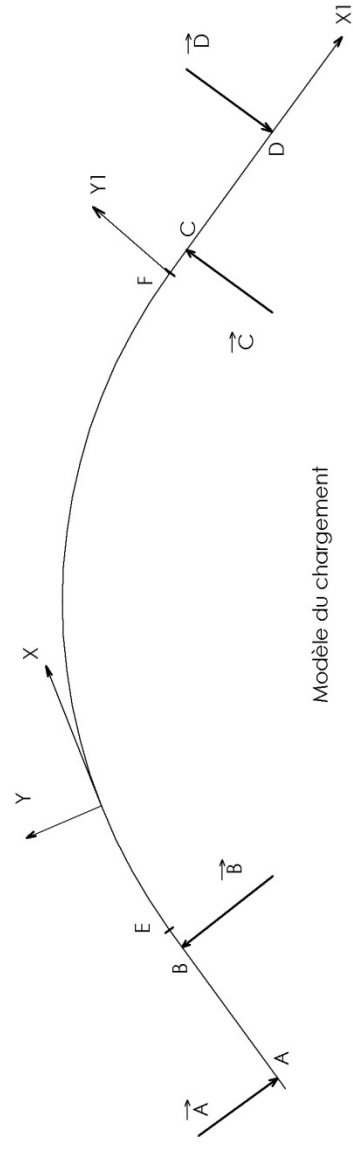
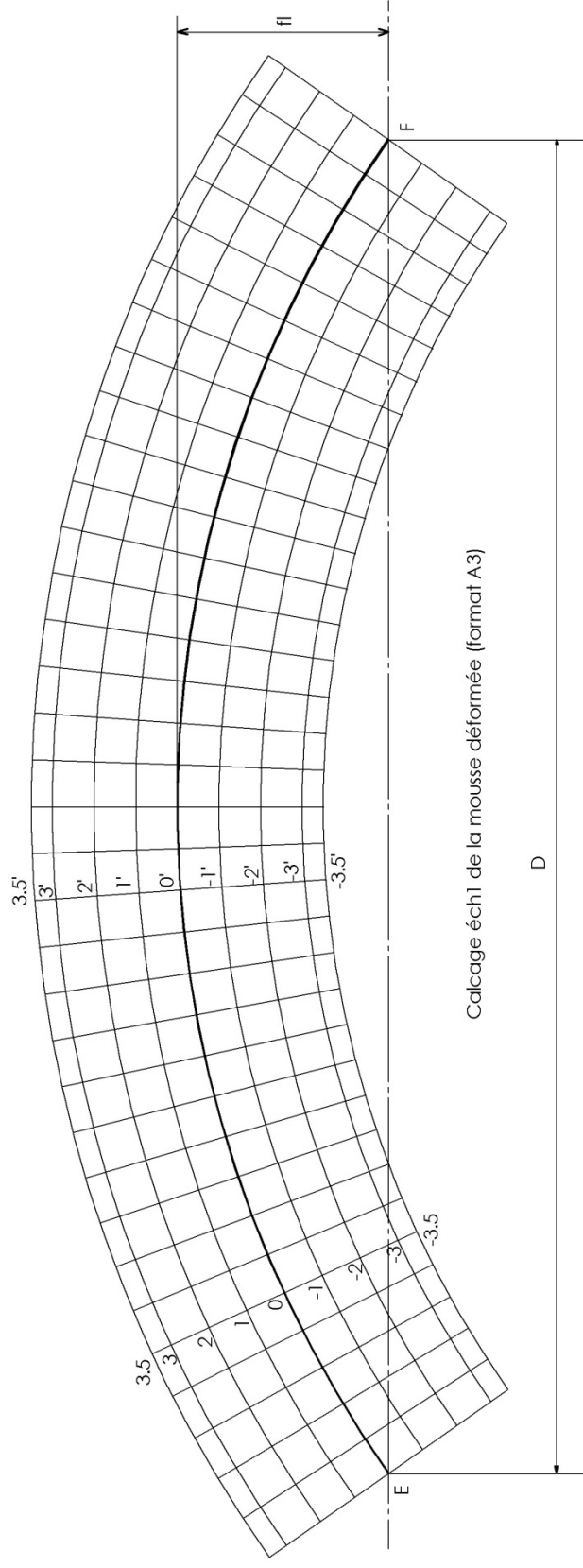
Comparer les résultats obtenus.

