

Définition

But

Le but de cette manipulation est d'analyser l'influence d'une charge placée sur une balance et sur le pont de Wheatstone via des capteurs de déformations. La Jauge de déformation a donc pour but de traduire la déformation d'une pièce en variation de résistance électrique. Les différentes grandeurs d'influences devra ainsi être analysées comme l'excentration de la charge sur la mesure et de manière théorique, l'influence de la température sur le système.

Hypothèse

- Influence de la température sur la mesure du fait de la résistivité du fil
- les matériaux sont homogènes et isotropes - la résistivité reste constante
- cylindricité parfaite du diabololo et rapport $()$ entre le diamètre et la longueur - le volume reste constant
- On supposera le montage réalisé idéal - pas d'influence de la température sur la prise de mesure
- On supposera le matériel de mesure fiable
- On supposera les masses bien étalonnées

Schema fonctionnel



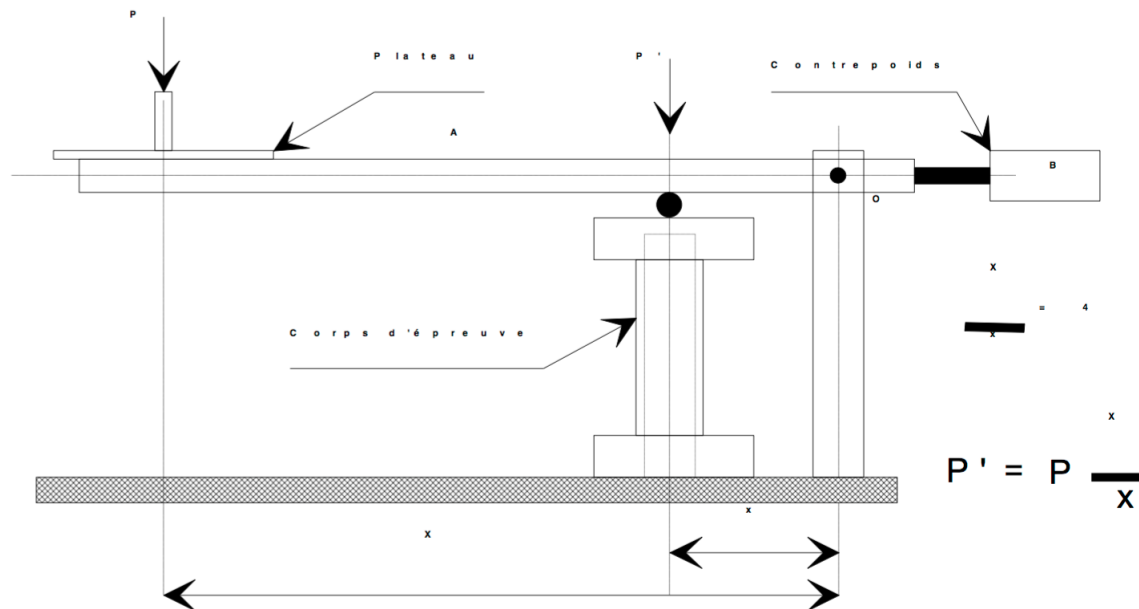
Lorsqu'on applique un effort F au capteur, un champ de contrainte apparaît et donc des déformations apparaissent. Le corps d'épreuve est en effet soumis à allongement négatif suivant l'axe axial du fait de la compression (Loi de Hooke) d'une autre part nous avons un allongement suivant l'axe radial qui va agrandir le diamètre de la pièce (Coefficient de Poisson). Grâce à la loi de Pouillet, nous pourrions connaître la variation de la résistance dans la jauge (un fil). En effet, lors des déformations de la pièce, la jauge se déforme également et donc modifie sa résistance (Annexe...). Nous pouvons négliger la résistivité ainsi que le volume. On introduit alors K qui est le facteur de jauge qui caractérise la variation de résistance en fonction de sa déformation axiale. Nous avons ici de très petites variations de résistance. C'est pourquoi, la mesure ne peut s'effectuer directement avec un ohmètre. La première idée était d'utiliser un diviseur de tension (1 jauge / 1 résistance) mais afin d'annuler l'influence de la température sur la mesure nous utiliserons plutôt un pont de Wheatstone (2 jauges / 2 résistances). Par ailleurs, on ne peut introduire deux jauges (pour corriger la température) que si elles sont placées perpendiculairement (afin de conserver notre mesure de déformation, les deux jauges se déformant différemment avec un facteur μ). L'utilisation d'un pont de Wheatstone, soit un circuit constitué de 4 résistances montées en pont et alimenté sous une tension de 5V (Celle-ci ne peut être supérieure car même si la température due à l'effet Joule (Annexe...) n'est pas prise en compte dans nos mesures, elle pourrait décoller la jauge). À l'équilibre (pas de charge appliquée) la tension de sortie est nulle. Cependant, la variation d'une quelconque résistance due à la charge va faire apparaître une différence de potentiel. La tension de sortie est donc proportionnelle aux variations relatives dR/R de chacune des résistances.

