

Centre des Métiers d'Education et de Formation
Casablanca- Settati
Annexe Provinciale de Settati

Cycle de préparation au concours d'agrégation
Sciences Industrielles de l'Ingénieur SII
Ingénierie Mécanique

TRAVAUX PRATIQUES

APPAREIL D'ETUDE DE JAUGES DE DEFORMATIONS (SM1009)

Encadrement des épreuves d'admission du concours externe.
Exploitation pédagogique d'une activité pratique relative à
l'approche spécialisée d'un système pluritechnique

M'hammed EL ALLAMI
m.elallami@gmail.com

Table des matières

Table des matières	1
Chapitre 1 APPAREIL D'ETUDE DES JAUGES DE DEFORMATIONS (SM1009).....	3
1.1 Présentation	3
1.2 Jauges de déformation	3
1.3 Sensibilité de la jauge.....	3
1.4 Facteur de jauge	3
1.5 Circuit de base : Pont de Wheatstone	4
1.6 Équation du pont de jauges	4
1.7 Influence de la température	4
1.8 Pont de Wheatstone : différents montages	5
1.9 Comparaison des différents montages.....	6
Chapitre 2 MONTAGE DE FLEXION.....	7
2.1 OBJECTIFS DE LA MESURE.....	7
2.2 TENSEURS DE CONTRAINTES ET DE DEFORMATIONS	8
2.3 CALCUL THEORIQUE	8
2.4 ACTIVITE PRATIQUE.....	8
2.5 Manipulations possibles	9
Chapitre 3 MONTAGE DE TORSION	14
3.1 OBJECTIFS DE LA MESURE.....	14
3.2 TENSEURS DE CONTRAINTES ET DE DEFORMATIONS	15
3.3 CALCUL THEORIQUE	15
3.4 ACTIVITE PRATIQUE.....	15
3.5 Manipulations possibles	16
Chapitre 4 MONTAGE DE TRACTION	21
4.1 OBJECTIFS DE LA MESURE.....	21
4.2 Tenseur de contraintes et de déformations	22

4.3	CALCUL THEORIQUE	22
4.4	ACTIVITE PRATIQUE.....	22
4.5	Manipulations possibles	23

Chapitre 1

APPAREIL D'ETUDE DES JAUGES DE DEFORMATIONS (SM1009)

1.1 Présentation

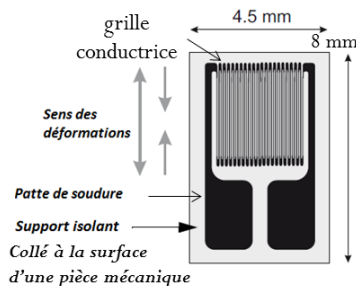
C'est un appareil livré avec différents arrangements de jauges pour les sollicitations de traction compression, de torsion et de flexion.

Il est muni d'un pont d'extensométrie numérique pour l'affichage de la sortie en tension du pont de jauges et le calcul automatique de la déformation.

Le banc SM1009 permet aux étudiants :

- De comprendre le fonctionnement des jauges de déformation et comment les utiliser correctement.
- De montrer comment réaliser les mesures de déformation de différentes façons, et de les comparer aux déformations théoriques,

1.2 Jauges de déformation



On colle une jauge à la surface d'une pièce mécanique :

- La jauge va s'allonger (+) ou se comprimer (-)
- Sa résistance électrique change légèrement.
- Ce changement de résistance est directement proportionnel au déplacement (déformation).

Une rosette est un ensemble de deux jauges ou plus fixées sur le même support. Utilisée lorsqu'on souhaite obtenir avec une seule mesure, les déformations dans plus d'une direction.

1.3 Sensibilité de la jauge

C'est la sensibilité du matériau de la jauge en fonction de la déformation.

$$S_A = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} = \frac{\Delta R/R}{\varepsilon_A} \quad 01$$

S_A doit être constante ou encore $\Delta R/R$ (ou le signal électrique) doit être une fonction linéaire de la déformation.

1.4 Facteur de jauge

La résistance électrique de la jauge de déformation :

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad 02$$

R est la résistance (en ohms), ρ est la résistivité (en ohms par mètre), L est la longueur (en mètres) et A est la section droite (en mètres carrés).

Si on fait la différentielle de l'équation (02), on obtient :

$$\frac{dR}{R} = K\varepsilon \quad \text{Avec :} \quad K = C(1 - 2\nu) + (1 + 2\nu) \quad 03$$

k est le facteur de jauge ou encore sensibilité du matériau. C'est une constante qui dépend du matériau de la jauge, elle relie la déformation de la jauge ε au changement de sa résistance R.