Bonne corrélation entre théorie et pratique

Répartition des contraintes $\sigma_{(y)}$

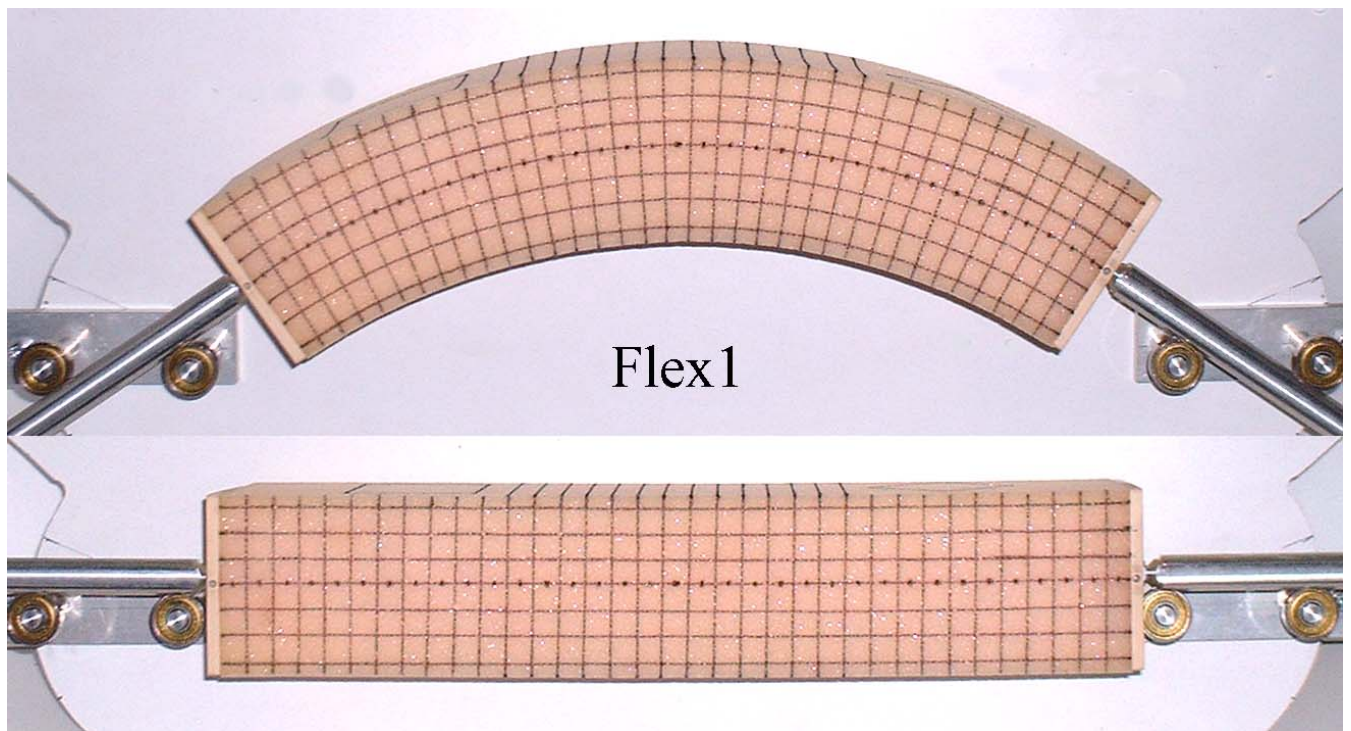
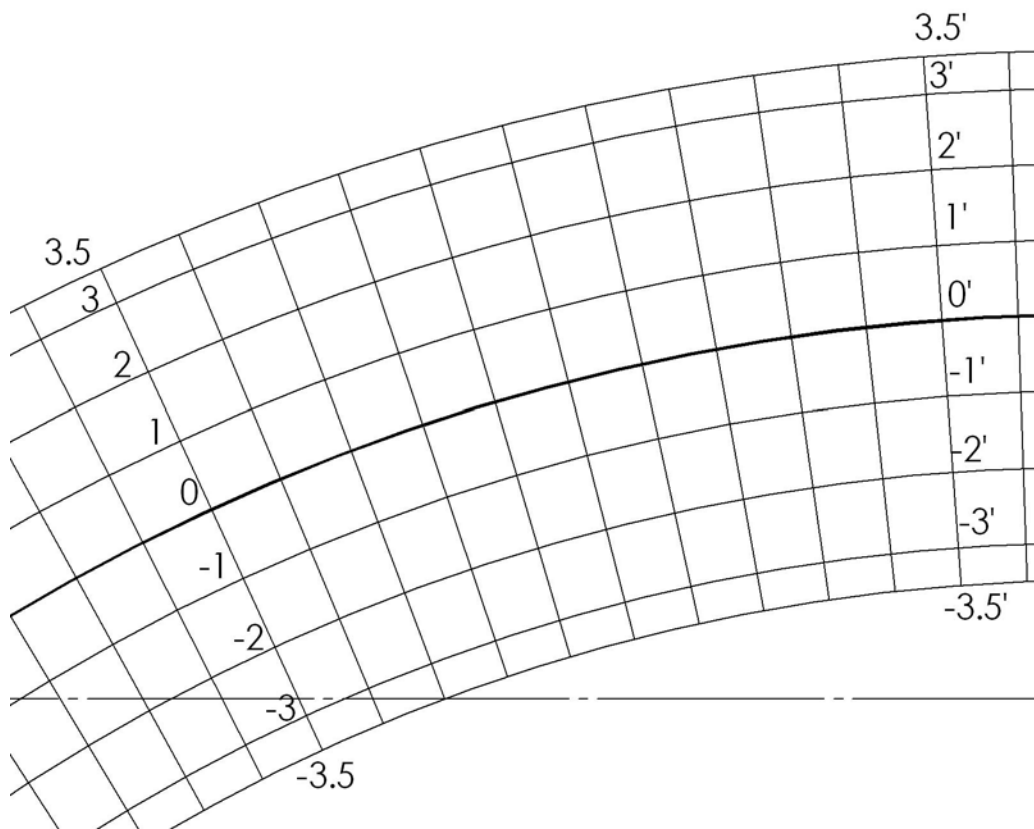
y (cm)	L (cm)	ε	$\sigma_{\text{exp}} \text{ (N/cm}^2\text{)}$	$\sigma_{\text{th}} \text{ (N/cm}^2\text{)}$
+3.5	11.35	0.135	0.702	0.655
+3	11.15	0.115	0.598	
+2	10.8	0.08	0.416	
+1	10.4	0.04	0.208	
0	10.05	0.005	0.026	0
-1	9.7	-0.03	-0.156	
-2	9.35	-0.065	-0.338	
-3	9	-0.1	-0.52	
-3.5	8.8	-0.12	-0.624	-0.655

