

Chapitre 1

1.1 But

Le but de cette manipulation est d'analyser l'influence d'une charge placée sur une balance et de mesurer une tension grâce à un pont de Wheatstone avec des capteurs de déformations. La Jauge de déformation a donc pour but de traduire la déformation d'une pièce en variation de résistance électrique. Différentes grandeurs d'influences devront ainsi être analysées comme l'excentration de la charge sur la mesure et de manière théorique, l'influence de la température sur le système. (développé dans le chapitre 2 - Montage)

1.2 Hypothèse

- Influence de la température sur la résistivité et donc sur la mesure.
- Les matériaux sont homogènes et isotropes - la résistivité reste constante
- Cylindricité parfaite du corps d'épreuve et rapport (μ) entre le diamètre et la longueur \rightarrow le volume reste constant
- On supposera le montage réalisé idéal (développé dans le chapitre 2 - Montage)
- On supposera le matériel de mesure fiable
- On supposera les masses bien étalonnées

1.3 Schema fonctionnel



Lorsqu'on applique un effort ΔP au corps d'épreuve, un champ de contraintes apparaît dans celui-ci et donc des déformations. Celles-ci sont directement proportionnelles au module de Young de l'aluminium et aux contraintes. Nos jauges résistives, collées sur le corps d'épreuves, subissent les mêmes déformations que le corps. D'après la loi de Pouillet, nous savons que la variation de longueur d'une résistance modifie directement sa valeur. Grâce à un montage de ces jauges en un pont de Wheatstone, nous pouvons alors mesurer une différence de tension sur ces résistances et donc obtenir la valeur de la déformation du corps suivant la charge appliquée.

1.4 Liste du matériel

- 8 jauges de déformations (type FCA-5-23)
- 1 corps d'épreuve (diabolo en aluminium)
- 5 charges expérimentales de masse connue numérotées

Num	4	5	6	7	9
Kg	0,584	1,056	1,050	1,063	1,964

- un générateur de courant continu (5V)
- Matériel d'acquisition (Ordinateur avec logiciel dédié)
- 1 Balance à levier
- 1 sabot

Chapitre 2

Montage

2.1 Type de montage

2.1.1 diviseur de tension

Dans la pratique, on utilisera le montage en diviseur de tension pour mesurer des différences de potentielles au borne d'une résistance. Cependant dans notre cas, ce montage peut poser des problèmes en terme de précision. Les jauges de déformation présente des variations de $24m\Omega$. et donc une variation de tension très faible !

2.1.2 Pont de Wheatsone

Montage qui permet d'avoir une tension nulle à l'équilibre, on mesure donc avec une grande précision les petites variations de tensions. la tension de sortie sera donc proportionnel aux variations relatives $\frac{dR}{R}$ de chacunes des résistances

couple de jauges

La température influence la résistivité de la jauge. l'origine de cette variation de chaleur pouvant être extérieur ou simplement due à effet joule au sein même de la jauge. L'utilisation d'une deuxième jauge placée a proximité et placée dans un montage en pont Wheastone permet de s'affranchir de l'influence de la temperature sur la mesure.

Par ailleurs, il est recommandé de limiter à 5V la tension d'entrée pour éviter que la chaleur dissipée par la résistance ne diminue la qualité d'adhésion de la colle.

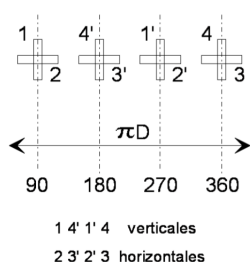
2.2 Placement des jauges de déformation

2.2.1 2 jauges perpendiculaires

Si l'on place les 2 jauges de manière perpendiculaires, on conserve notre mesure de déformation car les deux jauges se deforment différemment. De plus, on a un gain de 33% en précision grâce à la somme ($32m\Omega$) des mesures verticales($-24m\Omega$) et horizontales ($8m\Omega$)

2.2.2 4 x 2 jauges perpendiculaires

des couples de jauges perpendiculaires seront placées aux quatres points cardinaux du corps d'épreuve afin de reprendre correctement les charges et de ne pas prendre en compte le moment de force qui serait associer à une excentration de la contrainte



