

Les Bétons Fibrés

Les propriétés du béton peuvent-elles être sensiblement modifiées par la présence ou non de fibre ?

Plan

I) Présentation

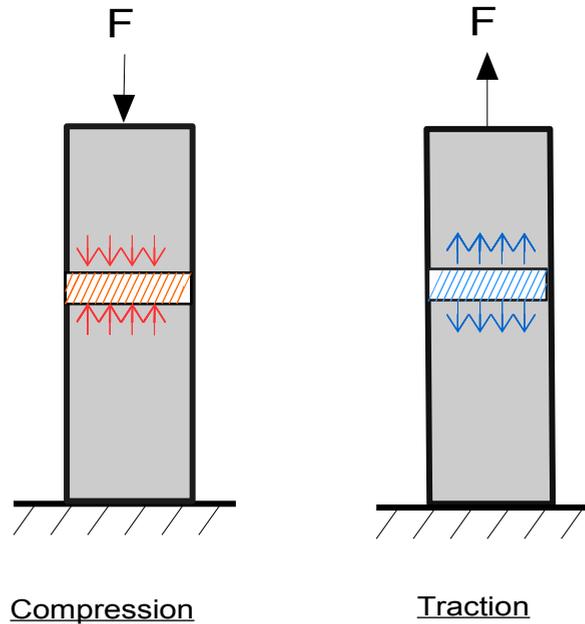
II) Etude en compression

III) Etude en flexion

I)Présentation

Avantages : coût, moulabilité, résistance en compression : 25 MPa

Inconvénient : résistance en traction : 5 MPa



Conséquence : risque de rupture en flexion

I)Présentation

Solutions alternatives :



Béton armé



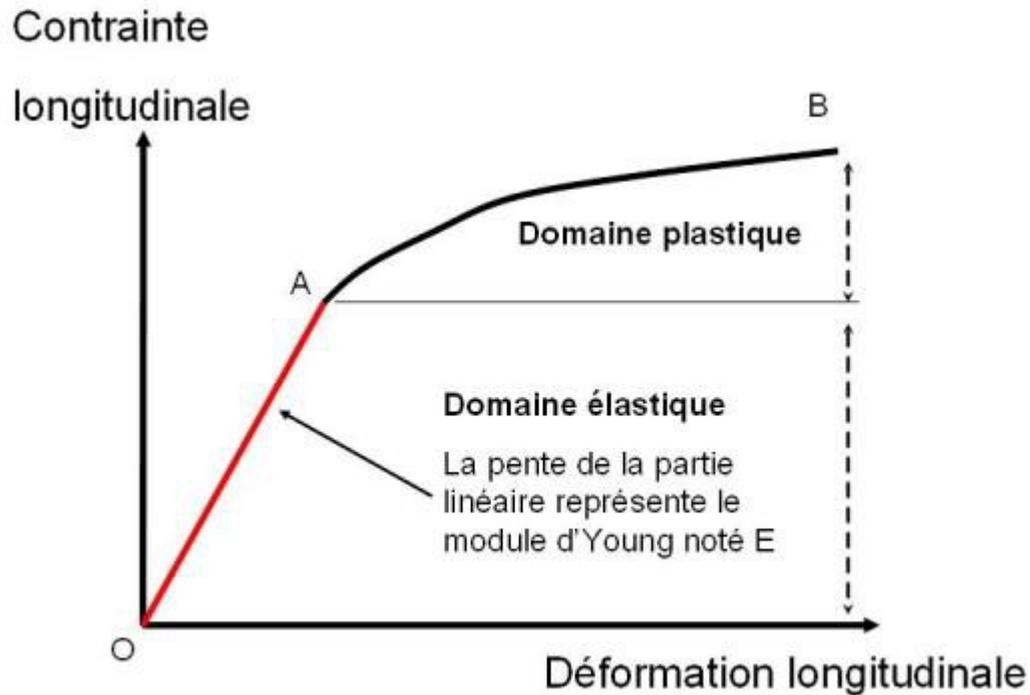
Béton fibré



Béton précontraint

I)Présentation

Caractéristiques : - contrainte maximale
- module d'Young



Loi de Hook : $\sigma = E \cdot \varepsilon$

Objectif : mesurer contrainte maximale et module d'Young des différents bétons

I)Présentation

Type de fibre	Module d'Young (GPa)	Prix (€ par kg)
Fibre d'acier	210	5
Fibre de polypropylène	1,3	30
Fibre de verre	70	5
Fibre de lin	50	15