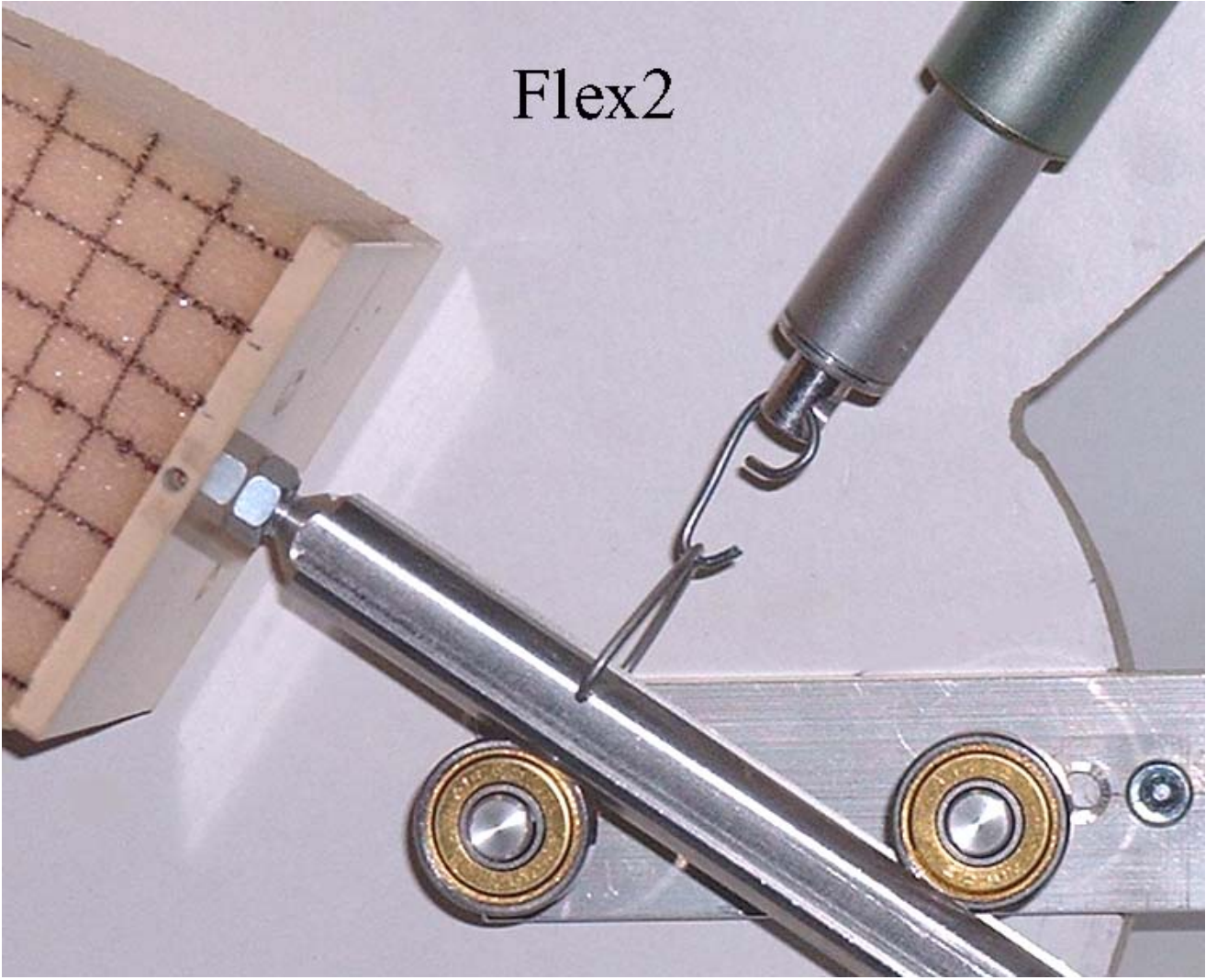




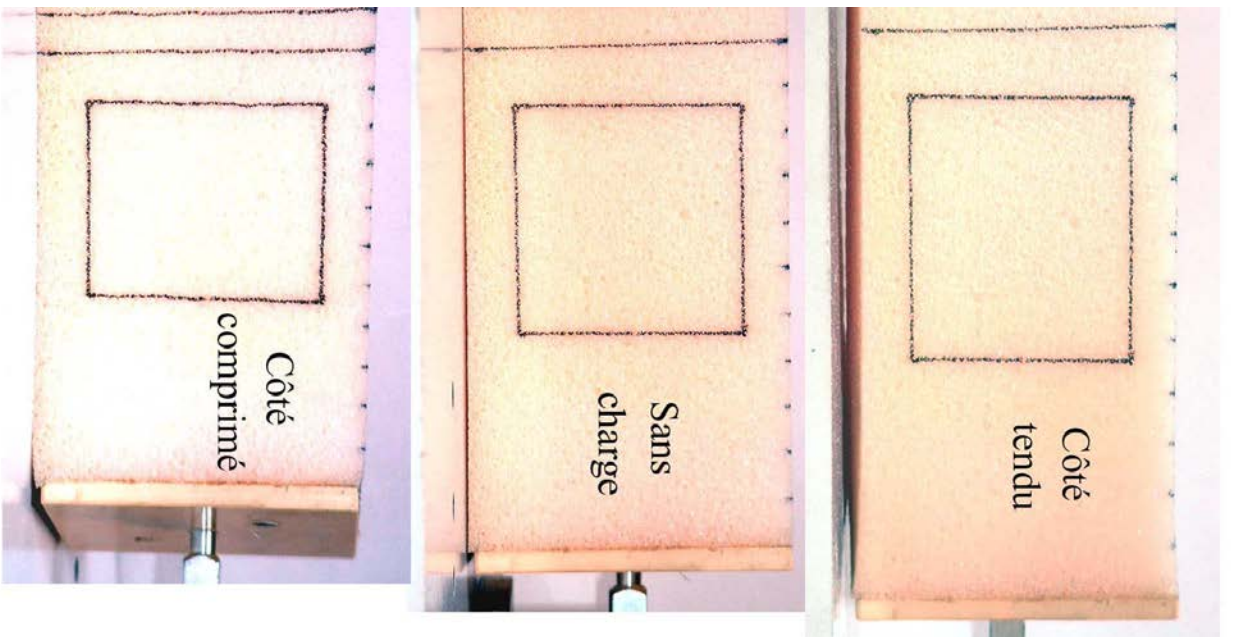