Chapitre 3

lien entre tension et déformation

Equation qui lie la tension v à la valeur des résistances des branches du pont de Wheatstone

$$v_A = \frac{E_S(R'_2 + R_2)}{(R'_1 + R_1) + (R'_2 + R_2)} \quad (3.1)$$

$$v_B = \frac{E_S(R'_4 + R_4)}{(R'_3 + R_3) + (R'_4 + R_4)} [2] \quad (3.2)$$

$$v = v_A - v_B = \frac{E_S((R'_3 + R_3)(R'_2 + R_2) - (R'_1 + R_1)(R'_4 + R_4))}{((R'_1 + R_1) + (R'_2 + R_2))((R'_3 + R_3) + (R'_4 + R_4))} \quad (3.3)$$

Calcul de la sollicitation de la jauge

$$\frac{dD}{D} = -\mu \frac{dL}{L} = -\mu \epsilon = -\mu \frac{\rho}{E} \quad (3.4)$$

où μ est le facteur de poisson

Loi de Pouillet

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (3.5)$$

$$S = \frac{V}{L} \quad (3.6)$$

$$(3.5)(3.6) \Rightarrow R = \rho \frac{L^2}{V} \quad (3.7)$$

Calcul du facteur de jauge k

$$(3.7) \Rightarrow \frac{dR}{R} = \frac{d(\frac{\rho L^2}{V})}{\frac{\rho L^2}{V}} = \frac{d\rho}{\rho} + \frac{2dL}{L} + \frac{dV}{V} = \frac{2dL}{L} \Rightarrow k = 2 \quad (3.8)$$

$d\rho$ et dV sont nulles d'après les hypothèses posées précédemment.

donc,

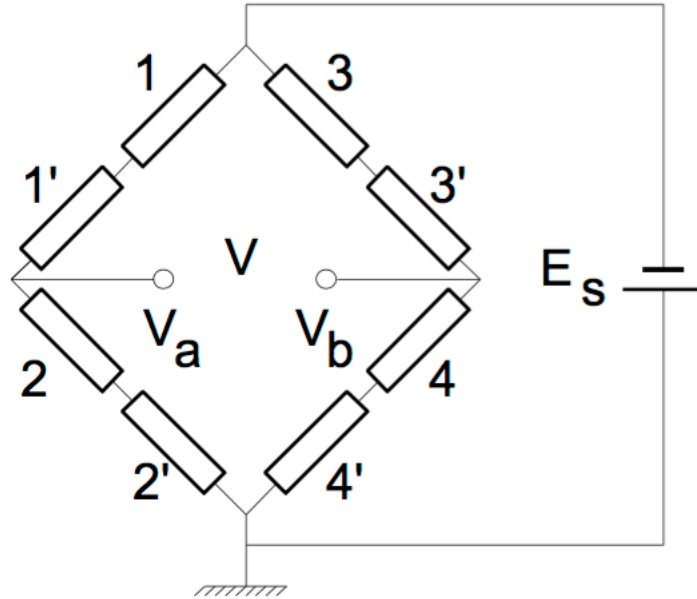
$$(3.4)(3.6)(3.7) \Rightarrow dR = R.k.\frac{\rho}{E} = R.k.\frac{m.g}{E.S} \quad (3.9)$$

Finalemment,

$$v_A = \frac{2.E_S(R_0 + \mu dR)}{2.(R_0 + \mu dR) + 2.(R_0 - \mu dR)} \quad (3.10)$$

$$v_B = \frac{2.E_S(R_0 - \mu dR)}{2.(R_0 + \mu dR) + 2.(R_0 - \mu dR)} \quad (3.11)$$