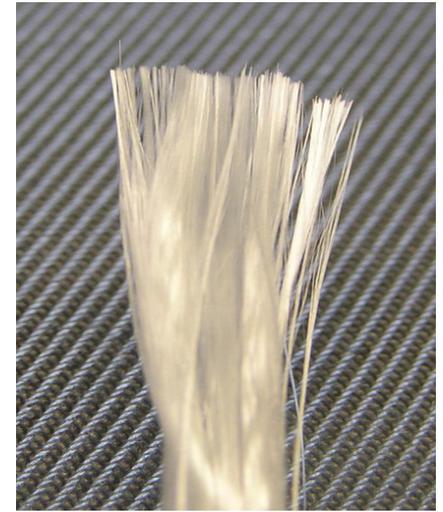
Fibre d'acier



Fibre de polypropylène



Fibre de lin
(binôme)



Fibre de lin
(binôme)

II) Etude en compression

1) Fabrication des éprouvettes

Première production :

- éprouvettes de compression :
Moule : tube PVC cylindrique
Dimension : $h = 10 \pm 0,05$ cm, $r = 4 \pm 0,05$ cm
- éprouvettes de flexion :
Moule : **tube PVC cylindrique**
Dimension : $h = 30 \pm 0,05$ cm, $r = 4 \pm 0,05$ cm
- sable à béton : **fin + cailloux taille variable** (0,5 – 3 cm)

Deuxième production :

- éprouvettes de compression :
Moule : tube PVC cylindrique
Dimension : $h = 10 \pm 0,05$ cm, $r = 4 \pm 0,05$ cm
- éprouvettes de flexion :
Moule : **rail à PLACO**
Dimension : $L = 1 \pm 0,001$ m, $b = 4 \pm 0,05$ cm, $h = 2 \pm 0,05$ cm
- sable calibré : **fin + gravier calibré** (1cm)

Ciment : ciment pour particulier (provenance **BigMat**)



Moule compression



Moule flexion

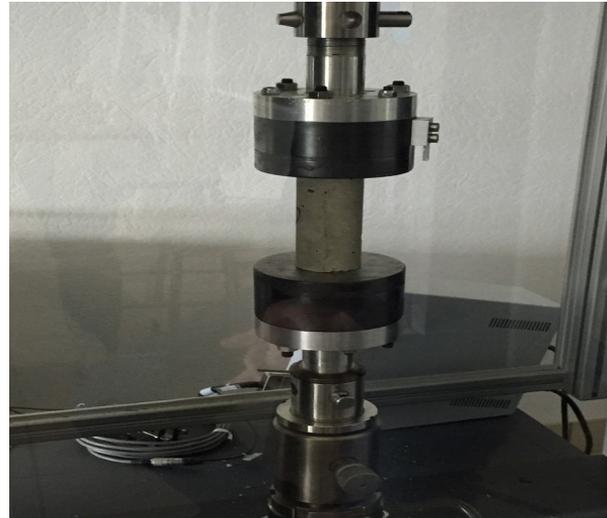
II) Etude en compression

2) Expérience de compression

Matériel : - éprouvettes de béton
- presse hydraulique : Modele **Shimatzu**, contrainte max : 10 000 decaN
- logiciel Trapezium x