ESSAI DE FLEXION

FigFlex1

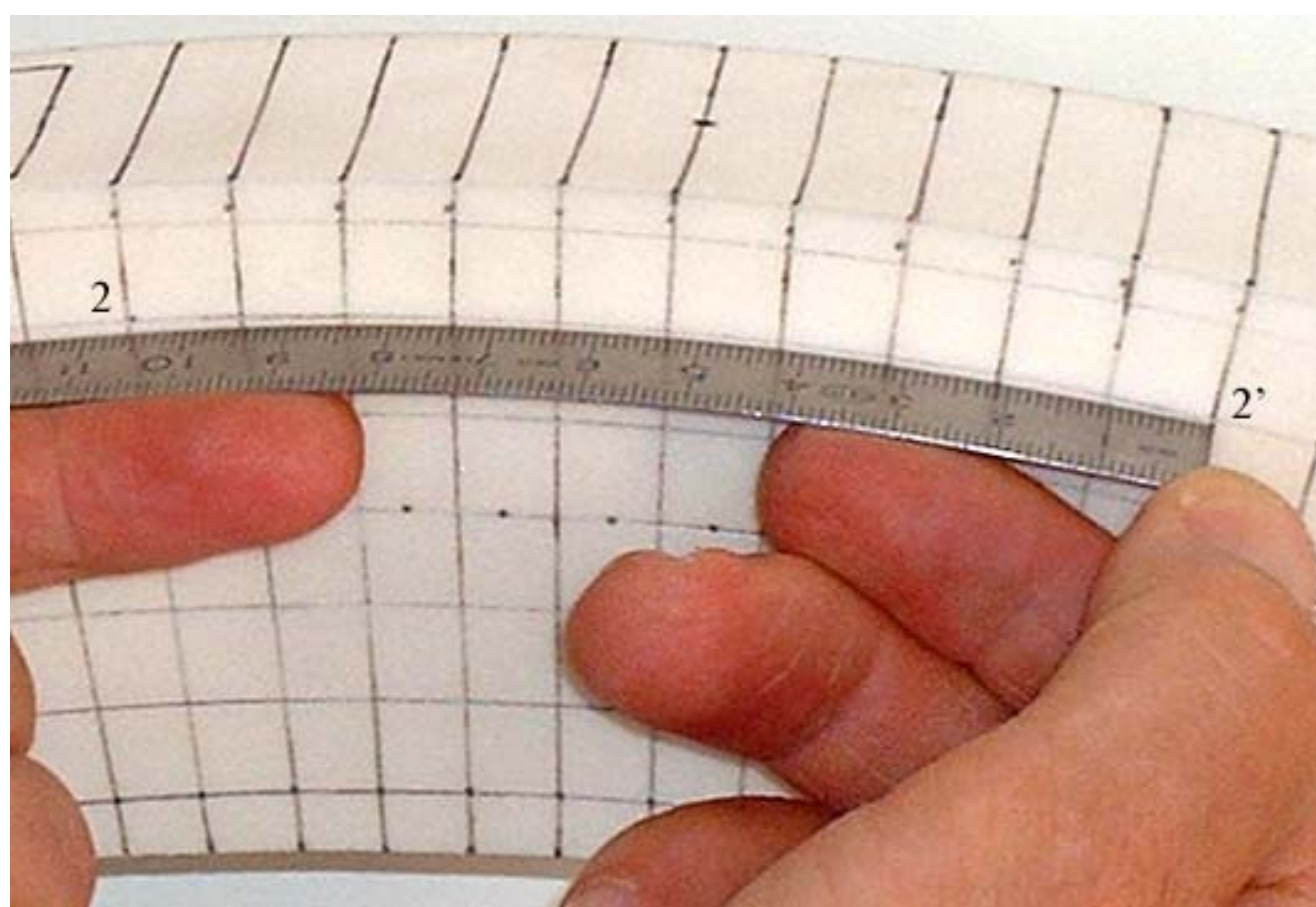