1.5 Circuit de base : Pont de Wheatstone

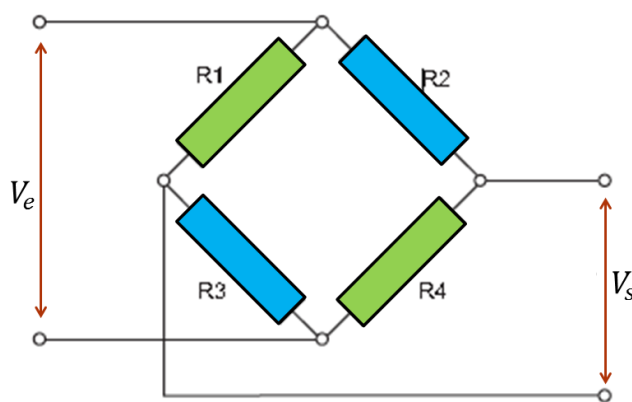


Figure 1 – Pont de Wheatstone.

C'est le circuit le mieux adapté pour la mesure de petites variations électriques.

Il est constitué de quatre résistances identiques connectées entre elles selon une forme en losange.

La tension en sortie V_s est exprimée en fonction de la tension en entrée V_e et les quatre résistances selon la relation suivante :

$$V_s = V_e \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_3}{R_3 + R_4} \right) \quad 04$$

1.6 Équation du pont de jauges

Le pont est dit en équilibre si $V_s=0$, alors : $R_1 R_4 = R_2 R_3$

Si les quatre résistances varient et le pont est équilibré, on obtient alors :

$$\frac{dV_s}{V_e} = \frac{1}{4R} (dR_1 - dR_2 - dR_3 + dR_4) \quad 05$$

L'équation (05) peut être écrite en introduisant les déformations équation (Erreur ! Source du r envoi introuvable.03) :

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3 + \varepsilon_4 = \frac{V_s}{V_e} \frac{4}{K} \quad \text{Ou encore si les N jauges se déforment de la même quantité } \varepsilon : \quad \varepsilon = \frac{V_s}{V_e} \frac{4}{KN} \quad 06$$

ε est la déformation, V_s est la tension de sortie mesurée à travers le pont, V_e est la tension d'entrée imposé au pont, K est le facteur de jauge, N est le nombre de jauges connectées.

La tension est multipliée par 10^6 pour donner un résultat en (micro déformation) (déformation $\times 10^{-6}$)

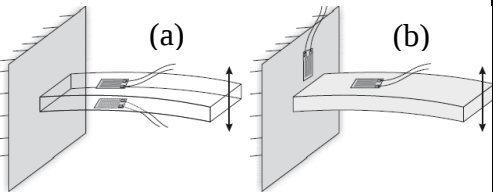
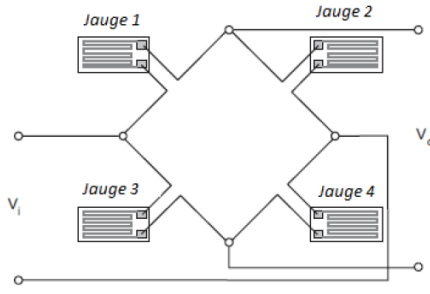
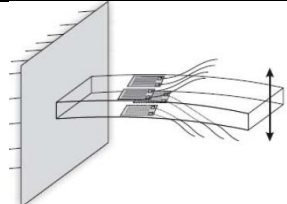
1.7 Influence de la température

Une jauge de déformation est une résistance :

- Elle s'échauffe légèrement quand elle est raccordée à un circuit électrique.
- Sa résistance change légèrement si sa température augmente. Ceci signifie que la mesure ne sera pas correcte tant que sa température ne sera pas stabilisée. Il faut laisser au minimum une minute aux jauges de l'appareil pour s'échauffer avant de faire le zéro.

1.8 Pont de Wheatstone : différents montages

Montage	Caractéristiques	Schémas
Quart de pont	• Une seule résistance varie. • V_s n'est pas linéaire, mais elle donnera de bons résultats pour de faibles variations de la résistance. • Montage simple sans compensation de température.	Résistance des jauges = $\uparrow$ Tension = $\uparrow$ (Plus positive) Résistance des jauges = $\downarrow$ Tension = $\downarrow$ (Plus négative)
	Exemple de mesure : la jauge mesure la déformation (en traction ou en compression) sur une pièce en charge.	
Demi-pont (bras opposés)	• Si les résistances positives varient de la même valeur, V_s est deux fois plus importante que pour une seule jauge. • Sensibilité deux fois plus grande, • V_s n'est pas linéaire, mais elle donnera de bons résultats pour de faibles variations de résistance.	Résistance de la jauge = $\uparrow$ X 2 Tension = $\uparrow$ X 2 (+Ve) Résistance de la jauge = $\downarrow$ X 2 Tension = $\downarrow$ X 2 (-Ve)
	Exemple de mesure : Deux jauges mesurent la même déformation (en traction ou en compression) sur la même zone d'une pièce.	
Demi-pont (bras adjacents)	• Si les résistances négatives varient de la même valeur, V_s est deux fois plus importante que pour une seule jauge. • Sensibilité deux fois plus grande, • V_s est presque linéaire. • Compensation en température.	Jauge 1 en compression et jauge 2 en traction OU Jauge 1 en traction et jauge 2 en compression