Presse hydraulique



Socle de compression

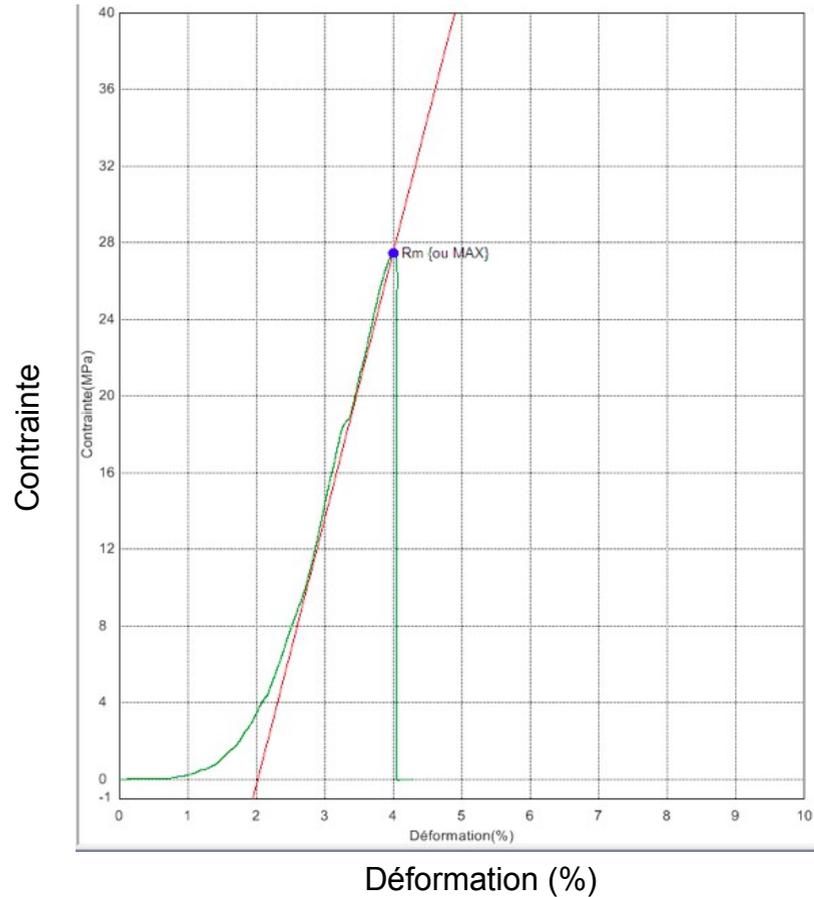


Eprouvette de béton (5 par type)

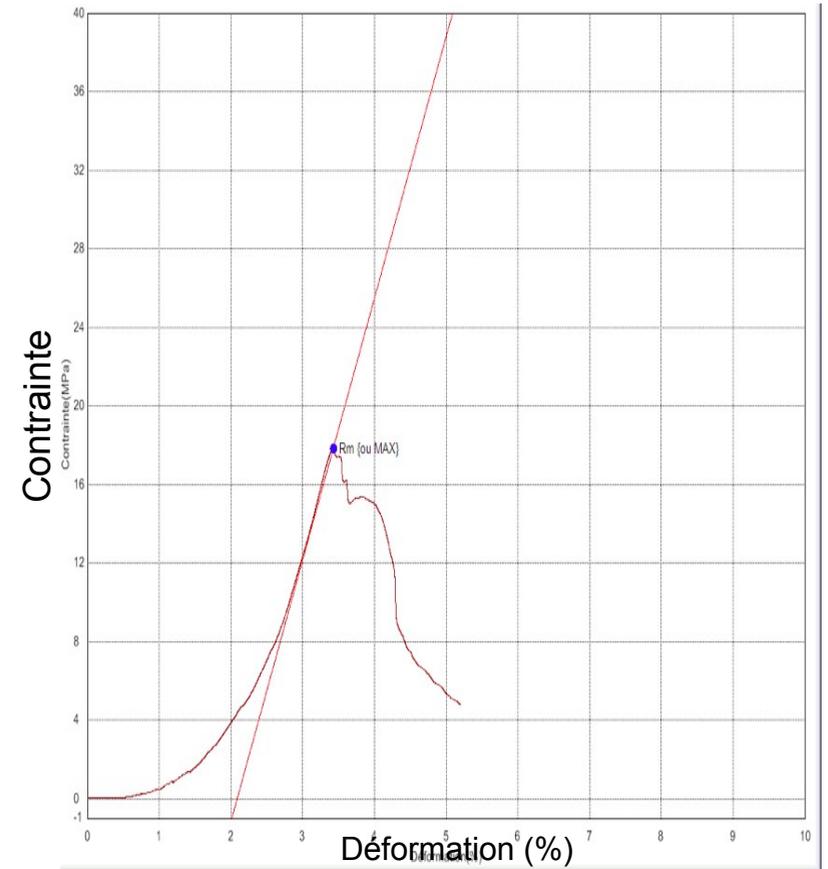
II) Etude en compression

3) Résultats expérimentaux

Béton simple



Béton fibré (acier)



Première observation : ruptures différentes

II) Etude en compression

3) Résultats expérimentaux

Type de béton	Module moyen (Mpa)	Contrainte max(MPa)
Béton simple	1373 ± 4,7%	23,5 ± 6,0%
Béton acier	1700 ± 3,3%	15,6 ± 5,2%
Béton polypropylène	1162 ± 3,6	15,1 ± 5,4 %