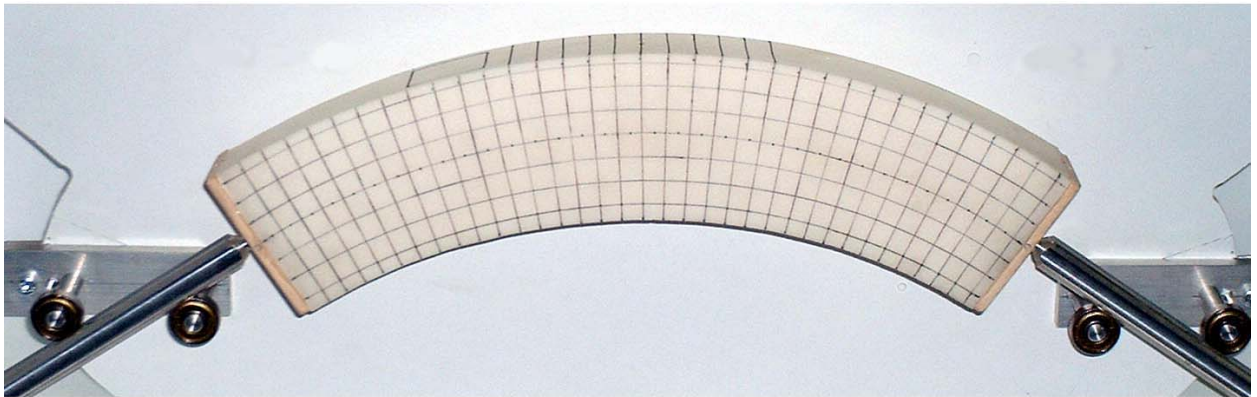
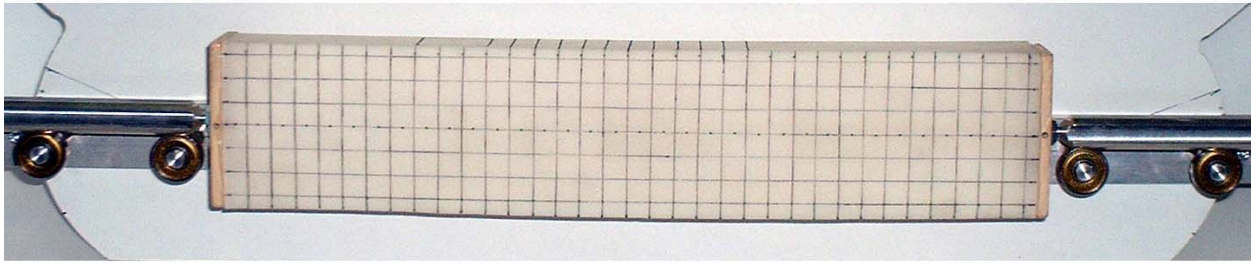


