

Travaux Pratiques de Mécanique

Extensométrie par jauges électriques : Poutre à profil triangulaire (MECA1)

P. Royis *

16 février 2005

1 Etude expérimentale

1.1 Opérations préliminaires

Il convient, avant de débiter les mesures, d'effectuer les manipulations préliminaires suivantes :

1. Assurez-vous que le dispositif de chargement soit au contact de la structure.
2. Vérifiez qu'aucun poids ne repose sur le plateau de chargement.
3. Assurez-vous que le dispositif de mesure soit sous tension.
4. Enfoncez le bouton AMP
ZERO et procédez au réglage du zéro électrique.
5. Enfoncez le bouton SET et affichez le facteur de jauge.

Remarque : Bien que les 12 jauges aient des facteurs différents, on affichera un unique facteur pour l'ensemble de celles-ci. On pourra retenir par exemple la valeur entière 2 ou encore, lorsque plusieurs jauges possèdent le même facteur, celle correspondant à la valeur la plus fréquente.

6. Enfoncez le bouton RUN.
7. Sélectionnez successivement chacune des 12 jauges à l'aide du bouton approprié (utilisez le bouton du boîtier principal pour les jauges 1 à 10 et celui du boîtier secondaire pour les jauges 11 et 12) puis effectuez l'équilibrage du pont (mise à zéro) à l'aide du potentiomètre associé à la jauge sélectionnée.
8. Laissez le bouton RUN enfoncé.

1.2 Mesures expérimentales

1. Chargez la structure par paliers de 5 daN jusqu'à atteindre 20 daN et relevez, lors de chaque palier, les mesures correspondant à chacune des 12 jauges en sélectionnant successivement chacune d'elles à l'aide du bouton approprié (utilisez le bouton du boîtier principal pour les jauges 1 à 10 et celui du boîtier secondaire pour les jauges 11 et 12).

Remarque : La distance entre la ligne d'action de la charge appliquée à la structure et l'axe de rotation du bras de chargement est égale au dixième de la distance entre ce même axe et le crochet de suspension du plateau de chargement.

2. Déchargez ensuite la structure par paliers de 5 daN jusqu'à atteindre 0 daN et relevez à nouveau, lors de chaque palier, les mesures correspondant à chacune des 12 jauges.
3. Effectuez les corrections appropriées pour les mesures correspondant aux jauges dont le facteur est différent du facteur affiché (voir l'alinéa 5 de la section 1.1) et reportez les valeurs finales dans le tableau fourni en annexe 4.4 page 7.

Rappel : On a $\frac{\Delta R}{R_0} = K \frac{\Delta l}{l_0}$ avec

- R_0 : résistance de la jauge non déformée
- l_0 : longueur des brins de fils de la jauge non déformée
- ΔR : variation de résistance de la jauge
- Δl : variation de longueur des brins de fils de la jauge
- K : facteur de jauge

1.3 Dépouillement

1. Pour chacune des 12 jauges et sur un même graphique, représentez les variations de la dilatation mesurée en fonction de la charge appliquée.
2. Pour la rosette de 3 jauges à 45 degrés et pour la charge de 20 daN, effectuez le dépouillement (i.e. la détermination du tenseur des déformations, des directions principales de déformation et des déformations principales) de façon algébrique. On tirera pour cela parti des résultats de l'exercice E2.7 du polycopié.
3. Pour la rosette de 3 jauges à 120 degrés et pour la charge de 20 daN, effectuez le dépouillement à l'aide du cercle de Mohr. On tirera cette fois parti des résultats fournis en annexe B.5 du polycopié.
4. Vérifiez les deux dépouillements précédents à l'aide du logiciel "Rosette".

2 Etude théorique

Le coin solide de demi-angle au sommet α représenté sur la figure 1 est encasté à son extrémité droite ($r = R$) et sollicité à son extrémité gauche (point O) par une force P de direction opposée à celle de l'axe Ox_2 . On suppose alors qu'en tout point M du solide le champ tensoriel des contraintes de Cauchy résultant de ce chargement et exprimé dans le repère local ($\vec{e}_r, \vec{e}_\theta, \vec{e}_z$) associé au système de coordonnées cylindriques (r, θ, z) (voir la figure 1) adopte la forme

$$\sigma(M) = \begin{bmatrix} \sigma_{rr} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

où σ_{rr} est une fonction de r et θ que l'on se propose de déterminer.