	Exemple de mesure : (a) : Une jauge mesure la déformation de compression et l'autre la déformation en traction. (b) : L'une des jauges mesurera la déformation et l'autre est pour la compensation en température.	
Pont complet	• Quatre résistances varient. • V_s est linéaire. • V_s est quatre fois plus importante que dans le cas d'une seule jauge. • Sensibilité quatre fois plus grande que dans le cas d'une seule jauge. • Compensation en température. Exemple de mesure : Les jauges positives mesurent la déformation en traction tandis que les jauges négatives mesurent la même déformation en compression ou inversement.	<i>Jauges 1 et 4 en compression et Jauges 2 et 3 en traction OU Jauges 1 et 4 en traction et Jauges 2 et 3 en compression</i>  

1.9 Comparaison des différents montages

Type de montage	Sensibilité mV/V à 1000 $\mu\epsilon$
Quart de pont	0,5
Demi- pont avec jauges opposées pour une mesure en traction et une mesure en compression.	1,0
Demi- pont avec compensation en température.	0,5
Pont complet avec deux mesures en traction et deux mesures en compression	2,0
Pont complet avec compensation en température	1,0

Tableau 1 : Comparaison des différents montages de pont

Chapitre 2

MONTAGE DE FLEXION

2.1 OBJECTIFS DE LA MESURE

Sur la poutre rectangulaire du banc, on désire :

- Faire la mesure par jauges de contraintes, de la déformation de longitudinale ε suivant l'axe (OX) aux point P et P' d'abscisse a et d'ordonnées h et $-h/2$,
- Déterminez le module de Young E du matériau,
- Comparer aux valeurs théoriques.

La section droite S de la pièce est de hauteur h et admet GZ comme axe de symétrie.

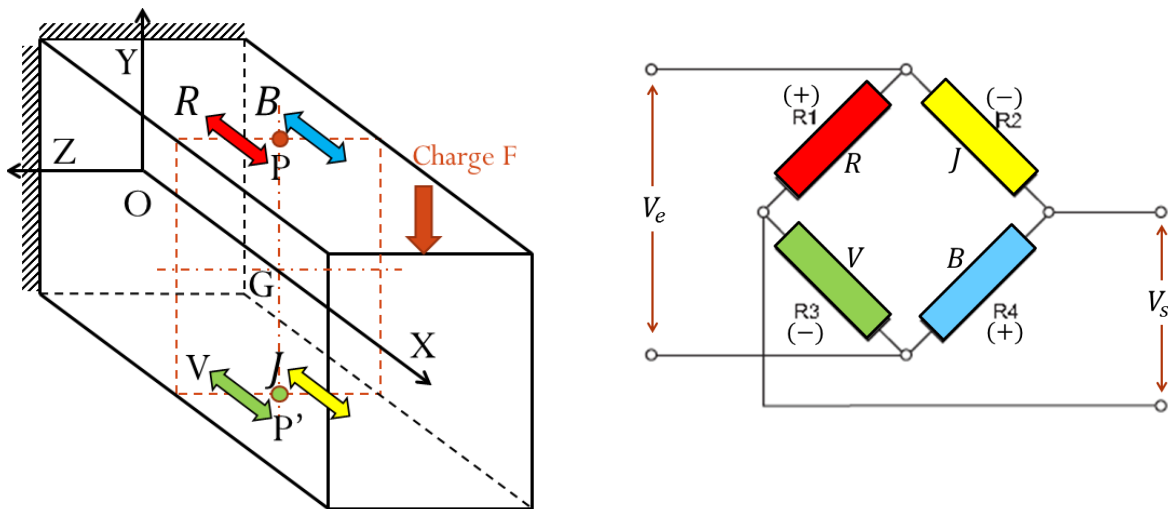


Figure 2 –Montage de flexion : mesure de déformations par jauges de contraintes.

Ce montage utilise quatre jauges de même orientation :

- 2 sur la face supérieure (Rouge, Bleue).
- 2 sur la face inférieure (vert, Jaune)

2.2 TENSEURS DE CONTRAINTES ET DE DEFORMATIONS

Tenseur de contraintes	Moment quadratique	Moment de flexion en P
$\bar{\sigma}(M) = \begin{pmatrix} \sigma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}_{(x,y,z)}$	$I_{Gz} = \frac{bh^3}{12}$	$M_{fz}(P) = F(L - x)$
	Contrainte en P	Déformations de traction et de compression
	$\sigma(P) = -\frac{M_{fz}(P) h}{I_{Gz} 2}$	$\varepsilon(P) = -\varepsilon(P') = \frac{\sigma(P)}{E}$

2.3 CALCUL THEORIQUE

Connaissant la charge appliquée, le module d'élasticité longitudinal E et les caractéristiques de la section de la poutre :

- Calculer le moment quadratique I_{Gz} de la poutre.
- Calculer le moment fléchissant M_{fz} , et la valeur théorique de la contrainte $\sigma(P)$.
- Calculer la déformation théorique $\varepsilon(P)$ au point de mesure.