Flex2

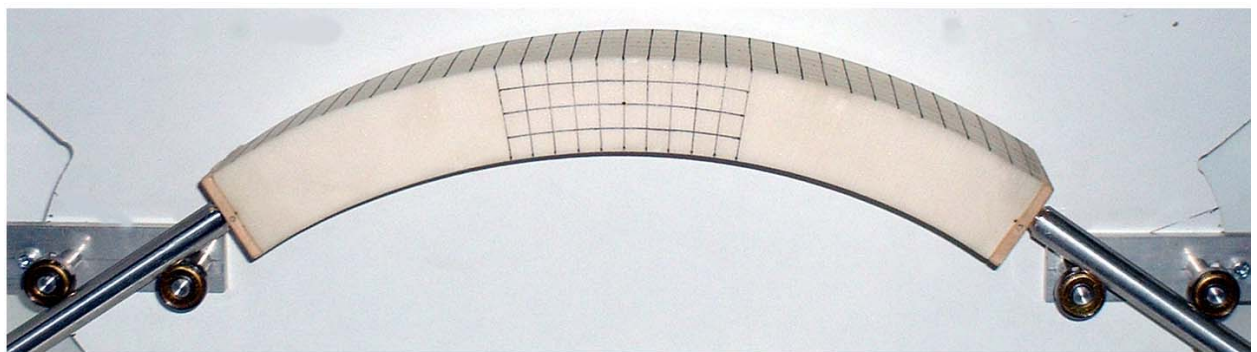
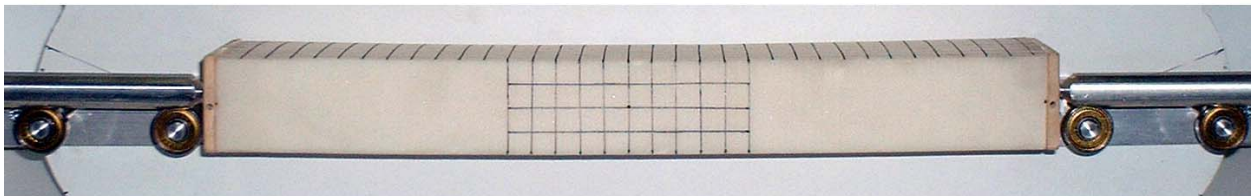


