

Corrigé – laboratoire 4

Note : les valeurs indiquées dans la correction peuvent varier d'un montage à l'autre.

Calcul des charges critiques de flambement

Tableau 1 - Résultats des valeurs théoriques et expérimentales de la charge critique de flambement pour une colonne (essais 1 et 2)									
N° de l'essai	N° de la membrure	Conditions limites	E (GPa)	I _z (mm ⁴)	L (mm)	K	P _{cr} (théo.) (N)	P _{cr} (expéri.) (N)	Écart (%)
1	x	R-R	69,0	413	950	1,0	3,12E+02	280	-10,15%
2		E-R			950	0,7	6,36E+02	560	-11,95%

Toutes les charges critiques sont calculées à l'aide de la formule d'Euler :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$$

Avec $K = 0.7$ dans le cas d'une poutre encastree-rotule et $K = 1.0$ dans le cas d'une poutre rotule-rotule.

Dans la plupart des cas, la charge critique mesurée expérimentalement est inférieure à celle calculée théoriquement, à cause de la fatigue du matériau ($E_{r\acute{e}el} < 69 \text{ GPa}$).

Calcul des flèches

Tableau 2 - Résultats des valeurs théoriques et expérimentales de la flèche pour une poutre (essais 3 et 4)										
N° de l'essai	N° de la membrure	Conditions limites	E (GPa)	I _z (mm ⁴)	L (mm)	K	Masse suspendue (kg)	v _{x=L/2} (théo.) (mm)	v _{x=L/2} (expéri.) (mm)	Écart (%)
3	x	R-R	69,0	413	950	1,0	0,75	4,61	5,10	10,59%
4		E-R			950	0,7	0,75	2,02	2,20	9,04%

Toutes les flèches des poutres en flexion pure sont calculées à l'aide des formules indiquées à la fin du gabarit, selon si la poutre est rotule-rotule ou encastree-rotule :

$$v = \frac{WL^3}{48EI}$$

$$v = \frac{7WL^3}{768EI}$$

Dans la plupart des cas, la flèche mesurée expérimentalement est supérieure à celle calculée théoriquement à cause de la fatigue du matériau.

Cas des charges combinées

Tableau 4 - Résultats des valeurs théoriques et expérimentales pour une poutre-colonne (essais 5)

En compression et flexion									
N° de l'essai	P_{cr} théorique (N)	P_{cr} Essai (N)	C_x Force appliquée (N)	F_{amp} théorique	F_{amp} Essai	Écart (%)	$v _{x=L/2}$ (théo.) (mm)	$v _{x=L/2}$ (expéri.) (mm)	Écart (%)
5	6,36E+02	6,00E+02	300	1,89	1,80	-5,15%	3,82	3,95	3,43%

Le facteur d'amplification théorique peut être calculé à l'aide de l'équation :

$$F_{amp} = \frac{1}{1 - C_x/P_{cr}}$$

Par la suite, il peut être utilisé afin d'obtenir la flèche théorique en chargement combiné flexion-compression $v(x)$ à partir de la flèche en flexion pure $v^*(x)$:

$$v(x) = v^*(x) \times F_{amp}$$

De la même façon, le F_{amp} expérimental peut être obtenu à partir du rapport des flèches en flexion et flexion-compression mesurées expérimentalement.

Norme ACNOR

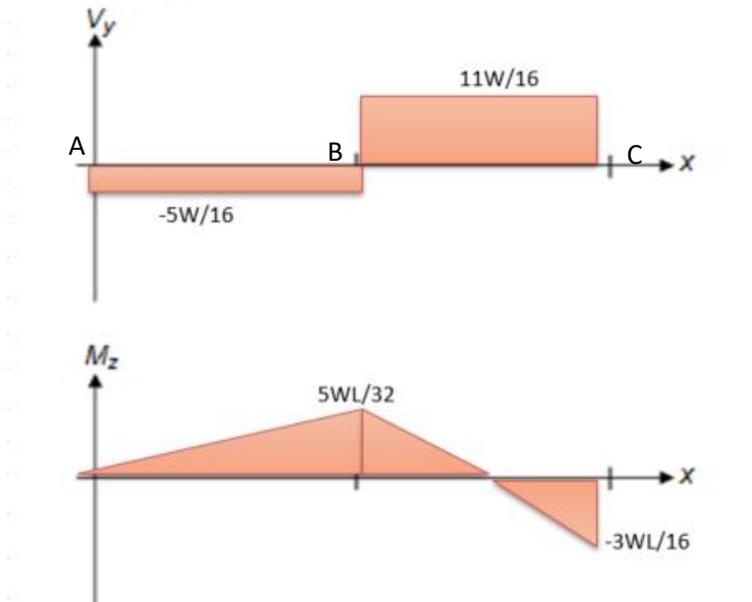
Tableau 5 - Résultats des valeurs théoriques et expérimentales pour une poutre-colonne (essais 5)

Application de la norme ACNOR (utilisez $\phi = \alpha = 1$)

N° de l'essai	C_r (N)	M_{rz} (N.mm)	$M_{z,max}$ (N.mm)	Performance ACNOR (théo.)	Performance ACNOR expérimentale	Écart (%)
5	6,33E+02	2,95E+04	1,31E+03	0,56	0,55	0,78%

Un diagramme des efforts interne permet d'identifier le moment maximal sur la poutre $M_{z,max}$ (au niveau de l'encastrement):

Diagrammes Vy et Mz



Par la suite, $M_{z,max}$ peut être utilisé pour calculer la performance ACNOR :

$$\frac{C}{C_r} + \frac{F_{ampz} M_{z,max}}{M_{rz}} = performance$$

Où C_r et M_{rz} sont calculés à partir des équations fournies dans le syllabus. Si la performance obtenue est inférieure à 1, on considère que la poutre peut résister au chargement qui lui est imposé.

Il y a de nombreuses sources d'erreurs dans ce TP, notamment :

- La fatigue du matériau (très importante ici)
- Les erreurs de mesures des dimensions
- Le placement du potentiomètre par rapport à la poutre (doit être placé perpendiculairement)
- La liaison non-rigide entre le potentiomètre et la poutre en raison de l'élasticité de la gomme
- Le chargement de 75-100N dans les cas de flexion pure, qui dans les fait induit un facteur d'amplification de la flèche