

Module : Méthodes expérimentales

Activité expérimentale : Étude du comportement en flexion d'un béton fibré

1. Introduction :

L'objectif est d'étudier le comportement en flexion 3 points d'une poutre de forme parallélépipédique de dimension $7 \times 7 \times 28$ cm en béton fibré (la portée est de 24 cm, cf. Figure 1). La composition du béton ordinaire utilisé est donnée dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Composition et caractéristiques du béton frais

Ciment	Sable	Gravier 4-12,5	Gravier 10-20	Eau	Fibres
350 kg/m ³	770 kg/m ³	315 kg/m ³	780 kg/m ³	195 kg/m ³	Dramix RC80/60BN (fibres métalliques) : 35 kg/m ³ ou S50 (fibres en polypropylène) : 7 kg/m ³

Lisez et analysez le sujet ainsi que les annexes. Le compte-rendu (version manuscrite scannée ou numérique) devra être déposé en fin de séance sur e-campus ou envoyé par e-mail.

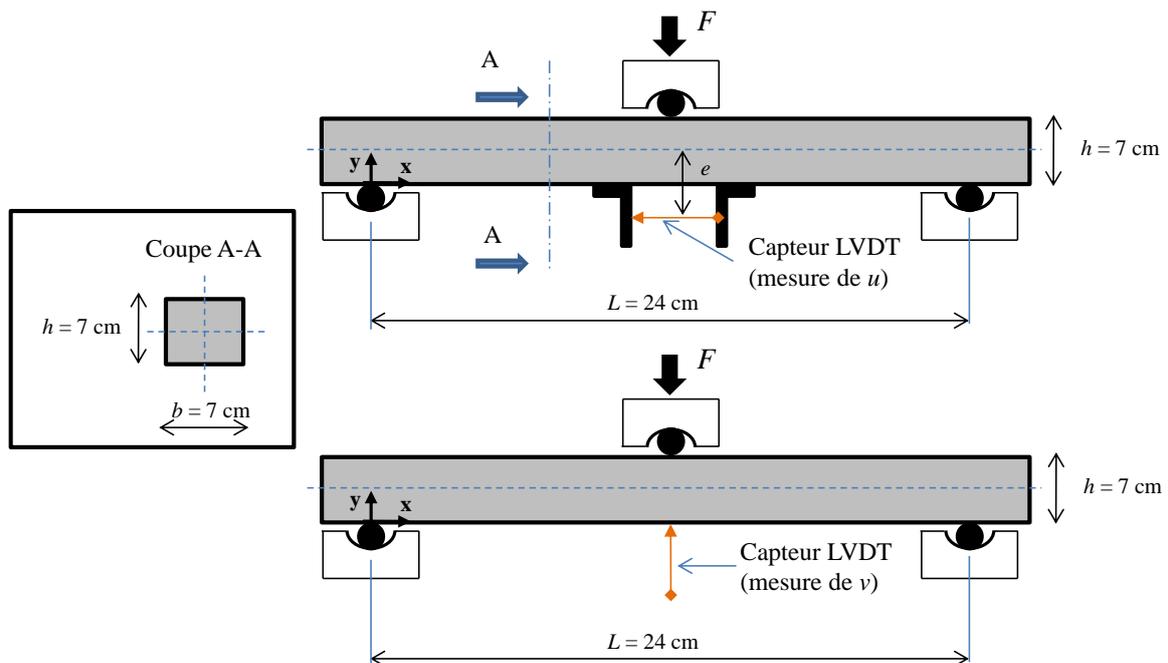


Figure 1 – Schéma de principe des 2 essais de flexion 3 points.

2. Organisation de la séance :

L'activité expérimentale est composée de :

- la réalisation d'un essai de flexion en restant dans le domaine élastique et un essai jusqu'à la rupture

- le dépouillage et l'analyse des résultats expérimentaux

A) Étude préliminaire

Les propriétés des fibres sont données dans le Tableau 2.

Tableau 1 : Dosage et caractéristiques des fibres utilisées

Fibres	Densité [kg/m ³]	Longueur [mm]	Résistance en traction [MPa]	Module de Young [GPa]	Dosage [kg/m ³]
S50	0,92	50	600	5	7
Dramix	7,8	50	1050	210	43

On choisira pour le béton des propriétés classiques pour un béton ordinaire.

1. Mesurez la masse des éprouvettes et leurs dimensions, puis calculez la masse volumique apparente.

2. Calculez la fraction volumique de fibres métalliques. Puis, en utilisant un modèle parallèle puis série (béton et fibres), déterminez le module de Young et la contrainte moyenne conduisant à la fissuration du béton fibré dans le cas d'un chargement en traction uniaxiale.