2.4 ACTIVITE PRATIQUE

- La mesure utilise quatre jauges (R, V, B, J) orientées dans le sens (OX) de traction ou de compression.
- Sur le point P d'ordonnées $h/2$, sont collées les jauges (R) et (B) qui seront les résistances positives du pont (R1 et R4) et mesureront la déformation de traction ε .
- Sur le point P', d'ordonnées $-h/2$, sont collées les jauges (V) et (J) qui seront les résistances négatives du pont (R2 et R3) et mesureront la déformation de compression $-\varepsilon$.

2.5 Manipulations possibles

PONT	N	R +	R -	Remarques	Mesure de ε
Quart de pont (1)	1	R1		$\varepsilon_1 = \varepsilon$	$\varepsilon = \frac{V_s}{V_e} \frac{4}{K(N=1)}$
Demi pont R opposées (2)	2	R1, R4		$\varepsilon_1 = \varepsilon_4 = \varepsilon$ Vs (2) est le double de Vs (1). Sensibilité deux fois plus grande.	$\varepsilon = \frac{V_s}{V_e} \frac{4}{K(N=2)}$
Demi pont R adjacentes (2')	2	R1	R2	$\varepsilon_1 = -\varepsilon_2 = \varepsilon$ Sensibilité deux fois plus grande. Vs (2') est le double de Vs (1). Vs est presque linéaire. Compensation en température	$\varepsilon = \frac{V_s}{V_e} \frac{4}{K(N=2)}$
Pont complet (4)	4	R1, R4	R2, R3	$\varepsilon_1 = \varepsilon_4 = -\varepsilon_2 - \varepsilon_3 = \varepsilon$ Vs (4) est le quadruple de Vs (1). Vs est linéaire. Sensibilité quatre fois plus grande. Compensation en température	$\varepsilon = \frac{V_s}{V_e} \frac{4}{K(N=4)}$

TP1 : MONTAGE DE FLEXION En Quart de pont N=1

N.B : Utiliser la jauge Rouge sur la face supérieure

Réaliser le montage en flexion puis remplir le Tableau 1

Dimensions de poutre : Module de Young E : Moment d'inertie I :			Configuration du pont : Quart de pont Facteur de jauge : Position de la charge : 420 mm			
Charge (g)	Force (N)	Déformation mesurée ϵ_{EX} ($\mu\epsilon$)	Tension mesurée V_s (μV)	Moment de flexion calculé M_f (Nm)	Contrainte calculée σ_{TH} (MPa)	Déformation calculée ϵ_{TH} ($\mu\epsilon$)
0						
50						
100						
...						
...						
500						

Tableau 1. Tableau de résultats flexion- TP1

N.B : La charge à appliquer est de 50g à 500g en ajoutant à chaque fois 50g.

ANALYSE DES RESULTATS

- Comparer les déformations mesurées aux déformations calculées.
- Créez un graphique de la contrainte calculée (théorique) en fonction de la déformation mesurée. Déterminez la pente de la courbe et comparez-la au module de Young E du matériau de votre poutre.

TP2 : MONTAGE DE FLEXION En Demi pont R opposées N=2

N.B : Utiliser les 2 jauges sur la face supérieure (Rouge, Bleue).

Réaliser le montage en flexion puis remplir le Tableau 2

Dimensions de poutre : Module de Young E : Moment d'inertie I :			Configuration du pont : Demi pont R opposées Facteur de jauge : Position de la charge : 420 mm			
Charge (g)	Force (N)	Déformation mesurée ϵ_{EX} ($\mu\epsilon$)	Tension mesurée V_s (μV)	Moment de flexion calculé M_f (Nm)	Contrainte calculée σ_{TH} (MPa)	Déformation calculée ϵ_{TH} ($\mu\epsilon$)
0						
50						
100						
...						
...						
500						

Tableau 2. Tableau de résultats flexion TP2

N.B : La charge à appliquer est de 50g à 500g en ajoutant à chaque fois 50g.

ANALYSE DES RESULTATS

- Comparer les déformations mesurées aux déformations calculées.
- Créez un graphique de la contrainte calculée (théorique) en fonction de la déformation mesurée. Déterminez la pente de la courbe et comparez-la au module de Young E du matériau de votre poutre.

TP3 : MONTAGE DE FLEXION

En Demi pont R adjacentes N=2

N.B : Utiliser les 2 jauges : la Rouge Sur la face supérieure et la verte Sur la face inférieure

Réaliser le montage en flexion puis remplir le Tableau 4

Dimensions de poutre :			Configuration du pont : Demi pont R adjacentes			
Module de Young E :			Facteur de jauge :			
Moment d'inertie I :			Position de la charge : 420 mm			
Charge (g)	Force (N)	Déformation mesurée ϵ_{EX} ($\mu\epsilon$)	Tension mesurée V_s (μV)	Moment de flexion calculé M_f (Nm)	Contrainte calculée σ_{TH} (MPa)	Déformation calculée ϵ_{TH} ($\mu\epsilon$)
0						
50						
100						
...						
...						
500						

Tableau 3. Tableau de résultats flexion TP3

N.B : La charge à appliquer est de 50g à 500g en ajoutant à chaque fois 50g.