Acier : module +23%
Polypropylène module - 15%

Contrainte : -33% Non cohérent

Justification incertitudes :

Cas béton acier :
 $E_{moy} = 1344 \text{ MPa}$

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{(n-1)}} \sum (E_i - E_{moy})^2$$
$$= 96 \text{ MPa}$$

$$I(E) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$
$$= 43 \text{ MPa}$$

$$\frac{I(E)}{E_{moy}} = 3,3\%$$

$$E = 1344 \pm 3,3\% \text{ MPa}$$

III) Etude en flexion

1) Approche théorique

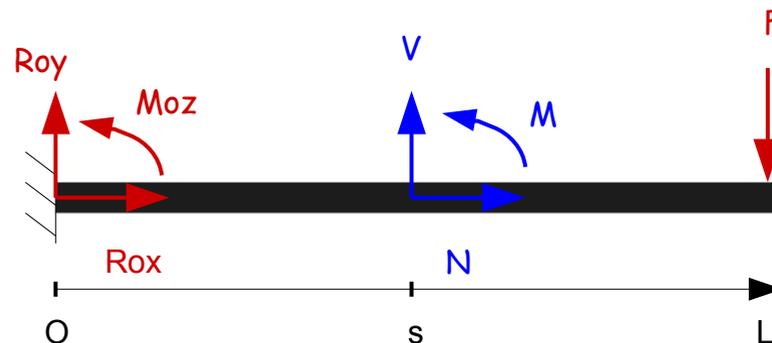
Soit une poutre, rectangulaire, de longueur L , de hauteur h de largeur b , encastrée en O .

Hypothèse matériau :

- homogène
- isotrope
- continue
- utilisation dans le domaine élastique linéaire (petits angles)

Bilan efforts :

- **Externes** : liaison + contrainte
- **Internes**



Equilibre global (efforts externes) :

PFS en O :

<ul style="list-style-type: none">- $R_{ox} = 0$- $R_{oy} = F$- $M_{oz} = FL$
--

Equilibre local (efforts internes + liaisons) :

PFS en O :

<ul style="list-style-type: none">- $N(s) = 0$- $V(s) = -F$- $M(s) = -F(L-s)$
--

III) Etude en flexion

1) Approche théorique

Expression contrainte normale maximale :

Expression de la contrainte :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{N(s)}{S} - \frac{M(s)y}{I} \\ &= \frac{F(L-s)y}{I}\end{aligned}$$

$$\text{or } I = \frac{bh^3}{12}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{12L}{bh^2} F$$

Expression de la flèche :

Expression de la déformé :