3. Tracez l'allure attendue de la loi de comportement contrainte / déformation en traction dans le cadre d'un modèle série et parallèle, en supposant que le comportement du béton est élastique puis parfaitement fragile et que celui des fibres est élastique plastique parfait (cf. Figure 2).

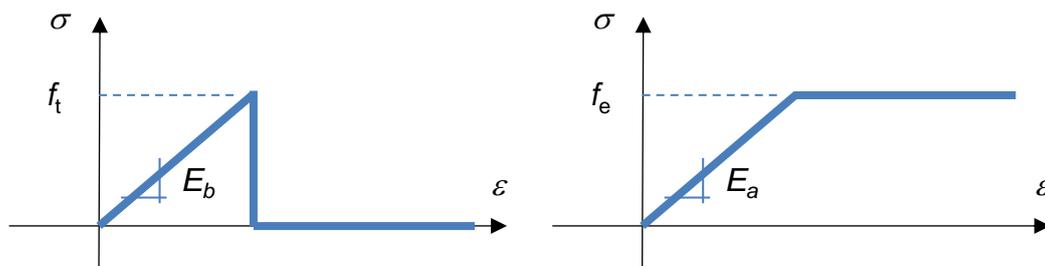


Figure 2 – Loi de comportement du béton (à gauche) et des fibres (à droite) en traction. Les schémas ne sont pas à l'échelle.

3. A-t-on le même comportement en traction uniaxiale et en flexion ?
4. La théorie des poutres (Euler-Bernoulli, Timoshenko) est-elle valide ?
5. Un schéma de principe est donné dans la Figure 1. Calculez approximativement la force maximale F_{max} (en kN, la presse Instron utilisée a une limite de chargement de 50 kN) que peut reprendre la poutre ainsi que :

- Le déplacement maximal u_{max} [mm].
- La flèche maximale associée à mi-portée v_{max} [en μm].

Calculez la valeur de rigidité de la poutre en flexion K_v (associée à la flèche à mi-portée, en $\text{kN}\cdot\text{mm}^{-1}$).

En utilisant les hypothèses d'Euler-Bernoulli, on obtient les expressions ci-dessous :

$$u = \frac{3L(2L - s)}{8Ebh^2}$$
$$v = \frac{FL^3}{48EI_{Gz}}$$

Où I_{Gz} est l'inertie quadratique.

6. Réfléchissez aux conditions aux limites optimales (appuis, mode de chargement), analysez l'influence du mode de chargement (comparer à un mode de chargement en force imposée) et le choix de la composition du béton (utilisation de fibres) et de la géométrie. Aurait-il été préférable d'effectuer un essai de flexion 4 points ?

B. Essai de flexion (à faire lors de la séance de TP)

Allumer la presse Instron et le PC.

1. Étude de la phase élastique (éprouvette en fibres polypropylènes) : dans le logiciel Instron Bluehill® Lite, chargez la méthode « M2_Flexion_TP.im_flex ».

Mettez en place le capteur LVDT sur la poutre. Placez l'éprouvette, puis placer le plateau supérieur de la presse suffisamment proche de l'éprouvette.

2. Étude de la fissuration (éprouvette en fibres métalliques) : dans le logiciel Instron Bluehill® Lite, chargez la méthode « M2_Flexion_TP_rupt.im_flex »

Après accord du chargé de TP, lancez les 2 expériences successivement.

Votre plan de travail est-il propre, avez-vous nettoyé et rangé tout le matériel utilisé, avez-vous mis dans la benne des matériaux minéraux vos éprouvettes de béton cassées ? Si oui, votre essai est terminé

C. Analyse des résultats expérimentaux

a) Analysez les déplacements donnés par la presse et déterminez la rigidité initiale. Comparez au calcul analytique effectué en 1^{ère} partie. À quels facteurs sont dues ces différences ?

b) Analysez les déplacements obtenus par le capteur LVDT. Comparez aux résultats de la question précédente. Déterminez le module de Young du béton.

c) Calculez la valeur de la résistance en traction par flexion. Analysez le faciès de fissuration (mode de rupture du béton fibré).

Critères de notation :

- Méthode de travail pendant la séance de TP.
 - Répartition judicieuse du travail entre les élèves du groupe.
 - Pertinence des analyses et de la démarche expérimentale.
 - Autonomie.
- Analyse critique des modes opératoires.
- Interprétation correcte des données.
- Exactitude des calculs et valeurs obtenues.
- Respect et rangement du matériel.
- Qualité et présentation du compte-rendu

Compte-rendu à déposer sur e-campus ou à envoyer par e-mail.