ANALYSE DES RESULTATS

- Comparer les déformations mesurées aux déformations calculées.
- Créez un graphique de la contrainte calculée (théorique) en fonction de la déformation mesurée. Déterminez la pente de la courbe et comparez-la au module de Young E du matériau de votre poutre.

TP4 : MONTAGE DE FLEXION

En pont complet N=4

N.B : Utiliser les 4 jauges sur les deux faces supérieure et inférieure.

Réaliser le montage en flexion puis remplir le Tableau 4

Dimensions de poutre : Module de Young E : Moment d'inertie I :			Configuration du pont : Pont complet Facteur de jauge : Position de la charge : 420 mm			
Charge (g)	Force (N)	Déformation mesurée ϵ_{EX} ($\mu\epsilon$)	Tension mesurée V_s (μV)	Moment de flexion calculé M_f (Nm)	Contrainte calculée σ_{TH} (MPa)	Déformation calculée ϵ_{TH} ($\mu\epsilon$)
0						
50						
100						
...						
...						
500						

Tableau 4. Tableau de résultats flexion TP4

N.B : La charge à appliquer est de 50g à 500g en ajoutant à chaque fois 50g.

ANALYSE DES RESULTATS

- Comparer les déformations mesurées aux déformations calculées.
- Créez un graphique de la contrainte calculée (théorique) en fonction de la déformation mesurée. Déterminez la pente de la courbe et comparez-la au module de Young E du matériau de votre poutre.
- Comparer les résultats obtenus en pont complet avec ceux obtenus avec le quart de pont et les demis ponts puis conclure.
- .

Chapitre 3

MONTAGE DE TORSION

3.1 OBJECTIFS DE LA MESURE

Sur la poutre de section circulaire pleine de rayon R du banc, on désire :

- Faire la mesure par jauges de contraintes, de la déformation de torsion (distorsion γ),
- Comparer à la valeur théorique calculée.

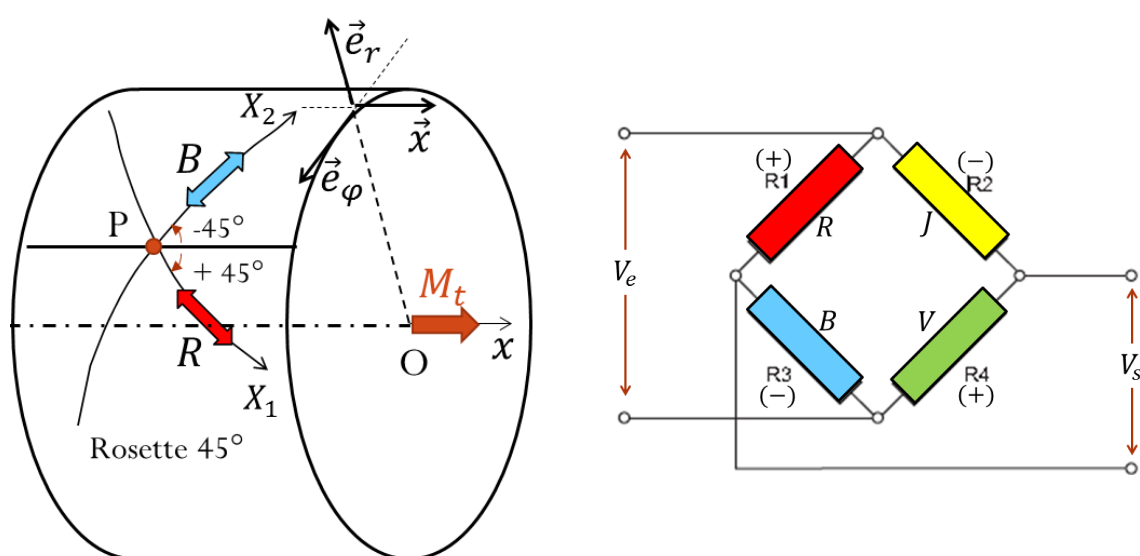


Figure 3 –Montage de torsion : mesure de déformations par jauges de contraintes.

- Ce montage utilise deux diamétralement opposées.
- Chaque rosette est composée de deux jauges d'orientation $+45^\circ$ et -45° .