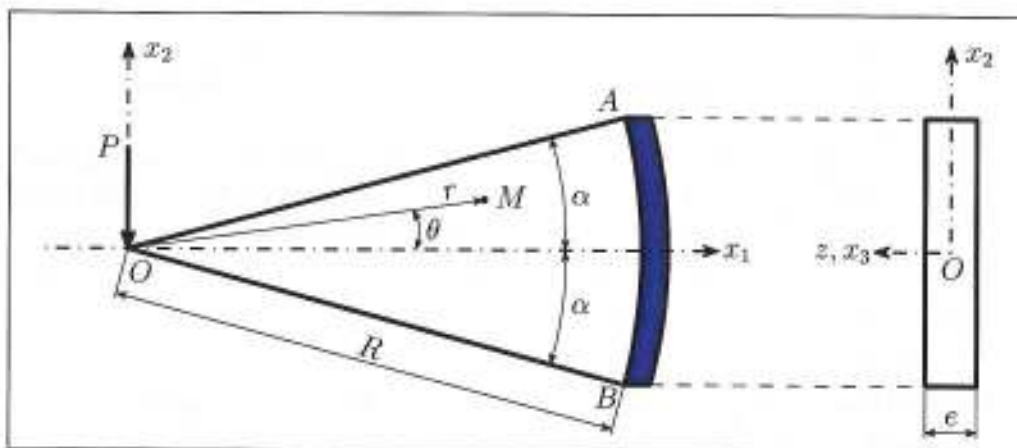


FIG. 1 - Coin élastique

1. Vérifier qu'un tel champ satisfait aux conditions aux limites en contrainte sur les tronçons OA et OB (figure 1) de la frontière du solide.
2. Dédire des équations indéfinies de l'équilibre exprimées en coordonnées cylindriques que $\sigma_{rr} = \frac{f(\theta)}{r}$ où f est une fonction de θ à déterminer.

3. Le solide étant supposé élastique linéaire isotrope, de module d'Young E et de coefficient de Poisson $\nu > 0$, on admettra que la solution obtenue pour $\nu = 0$ (voir l'exercice E4.2 du polycopié) reste valable et que l'on a donc $f(\theta) = C \sin \theta$. Justifier la nature impaire de la fonction f puis déterminer la constante C en écrivant l'équilibre d'une portion du solide convenablement choisie.
4. Donner l'expression du tenseur linéarisé des petites déformations ε relativement au repère local $(\vec{e}_r, \vec{e}_\theta, \vec{e}_z)$ associé au système de coordonnées cylindriques (r, θ, z) .

3 Analyse et synthèse

1. Après avoir observé les variations des dilatations mesurées par chacune des 12 jauges en fonction de la charge appliquée, décrivez qualitativement le comportement de la structure puis justifiez vos observations par des arguments physiques pertinents. Justifiez ensuite les signes des dilatations mesurées par les jauges 7 à 12. Quels commentaires vous inspirent notamment celles relatives aux jauges 11 et 12? Enfin, quelle explication donnez-vous aux écarts observés entre les mesures en charge et en décharge d'une même jauge?
2. Pour la charge de 20 daN et pour les jauges simples 7, 9, 11 et 12 (resp^t 8 et 10), comparez les valeurs expérimentales et théoriques de la déformation principale ε_{rr} (resp^t ε_{zz})
3. Des dilatations mesurées par les jauges 7 et 8 déduire une valeur expérimentale du coefficient de Poisson puis comparer cette dernière à la valeur donnée en annexe 4.1 page 5. Reprendre ensuite cette question pour les jauges 9 et 10.
4. Pour la charge de 20 daN et pour chacune des deux rosettes de 3 jauges, comparez les valeurs expérimentales et théoriques des déformations principales ε_{rr} et $\varepsilon_{\theta\theta}$ puis confrontez les déterminations expérimentales des directions principales de déformation à leurs prédictions théoriques. Commentez et justifiez quantitativement les écarts constatés.

Indication : Après avoir observé avec précision la position de chacune des jauges sur la structure, on s'interrogera tout d'abord sur la variabilité des dilatations en fonction des coordonnées polaires r et θ . On pourra ensuite, sur la base d'hypothèses simples que l'on justifiera, réajuster les mesures expérimentales. On tirera avantageusement parti, pour ce dernier point, du logiciel "Rosette".

4 Annexes

4.1 Constantes élastiques du matériau

TAB. 1 – Constantes élastiques du matériau

E (MPa)	ν
75000	0.33

4.2 Position des jauges sur la structure