$$M(s) = E I f''(s)$$

$$f'(0) = 0$$

$$f(0) = 0$$

$$f = \frac{FL^2}{3EI}$$

Au bout : $s=L$

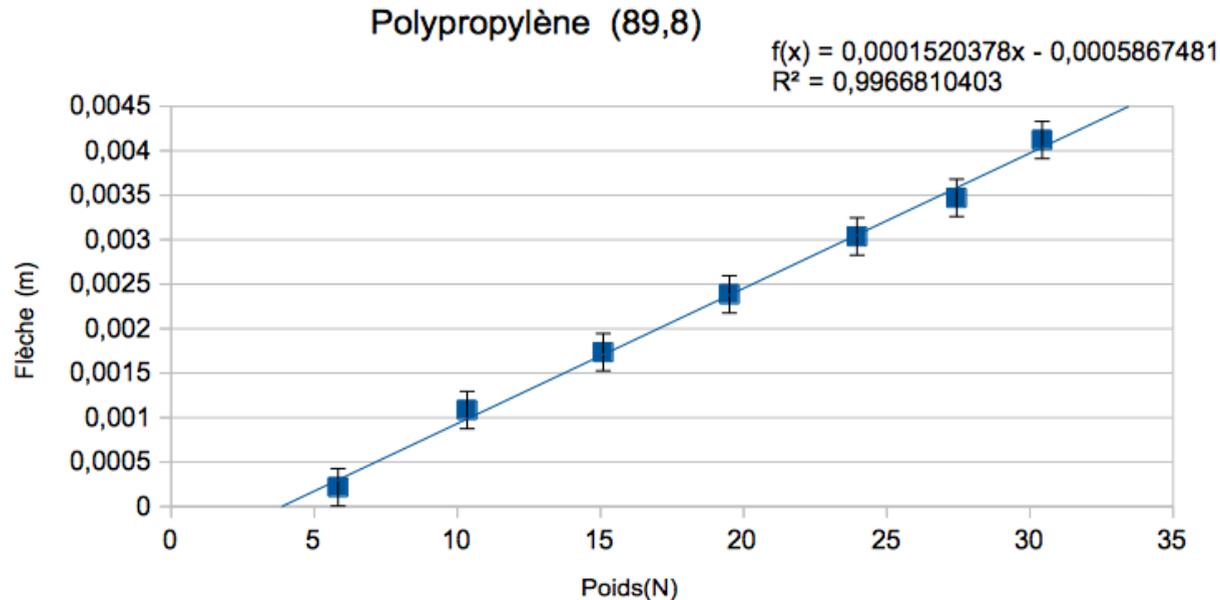
III) Etude en flexion

2) Expérience de flexion



III) Etude en flexion

3) Résultats expérimentaux



Source d'incertitude : Poids : 0,05N
Flèche : 1 pixel = 2,2 E-4 m

Coefficient de corrélation supérieur à 0,99 → Modèle pertinent

La courbe passe par les barres d'incertitude → Modèle probable

III) Etude en flexion

3) Résultats expérimentaux

Type de béton	Module moyen (Gpa)	Contrainte max(MPa)
Béton simple	19,5 ± 1,6%	7,94 ± 2,6%
Béton acier	23,9 ± 2,4 %	9,59 ± 2,1 %
Béton polypropylène	17,3 ± 6,0%	6,63 ± 2,3 %
Béton acier 1	24,5 ± 3,3%	9,9 ± 2,4 %

Acier : module + 22 %, contrainte + 20%

Polypropylène : module -11%, contrainte -16%

Acier 1 : module + 24%, contrainte +25%

Conclusion

Ajout de fibre →

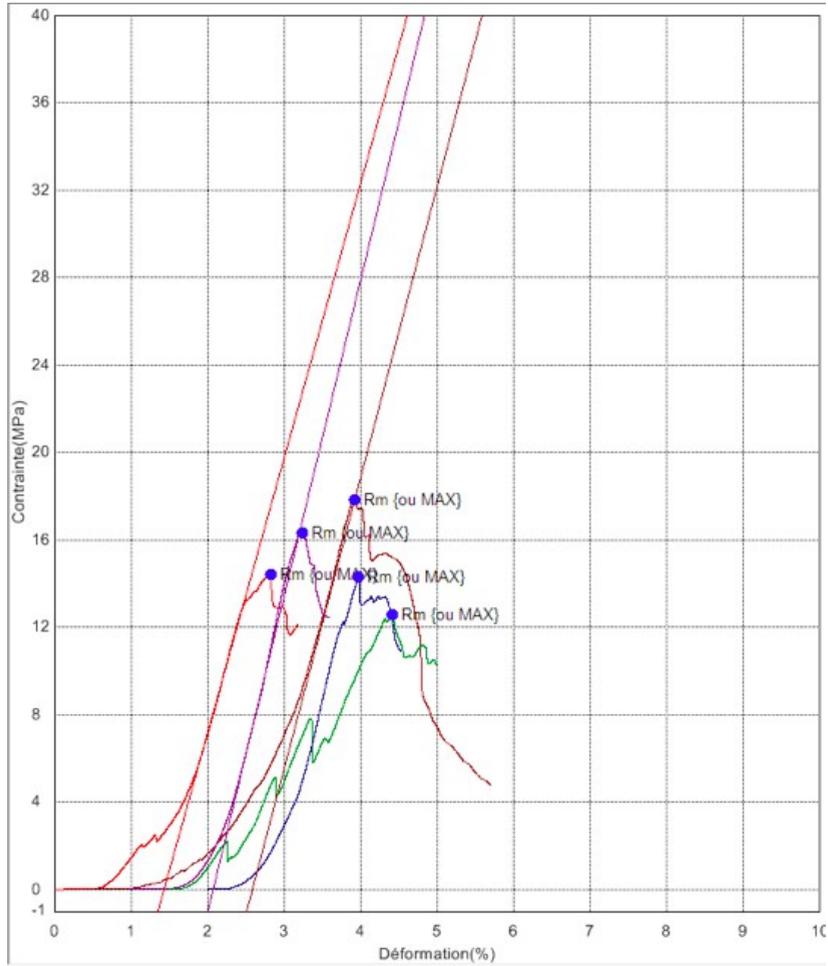
Modification module
d'Young et contrainte
max.
Meilleure ductilité