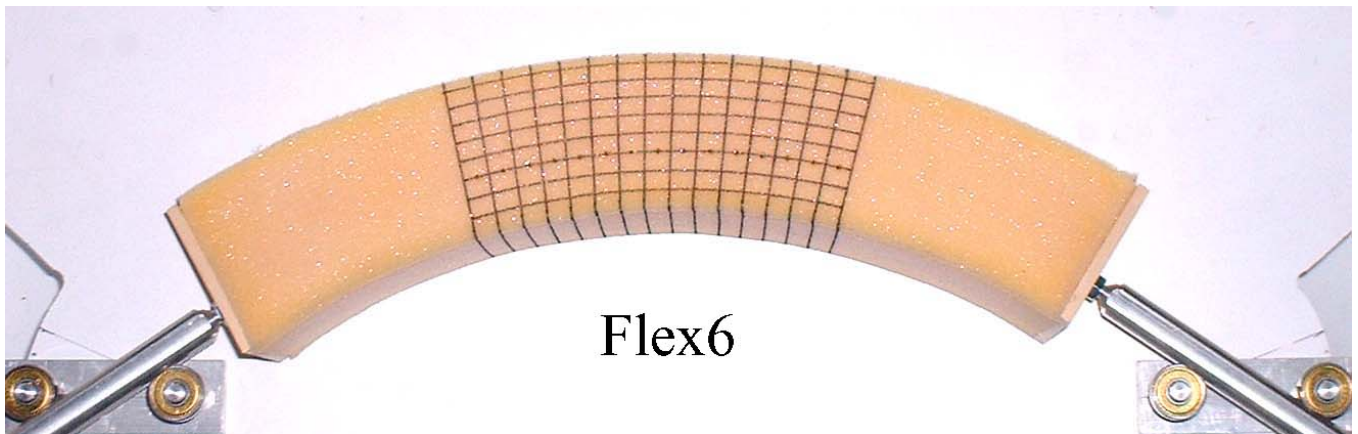
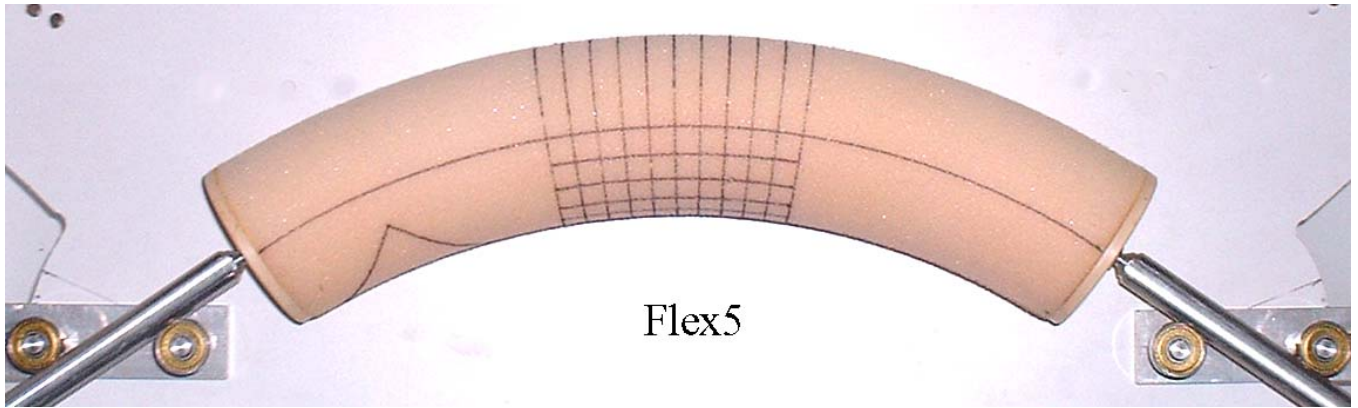
Flex3





Flex4





Commentaires et compléments

Chargement de la poutre :

Choisit pour avoir un état de flexion pure dans la mousse. Les roulements d'appui (pas de frottement) permettent à la poutre de se positionner automatiquement dans cet état (équilibre sous l'action de 2 couples purs opposés).

Autres cas de chargement :

La photo **flex4** représente une poutre de section rectangulaire supportant le même type de chargement (sur chant et sur plat) on peut s'en servir d'exercice ou de synthèse.

Données : $E = 9.6 \text{ N/cm}^2$; Section : $7.2 \times 4 \text{ cm}$; longueur : 34.5 cm .

* Sur chant : $M_{fz} = -39.6 \text{ N.cm.}$

* Sur plat : $M_{fz} = -12.1 \text{ N.cm.}$

La photo **flex5** représente une poutre cylindrique (flexion rotative) supportant le même type de chargement, on peut s'en servir d'exercice ou de synthèse.

Données : $E = 5.2 \text{ N/cm}^2$; Section : $\varnothing 7 \text{ cm}$; longueur : 35 cm .

$M_{fz} = -22 \text{ N.cm}$

La photo **flex6** représente une poutre ayant pour section un triangle équilatéral supportant le même type de chargement, on peut s'en servir d'exercice ou de synthèse.

Données : $E = 5.2 \text{ N/cm}^2$; Côté $8,6 \text{ cm}$; longueur : 35 cm .

$M_{fz} = -19 \text{ N.cm}$