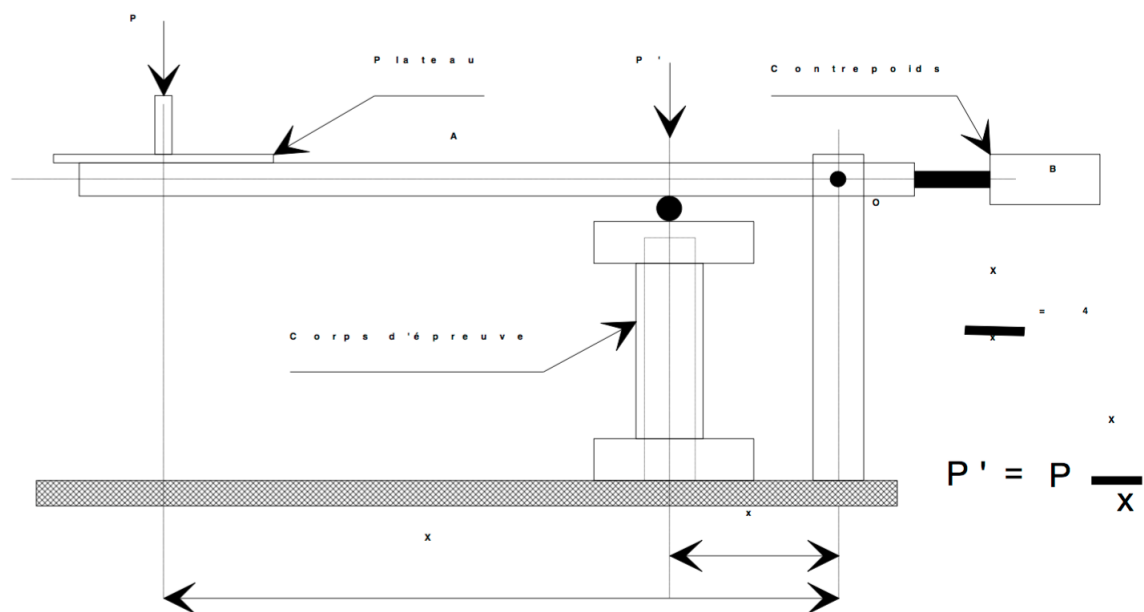
$$(3.10)(3.11)(3.9) \Rightarrow v = v_A - v_B = \frac{E_S(\mu dR + dR)}{2.R_0 + \mu dR - dR} = \frac{E_S.\cancel{k}.\cancel{R_0}^{\frac{m.g}{E.S}}(\mu + 1)}{\cancel{2}.\cancel{R_0}} = \frac{E_S.m.g(\mu + 1)}{E.S} \quad (3.12)$$



Chapitre 4

Experimentation

4.1 Procédure

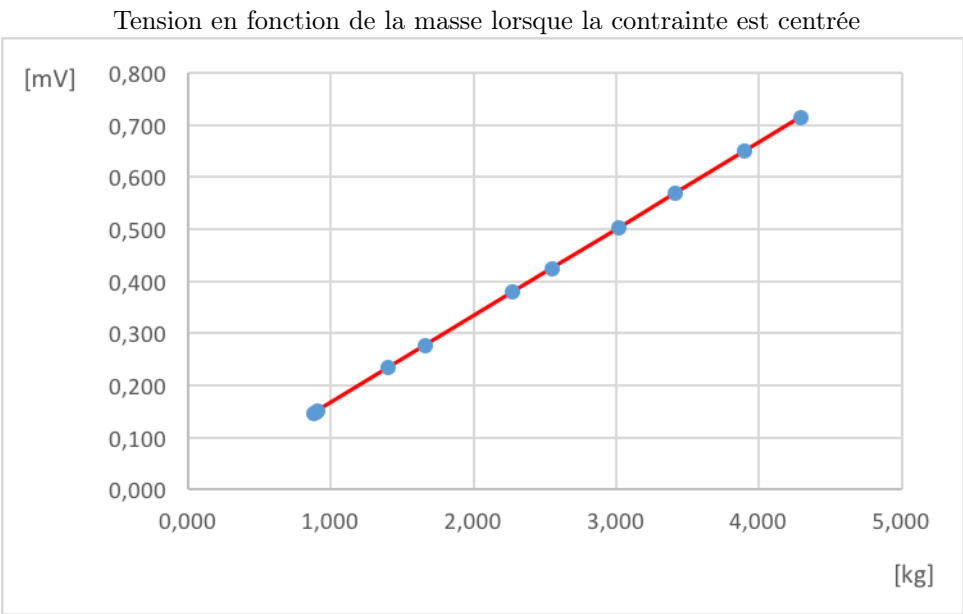


1. Rééquilibrer le pont de Wheatstone (Calibrage du 0V)
2. Tarrer le masse du système
3. Centrer le corps d'épreuve sous la bille qui permet d'appliquer la charge.
4. Deposer la charge sur le plateau.
5. Relever la différence de potentiel et la valeur de la masse affichée à l'écran
6. Répéter les opération 2 à 5 en augmentant la valeur de la charge par pas de 500g en veillant à ne pas déposer une charge supérieur à 5kg
7. Répéter la procédure pour des décentrages de la contrainte (G2/G1/C/D1/D2)