3.2 TENSEURS DE CONTRAINTES ET DE DEFORMATIONS

$$\begin{array}{ll}
 \text{Repère cylindrique } R(\vec{e}_r, \vec{e}_\varphi, \vec{x}) & \text{Repère principal } R(\vec{X}_1, \vec{X}_2, \vec{e}_r) \\
 \bar{\sigma}(MP) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \tau \\ 0 & \tau & 0 \end{pmatrix}_{(\vec{e}_r, \vec{e}_\varphi, \vec{x})} & \bar{\sigma} = \begin{pmatrix} \tau_1 = \tau & 0 & 0 \\ 0 & \tau_2 = -\tau & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}_{(\vec{X}_1, \vec{X}_2, \vec{e}_r)} \\
 \bar{\varepsilon}(P) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_{x\varphi} = \frac{\gamma}{2} \\ 0 & \varepsilon_{x\varphi} = \frac{\gamma}{2} & 0 \end{pmatrix}_{(\vec{e}_r, \vec{e}_\varphi, \vec{x})} & \bar{\varepsilon} = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 = \frac{\gamma}{2} & 0 & 0 \\ 0 & \varepsilon_2 = -\frac{\gamma}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}_{(\vec{X}_1, \vec{X}_2, \vec{e}_r)} \\
 \varepsilon = \varepsilon_1 = -\varepsilon_2 = \frac{\gamma}{2} = \frac{\tau}{2G} = \frac{M_t}{2G \left(\frac{I_G}{R} \right)} &
 \end{array}$$

N.B : X_1 et X_2 sont les fibres hélicoïdales inclinées à $\pm 45^\circ$ par rapport aux génératrices du cylindre.

3.3 CALCUL THEORIQUE

Connaissant la charge appliquée, le module d'élasticité transversale G et les caractéristiques de la section de la poutre :

- Calculez le moment de torsion appliqué M_t .
- Calculez le moment quadratique polaire de la section de la poutre.
- Calculer les valeurs théoriques de la contrainte de cisaillement τ , des déformation normales (ε) et de la distorsion γ .

3.4 ACTIVITE PRATIQUE

- La mesure utilise deux rosettes 45° : une rosette composée des jauges (R et B) sur le point P et une rosette composée des jauges (V et J) sur le point P' diamétralement opposés à P.
- Les jauges (R) et (V) orientée dans la direction X_1 de traction seront les résistances positives du pont (R1 et R4) et mesureront la déformation de traction ε .
- Les jauges (B) et (J) orientée dans la direction X_2 de compression seront les résistances négatives du pont (R3 et R2) et mesureront la déformation de compression $-\varepsilon$.

3.5 Manipulations possibles

PONT	N	R +	R -	Remarques	Mesure de ε
Quart de pont (1)	1	R1		$\varepsilon_1 = \varepsilon$	$\varepsilon = \frac{V_s}{V_e} \frac{4}{K(N=1)}$
Demi pont R opposées (2)	2	R1, R4		$\varepsilon_1 = \varepsilon_4 = \varepsilon$ Vs (2) est le double de Vs (1). Sensibilité deux fois plus grande.	$\varepsilon = \frac{V_s}{V_e} \frac{4}{K(N=2)}$
Demi pont R adjacentes (2')	2	R1	R2	$\varepsilon_1 = -\varepsilon_2 = \varepsilon$ Sensibilité deux fois plus grande. Vs (2') est le double de Vs (1). Vs est presque linéaire. Compensation en température	$\varepsilon = \frac{V_s}{V_e} \frac{4}{K(N=2)}$
Pont complet (4)	4	R1, R4	R2, R3	$\varepsilon_1 = \varepsilon_4 = -\varepsilon_2 - \varepsilon_3 = \varepsilon$ Vs (4) est le quadruple de Vs (1). Vs est linéaire. Sensibilité quatre fois plus grande. Compensation en température	$\varepsilon = \frac{V_s}{V_e} \frac{4}{K(N=4)}$

TP5 : MONTAGE DE TORSION

Quart de pont

N.B : Utiliser une seule jauge à la fois

Réaliser le montage en torsion en changeant à chaque fois de jauge puis remplir le Tableau 5

Facteur de jauge :			
Jauge de déformation	Déformation mesurée ($\mu\epsilon$)	Polarité (+/-)	Type de déformation (Traction ou compression)
Bleue			
Rouge			
Jaune			
Verte			

Tableau 5. Tableau de résultats torsion TP5

N.B : Utiliser une charge totale de 500g. Enlever tout d'abord la charge puis éteignez le pont d'extensométrie avant de changer de jauge.

ANALYSE DES RESULTATS

- Remarquez la polarité de chaque jauge puis noter si la déformation est en compression ou en traction
- Comparez les valeurs des déformations mesurées par chaque jauge.
- Indiquer comment raccorder ces jauges en demi-point et en pont complet ?

TP6 : MONTAGE DE TORSION

En Demi pont R opposées N=2

N.B : Utiliser 2 jauges opposées de même polarité.

Réaliser le montage en torsion puis remplir le Tableau 6

Facteur de jauge : Diamètre de barre :			Module de cisaillement du matériau Type de pont : demi pont Longueur du bras de levier : Moment quadratique polaire :			
Charge (g)	Force (N)	Couple (Nm)	Tension mesurée V_s (μV)	Déformation normale mesurée ϵ_{EX} ($\mu\epsilon$)	Contrainte tangentielle calculée τ_{TH} (MPa)	Déformation normale calculée ϵ_{TH} ($\mu\epsilon$)
0						
250						
500						

Tableau 6. Tableau de résultats torsion- TP6

ANALYSE DES RESULTATS

- Conclure en comparant les déformations mesurées et calculées ?