Acier →

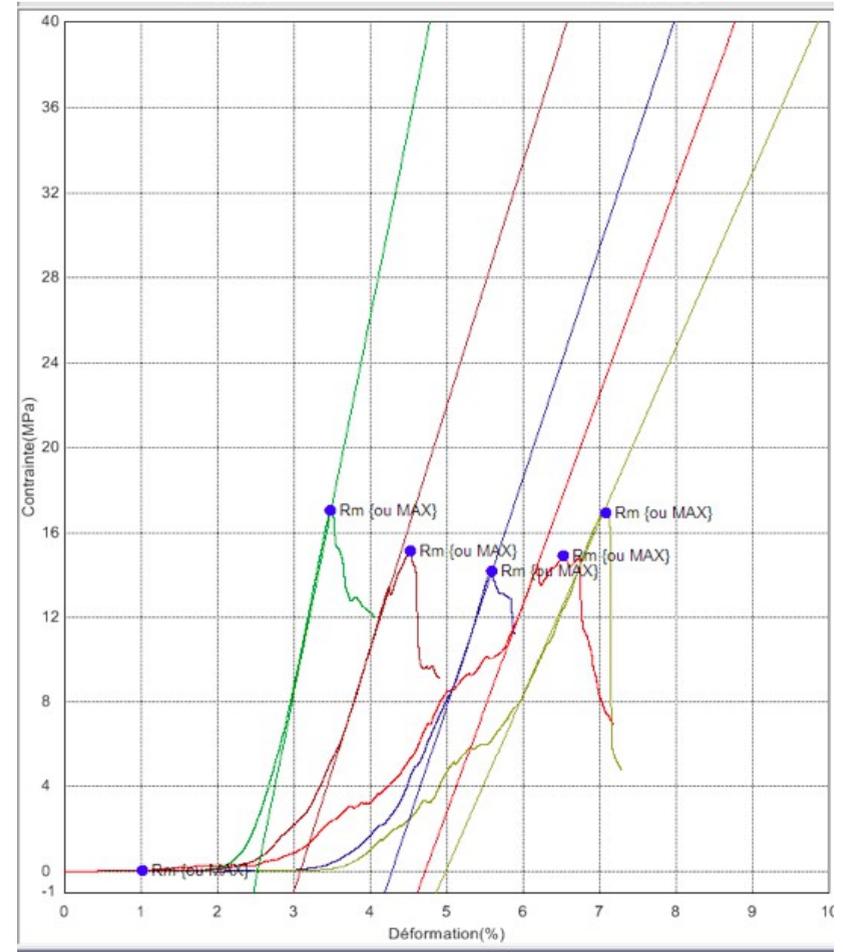
Augmentation module et contrainte
en flexion. Utilisation pour poutre

