

## Exercice 9

## Influence de la résistance transversale des jauges d'extensométrie

### ÉNONCÉ

#### I. ÉTUDE D'UN BRIN D'UNE JAUGE D'EXTENSOMÉTRIE

On considère un fil cylindrique, rectiligne, de longueur  $l$ , de section  $s = 10^{-2} \text{ mm}^2$ , de résistance  $r$  égale au repos à  $R = 10 \ \Omega$ , dont le matériau est de module d'Young  $E = 1,6 \cdot 10^{11} \text{ N.m}^{-2}$  et de coefficient de Poisson  $\nu = 0,3$ .

Ce fil est placé dans un pont de Wheatstone alimenté par une source de courant parfaite,  $I_g = 10 \text{ mA}$  (voir figure 9.1).

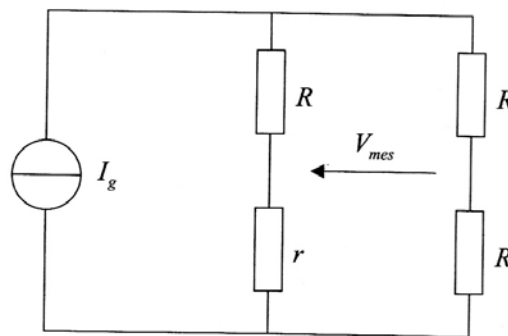


Figure 9.1 Circuit de conditionnement

À l'équilibre mécanique, le fil n'étant soumis à aucune contrainte, les quatre résistances du pont sont égales et le pont est équilibré.

- 1) On soumet le fil à une force de traction  $F = 4 \text{ N}$  dans le sens de sa longueur. Déterminer la contrainte appliquée  $\sigma$ .
- 2) Sachant que la limite élastique du matériau utilisé est  $\sigma_l = 2 \cdot 10^9 \text{ N.m}^{-2}$ , vérifier que la contrainte subie par le fil demeure dans le domaine élastique.
- 3) Calculer la variation relative  $\Delta l/l$  de la longueur du fil.
- 4) Établir l'expression de la tension de mesure différentielle du pont,  $V_{mes}$ , en fonction de  $I_g$ ,  $R$  et  $r$ , nouvelle valeur de la résistance du fil.
- 5) Sachant que cette tension de déséquilibre du pont est de  $0,13 \text{ mV}$  lorsqu'on applique la force de traction  $F$  au fil, calculer la variation relative  $\Delta R/R$  de la résistance de ce dernier.
- 6) En déduire le coefficient de jauge  $K$  du fil.

## II. RÉALISATION DE LA JAUGE

On réalise une jauge d'extensométrie (voir schéma figure 9.2) avec du fil du type précédent et on se propose de calculer son coefficient de jauge  $K_j$  en fonction du coefficient de jauge  $K$  du brin étudié précédemment.

La jauge est constituée de  $n$  brins longitudinaux de longueur  $l$  et de brins transversaux de longueur totale  $a$ .

- 1) En l'absence de contrainte donner les expressions de la résistance longitudinale  $R_l$  (celle des brins longitudinaux), la résistance transversale  $R_t$  (celle des brins transversaux) et la résistance totale  $R_j$ .
- 2) La jauge est parfaitement collée sur une barre cylindrique parallèlement à l'axe de celle-ci (voir figure 9.3). La barre, constituant le corps d'épreuve, est de longueur au repos  $L$ , de module d'Young  $E_0$  et de coefficient de Poisson  $\nu_0$ . Elle est soumise selon son axe à une contrainte  $\sigma_0$  inférieure à la limite élastique.

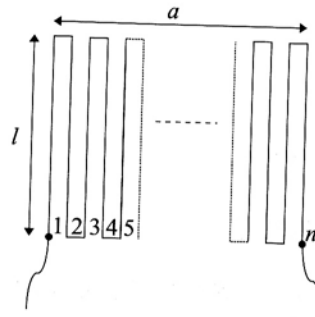


Figure 9.2 Jauge d'extensométrie

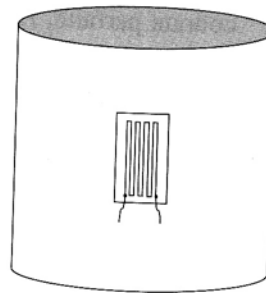


Figure 9.3 Le corps d'épreuve équipé de la jauge

Calculer en fonction de  $K$ ,  $n$ ,  $a$ ,  $l$ ,  $\sigma_0$ ,  $E_0$  et  $\nu_0$ , la variation relative de  $R_l$ , la variation relative de  $R_t$  et en déduire la variation relative de  $R_j$ .

3) Établir l'expression du coefficient de jauge  $K_j = (\Delta R_j / R_j) / (\Delta L / L)$  de la jauge en fonction de  $K$ ,  $n$ ,  $a$ ,  $l$ , et  $\nu_0$ .

4) On pose  $\alpha = R_t / R_l$ . Donner l'expression approchée de  $K_j$  dans le cas où  $\alpha$  est petit.

5) La jauge est utilisée sur deux supports métalliques différents : un acier de coefficient de Poisson  $\nu_1 = 0,28$  et un alliage d'aluminium de coefficient de Poisson  $\nu_2 = 0,35$  ; les facteurs de jauge étant respectivement  $K_{j1}$  et  $K_{j2}$ .

Calculer l'écart relatif  $\delta K / K = |K_{j1} - K_{j2}| / K$  sur le coefficient de jauge.

6) Déterminer les valeurs maximales de  $\alpha$  compatibles avec un écart relatif  $\delta K / K < 10^{-2}$  puis  $\delta K / K < 10^{-3}$ .

7) Comment réduire pratiquement le rapport  $\alpha = R_t / R_l$  ?

Les conditions de la question précédente sont-elles rédhibitoires compte tenu du fil utilisé ? On étudiera, par exemple, la possibilité de réaliser une jauge carrée de 3 mm de côté.