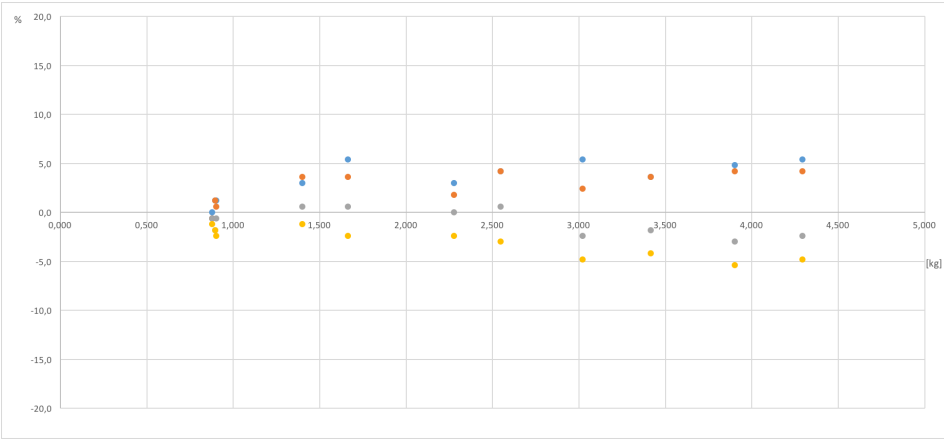
Il est important de rester délicat avec la matériel lors du changement de masse ou du changement de centrage d'application de la force, Sous peine de fausser les mesures suivantes. S'aider du sabot pour enlever la contrainte sur le diabolos lors du changement de masse.

4.2 Mesures & observations

Graphique



Ecart relatif de la masse par rapport à la valeur de la masse lorsque la contrainte est centrée



4.2.1 Tableau de valeurs

Masse observée en fonction de la masse appliquée et de la position de la contrainte

N	N	Masse G2	Masse G1	Masse C	Masse D1	Masse D2
[kg]		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]
0,584	4	0,500	0,494	0,512	0,506	0,512
1,050	6	0,878	0,884	0,878	0,884	0,890
1,056	5	0,884	0,884	0,896	0,914	0,914
1,063	7	0,890	0,896	0,902	0,908	0,926
1,640	4+5	1,370	1,364	1,400	1,394	1,412
1,964	9	1,610	1,628	1,664	1,658	1,688
2,690	4+5+6	2,246	2,258	2,276	2,276	2,300
3,020	5+9	2,504	2,504	2,546	2,540	2,576
3,604	5+9+4	2,966	2,996	3,020	3,044	3,068
4,077	6+7+9	3,380	3,380	3,416	3,434	3,458
4,661	6+7+9+4	3,854	3,860	3,902	3,932	3,956
5,133	6+7+9+5	4,238	4,250	4,292	4,316	4,340

Différence de potentielle en fonction de la masse appliquée et de la position de la contrainte

N	N	Tension G2	Tension G1	Tension C	Tension D1	Tension D2
[kg]		[mV]	[mV]	[mV]	[mV]	[mV]
0,584	4	0,083	0,082	0,085	0,084	0,085
1,050	6	0,146	0,147	0,146	0,147	0,148
1,056	5	0,147	0,147	0,149	0,152	0,151
1,063	7	0,148	0,149	0,150	0,151	0,154
1,640	4+5	0,228	0,227	0,233	0,232	0,235
1,964	9	0,268	0,271	0,277	0,276	0,281
2,690	4+5+6	0,374	0,376	0,379	0,379	0,383
3,020	5+9	0,416	0,417	0,424	0,423	0,429
3,604	5+9+4	0,494	0,499	0,502	0,507	0,511
4,077	6+7+9	0,563	0,563	0,569	0,572	0,576
4,661	6+7+9+4	0,642	0,643	0,650	0,654	0,659
5,133	6+7+9+5	0,706	0,708	0,715	0,718	0,723

Observation : Nous avons constaté qu' au cours de l'expérimentation (après 45min) la valeur du zéro avait légèrement changée (+ 0,001 mV pour la mesure de la tension).

4.3 Interprétation

Sur le graphique, on remarque que la progression de la tension en fonction de la contrainte à l'allure d'une droite. Ce qui correspond à l'équation qui lie la tension à la masse préalablement calculée.(cf formule ...)

On remarque qu' en fonction de l'excentration de la position de la contrainte il existe une petite variation de la masse affichée sur l'appareil de mesure. Ceci peut-être explique par la poids du levier lui-même qui créé un moment de force différent en fonction de la position du diabol.

Cependant on observe des écart qui reste dans un interevallle de maximum 5% autour de la valeur lorsque le diabol est en position centré.