Liste du matériel

- poids
- corps d'épreuve
- huit jauges de déformations (type FCA-5-23)
- un corps d'épreuve (diabololo en aluminium)

- cinq charges expérimentales de masse connue
- un générateur de courant continu (5V)
- Matériel d'acquisition (Ordinateur avec software dédié) une Balance à levier

Procédure



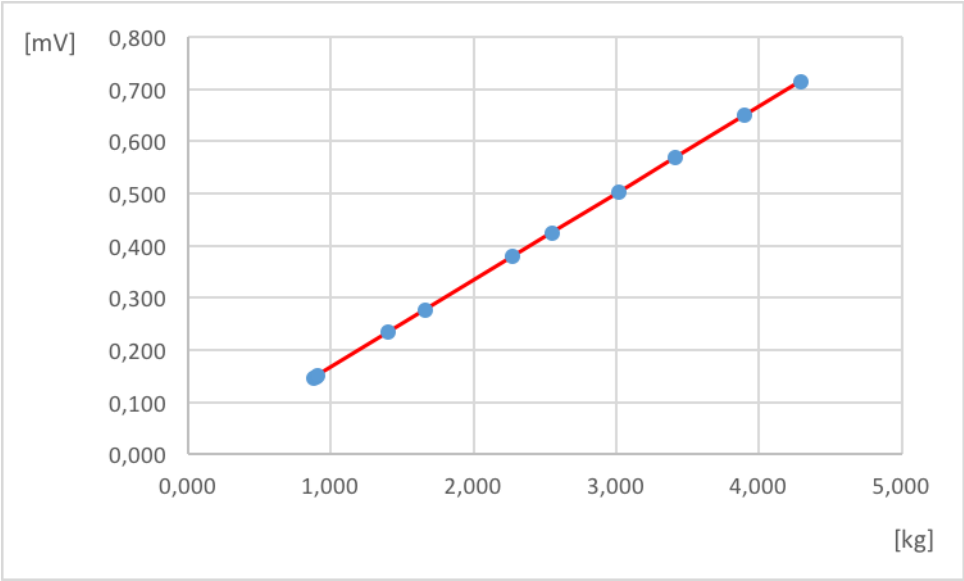
1. Tarrer du système pour la prise de mesure de la contrainte appliquée.
2. Rééquilibrer le pont de Wheatstone (Calibrage du 0V)
3. Center le corps d'épreuve sous la bille qui permet d'appliquer la charge.
4. Deposer la charge sur le plateau.
5. Relever la différence de potentiel et la valeur de la masse affichée à l'écran
6. Repeter 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. Repeter la procédure pour des centrage de l'application de la contrainte différente

Il est important de rester délicat avec le 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.

Mesures & observations

Graphique

Tension en fonction de la masse lorsque la contrainte est centrée



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

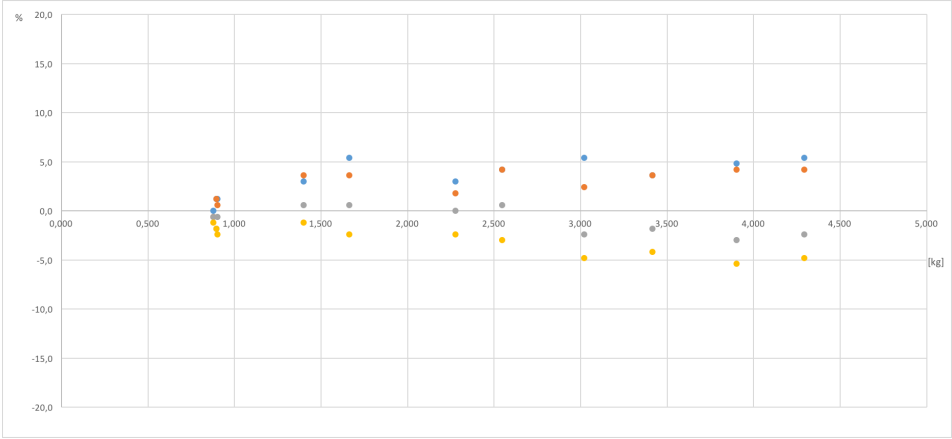


Tableau de valeurs

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 G2
[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).

Interpretation

Conclusion

Annexe

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

$$v_A = \frac{E_S(R'_2 + R_2)}{(R'_1 + R_1) + (R'_2 + R_2)} [1]$$

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

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

Calcul de la sollicitation de la jauge

$$\epsilon = \frac{dL}{L}; \rho = \frac{mg}{S} \Rightarrow \epsilon = \frac{\rho}{E} \text{ où } E \text{ est le module de Young } \frac{dD}{D} = -\mu\epsilon = -\mu\frac{\rho}{E}$$

Loi de Pouillet

$$R = \rho \frac{L}{S} \text{ et } S = \frac{V}{L} \Rightarrow R = \rho \frac{L^2}{V}$$

Calcul du facteur de jauge k

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

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

Finalement,

$$v_A = \frac{2.E_S}{\text{ffl}}$$