

ANNEXE A : METHODE DE MESURE DES DEFORMATIONS

ANNEXE A : METHODES DE MESURE DES DEFORMATIONS

EXTENSOMETRIE

1. Extensomètres mécaniques

Les extensomètres mécaniques permettent de mesurer les variations de distance entre deux points appartenant à la surface d'une structure. Leur particularité la plus intéressante réside dans leur mobilité. Ils ne sont pas liés à la structure, mais simplement appliqués le temps de la mesure.

Avec le même appareil, il est possible de relever successivement les variations de longueur entre plusieurs couples de points préalablement choisis.

Si la distance L entre deux points A et B, appelée *base de mesure*, est choisie suffisamment petite, la variation de longueur ΔL relevée grâce à un extensomètre mécanique, permet d'évaluer approximativement la dilatation dans la direction AB. Soit :

$$\epsilon_{AB} = \frac{\Delta L}{L}$$

2. Jauges d'extensométrie ou jauges électriques

2.1. Principe de fonctionnement d'une jauge

Si on considère un fil conducteur de longueur L et de section S , et que l'on soumet à une traction. Sous l'effet de la charge, il s'allonge alors que sa section diminue.

Si ϵ est l'allongement relatif ($\epsilon = \Delta L/L$), le diamètre subit une diminution relative. Soit ν le coefficient de Poisson ($\nu = \frac{\Delta r/r}{\Delta L/L}$), il avoisine 0,3 pour la plupart des métaux.

La résistance d'un fil conducteur est égale à :

$$R = \frac{\rho \times L}{S}$$

Où,

ρ : résistivité

L : longueur

S : section

Par dérivation logarithmique, et en confondant les faibles variations de grandeur avec les différentielles mathématiques, on peut écrire :

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + \frac{\Delta L}{L} - \frac{\Delta S}{S}$$

Et, en tenant compte des remarques précédentes, on obtient :

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + \frac{\Delta L}{L} (1 + 2\nu)$$

Par ailleurs, si dans une première approximation, on admet que la résistivité ρ est constante, la relation précédente devient (si $\nu = 0,3$) :

$$\frac{\Delta R}{R} = 1,6 \frac{\Delta L}{L}$$

La variation relative de la résistivité peut s'écrire sous la forme suivante :

$$\Delta R/R = K \times \Delta L/L$$

K est appelé *facteur de jauge*. Sa valeur dépend des métaux utilisés.

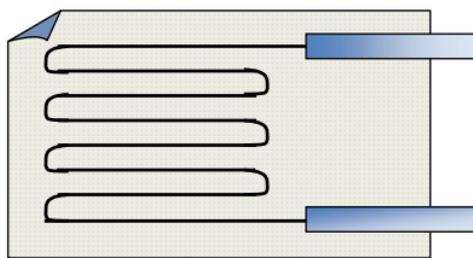
Le facteur K du matériau étant connu, il suffit de mesurer la variation de la résistance subie par le fil conducteur de longueur L collé à un élément donné pour évaluer la dilatation de celui-ci dans la direction du fil.

Le fil doit être parfaitement collé à la structure pour épouser parfaitement ses déformations.

2.2. Utilisation des jauges

Elles servent à mesurer les déformations d'un élément donné afin d'en calculer les contraintes en utilisant les lois connues de l'élasticité ou de plasticité.

La jauge la plus simple est constituée d'un fil, souvent en constantan (alliage de cuivre et de nickel avec une résistance électrique indépendante de la température), collée en zigzag sur un support très mince.

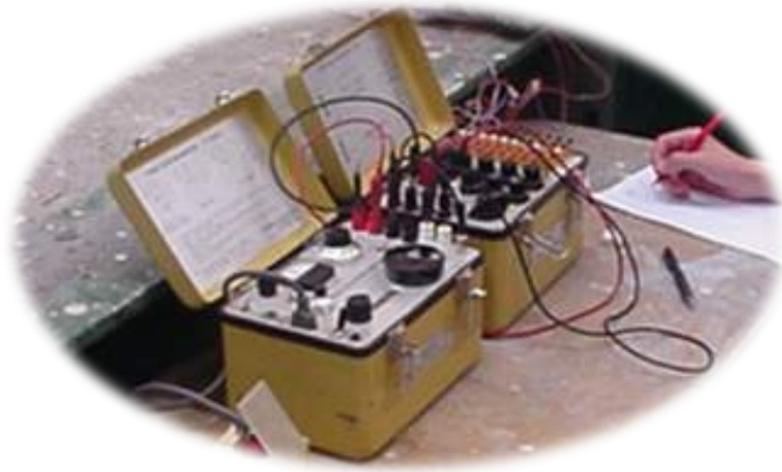


Jauge électrique

Ces jauges sont collées sur l'éprouvette à étudier à des endroits bien précis.

Aussi, lorsqu'une éprouvette est soumise à une certaine sollicitation, elle se déforme. La jauge suit cette déformation dans la direction de la plus grande longueur de ses fils.

Les jauges sont branchées à un pont d'extensométrie dit *pont de Wheatstone* sous tension. Grâce à cette tension, un courant circule dans le fil de la jauge.



Pont d'extensométrie ou pont de Wheatstone

Si l'éprouvette subit une déformation, le fil en subit une aussi, soit ΔL cette déformation. Sa résistance électrique ΔR varie ainsi que la valeur lue sur le pont.

On peut donc relier cette différence de valeur entre les deux états à la déformation ε subie par l'éprouvette suivant la relation :

$$\Delta R/R = K \times \Delta L/L = K \times \varepsilon$$

Où :

ΔR : variation de résistance de la jauge

R : résistance initiale de la jauge

ΔL : variation de la longueur de la jauge

L : longueur initiale de la jauge

K : facteur de jauge (fonction du type de jauge)

Remarques

1) Dans le cas d'un câblage en quart de pont, une seule jauge est câblée sur le pont : $\varepsilon = V_L$

2) Dans le cas d'un câblage demi-pont, deux jauges sont câblées sur le pont et subissent la même déformation : $\varepsilon = V_L/2$, où :

V_L : valeur lue sur le pont d'extensométrie

ε : déformation en $\mu\text{m}/\text{m}$

3) Une jauge unidirectionnelle ne permet pas de déterminer complètement l'état de déformation en un point. On peut alors coller au même point plusieurs jauges unidirectionnelles avec des orientations différentes, ou encore utiliser ce que l'on appelle une *rosette*.

4) Une jauge utilisée, une fois collée, permet d'exécuter un nombre indéfini d'expérience avec des modes de chargement différents, mais elle ne peut pas être récupérée.

2.3. Comment lire la déformation sur le pont ?

On procède de la façon suivante :

- 1) Régler le facteur de jauge (par exemple, $K = 2,02$) sur le pont d'extensométrie.
 - Commuter le bouton facteur de jauge.
 - Choisir la gamme de valeur à l'aide du contacteur *facteur de jauge* à gauche.
 - Agir sur le potentiomètre *facteur de jauge* pour lire 2020 sur le pont.

- 2) Appuyer sur le bouton MARCHE/ARRET

- 3) Mettre à zéro les jauges
 - Commuter le bouton *Mesure* (vert)
 - Sur le boîtier de partage :
 - a. Sélectionner la jauge 1 et régler le zéro avec *Balance 1*.
 - b. Sélectionner la jauge 2 et régler avec *Balance 2*.
 - c. Etc.

- 4) Appliquer le chargement.

- 5) Relever la valeur de la déformation (en $\mu\text{m/m}$) de chaque jauge en les sélectionnant une à une.