TP7 : MONTAGE DE TORSION

En Demi pont R adjacentes t N=2

N.B : Utiliser 2 jauges opposées de polarités différentes

Réaliser le montage en torsion puis remplir le Tableau 7

Facteur de jauge :			Module de cisaillement du matériau			
Diamètre de barre :			Type de pont : demi pont			
			Longueur du bras de levier :			
			Moment quadratique polaire :			
Charge (g)	Force (N)	Couple (Nm)	Tension mesurée V_s (μV)	Déformation normale mesurée ϵ_{EX} ($\mu\epsilon$)	Contrainte tangentielle calculée τ_{TH} (MPa)	Déformation normale calculée ϵ_{TH} ($\mu\epsilon$)
0						
250						
500						

Tableau 7. Tableau de résultats torsion TP7

ANALYSE DES RESULTATS

- Conclure en comparant les déformations mesurées et calculées ?

TP8 : MONTAGE DE TORSION

En pont complet N=4

N.B : Utiliser les 4 jauges

Réaliser le montage en torsion puis remplir le Tableau 8

Facteur de jauge :			Module de cisaillement du matériau			
Diamètre de barre :			Type de pont : pont complet			
			Longueur du bras de levier :			
			Moment quadratique polaire :			
Charge (g)	Force (N)	Couple (Nm)	Tension mesurée V_s (μV)	Déformation normale mesurée ϵ_{EX} ($\mu\epsilon$)	Contrainte tangentielle calculée τ_{TH} (MPa)	Déformation normale calculée ϵ_{TH} ($\mu\epsilon$)
0						
250						
500						

Tableau 8. Tableau de résultats torsion TP8

ANALYSE DES RESULTATS

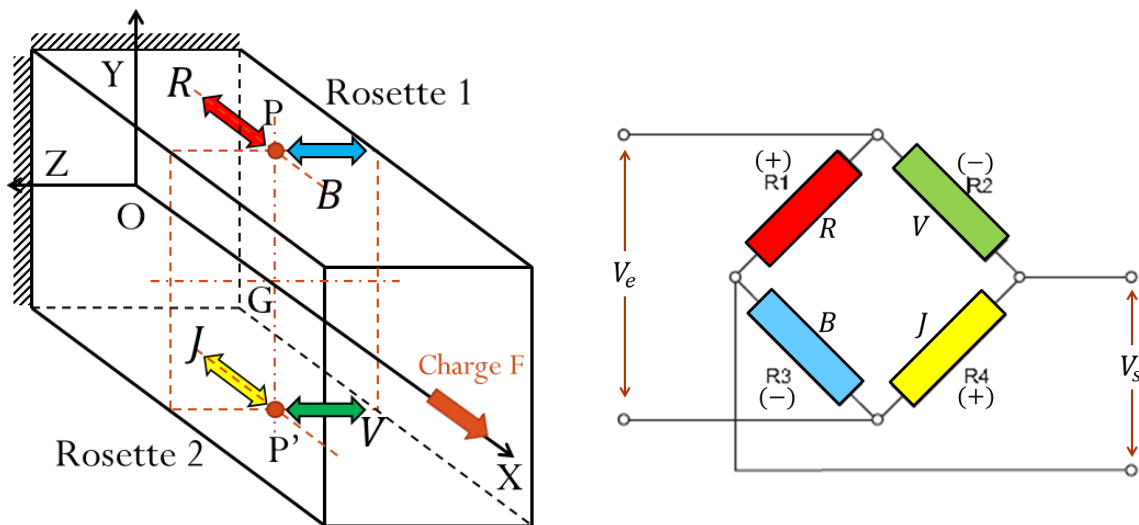
- Conclure en comparant les déformations mesurées et calculées ?
- Comparer les résultats obtenus en pont complet avec ceux obtenus avec les demis ponts puis conclure.

Chapitre 4

MONTAGE DE TRACTION

4.1 OBJECTIFS DE LA MESURE

Sur la poutre rectangulaire du banc, on désire faire la mesure par jauges de contraintes, des déformations de traction longitudinale ε et transversale ε_T puis déduire par calcul, la contrainte normale σ .



- Ce montage utilise deux rosettes en T composée chacune de deux jauges d'orientation longitudinale et transversale
- Une rosette sur la face supérieure (Rouge longitudinale, Bleue transversale).
- Une rosette sur la face inférieure (Jaune longitudinale, vert transversale)

4.2 Tenseur de contraintes et de déformations

Tenseur de contraintes	Contrainte normale	Tenseur de déformations	Déformations
$\bar{\sigma}(M) = \begin{pmatrix} \sigma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}_{(x,y,z)}$	$\sigma = \frac{N}{S}$	$\bar{\varepsilon}(M) = \begin{pmatrix} \varepsilon & 0 & 0 \\ 0 & -\nu\varepsilon & 0 \\ 0 & 0 & -\nu\varepsilon \end{pmatrix}_{(x,y,z)}$	$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$
			$\varepsilon_T = -\nu\varepsilon$

4.3 CALCUL THEORIQUE

Connaissant la charge appliquée, le module d'élasticité longitudinal E et les caractéristiques de la section de la poutre :

- Calculer la section de la poutre.
- Calculer la valeur théorique de la contrainte normale σ .
- Calculer la déformation longitudinale théorique ε_{TH} .