Polypropylène →

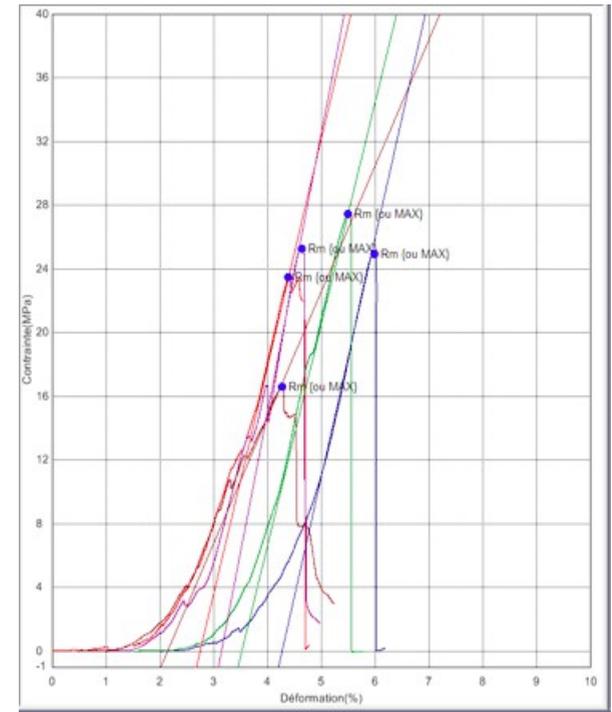
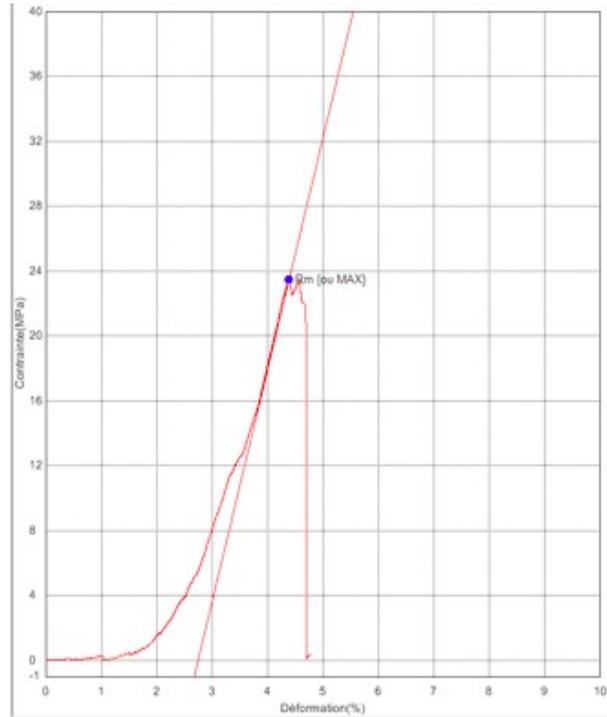
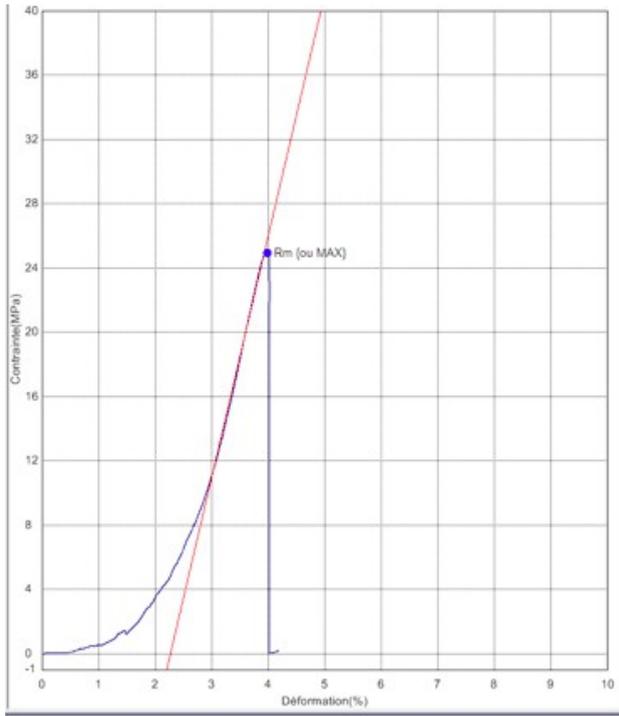
Diminution du module. Utilisation pour
dallage.



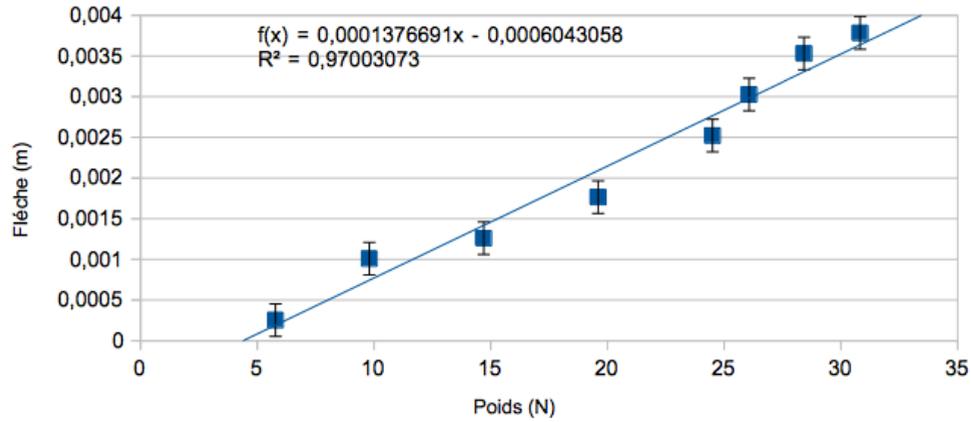
Test acier



Test polypropylène



Béton 0 (88,9)



F0(88,9)