4.4 ACTIVITE PRATIQUE

- La mesure utilise deux rosettes en T : une rosette composée des jauges (R et B) sur le point P et une rosette composée des jauges (J et V) sur le point P'.
- Les jauges (R) et (J) orientées dans la direction OX de traction seront les résistances positives du pont (R1 et R4) et mesureront la déformation de traction ε .
- Les jauges (B) et (V) orientées à 90° (direction OZ) seront les résistances négatives du demi pont (R3 et R2) et mesureront la déformation transversale $\varepsilon_T = -\nu\varepsilon$.

4.5 Manipulations possibles

PONT	N	R +	R -	Remarques	Mesure de ε
Demi pont R opposées Mesure ε	2	R1, R4		$\varepsilon_1 = \varepsilon_4 = \varepsilon$ Sensibilité deux fois plus grande	$\varepsilon = \frac{V_s}{V_e} \frac{4}{K(N = 2)}$
Demi pont R opposées Mesure ε_T	2		R2, R3	$\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \varepsilon_T = -\nu\varepsilon$ Sensibilité deux fois plus grande	$\varepsilon_T = \frac{V_s}{V_e} \frac{4}{K(N = 2)}$
Pont complet	4	R1, R4	R2, R3	$\varepsilon_1 = \varepsilon_4 = \varepsilon$ $= -\nu\varepsilon_2 = -\nu\varepsilon_3 = -\nu\varepsilon_T$ V_s est linéaire. Sensibilité quatre fois plus grande. Compensation en température	$\varepsilon = \frac{V_s}{V_e} \frac{4}{K(N = 2.6)}$

TP9 : MONTAGE DE TRACTION

En Demi pont R opposées N=2 (Mesure de ϵ)

N.B : Utiliser 2 jauges opposés de même orientation longitudinales : la Rouge Sur la face supérieure et la jaune Sur la face inférieure

Réaliser le montage en traction puis remplir le Tableau 9:

Rouge et jaune Facteur de jauge : Dimensions e poutre (largeur et épaisseur) : Section de la poutre : Module de Young E :				
Charge (Kg)	Force (N)	Déformation mesurée ϵ_{EX} ($\mu\epsilon$)	Contrainte normale calculée σ_{TH} (MPa)	Déformation calculée ϵ_{TH} ($\mu\epsilon$)
0				
1				
2				
...				
10				

Tableau 9. Tableau de résultats traction TP9

N.B : La charge à appliquer est de 1Kg à 10Kg en ajoutant à chaque fois 1Kg.

ANALYSE DES RESULTATS

- Comparez les valeurs de la déformation théorique et mesurée (Manip1) puis conclure.

TP10 : MONTAGE DE TRACTION

En Demi pont R opposées N=2 (Mesure de ε_T)

N.B : Utiliser 2 jauges transversales opposés de même orientation : la Bleue Sur la face supérieure et la Verte Sur la face inférieure

Réaliser le montage en traction puis remplir le Tableau 10

Bleu et Vert		
Facteur de jauge :		
Charge (Kg)	Force (N)	Déformation mesurée ε_{EX} ($\mu\varepsilon$)
0		
1		
2		
...		
10		

Tableau 10. Tableau de résultats traction TP10

N.B : La charge à appliquer est de 1Kg à 10Kg en ajoutant à chaque fois 1Kg.

ANALYSE DES RESULTATS

- Comparez les valeurs mesurées par les jauges en compression (Manip2) aux valeurs mesurées par les jauges en traction (Manip1).
- Utilisez vos résultats pour créer un graphique des déformations mesurées par les jauges en compression ε_T en fonction des déformations mesurées par les jauges en traction ε . Tracez la pente de la droite et déduire le coefficient de Poisson ν .

TP11 : MONTAGE DE TRACTION

En pont complet N=4

N.B : Utiliser les 4 jauges

Réaliser le montage en traction puis remplir le Tableau 11

Facteur de jauge :		
Charge (Kg)	Force (N)	Déformation mesurée ε_{EX} ($\mu\varepsilon$)
0		
1		
2		
...		
10		

Tableau 11. Tableau de résultats traction TP11

N.B : La charge à appliquer est de 1Kg à 10Kg en ajoutant à chaque fois 1Kg.

ANALYSE DES RESULTATS

- Pourquoi le pont complet (Manip3) fonctionne correctement même si les jauges en compression et les jauges en traction n'ont pas la même valeur ? Penser à la configuration du pont ($ACT = N$).
- Pourquoi le réglage de la configuration du pont sur N est seulement utilisé pour les éprouvettes en matériau métallique.