



TP S1 – COMPTE-RENDU

D.Malka – MPSI 2015-2016 – Lycée Saint-Exupéry

7.09.2015

Mesure de la raideur d'un ressort

1 But de l'expérience

Nous cherchons à valider ou invalider la loi de Hooke pour un ressort dans son domaine élastique et à mesurer sa raideur k , le cas échéant.

2 Protocole expérimental

Rappelons la loi de Hooke :

$$F = k\Delta l$$

où F est l'intensité de l'effort de traction exercé sur le ressort, $\Delta l = l - l_0$ l'allongement du ressort, l_0 sa longueur à vide, k sa raideur.

Nous mesurons les allongements Δl résultants de différentes forces de traction F . En pratique, cet effort est réalisé par la suspension d'une charge de masse m : à l'équilibre, la force de traction vaut alors $F = mg$ où g est la pesanteur locale. L'allongement est mesuré via la position z de l'extrémité inférieure du ressort. Le montage utilisé est représenté fig.1.

Nous négligeons l'allongement du ressort sous l'effet de son propre poids ainsi que l'incertitude sur la pesanteur g que nous prendrons égale à $9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

un compte-rendu d'expérience se rédige au présent de l'indicatif dans un style impersonnel.

3 Résultats expérimentaux

Les mesures de Δl et de F sont reportées dans le tableau fig.2.

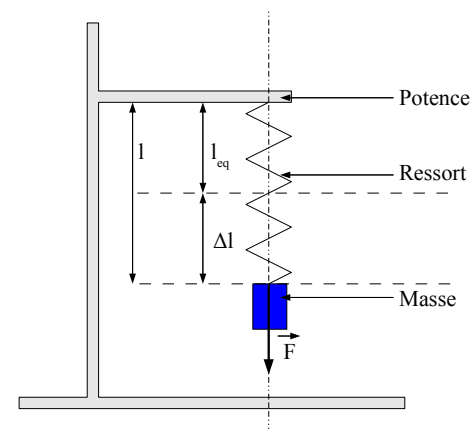


FIGURE 1 – Mesure de raideur par effort de traction

La longueur l du ressort est calculée comme $\Delta l = z - z_0$ où z et z_0 sont les positions de l'extrémité inférieure du ressort. z et z_0 sont mesuré au triple-décimètre gradué en mm donc l'incertitude-type retenue sur Δl est $0,8 \text{ mm}$.

La masse m suspendue au ressort est pesée avec une balance de précision $0,1 \text{ g}$. L'incertitude-type retenue sur la force est donc, avec un intervalle de confiance à 95%, égale à $0,001 \text{ N}$.

$F(N)$	$\sigma_F(N)$	$\Delta l(mm)$	$\sigma_{\Delta l}(mm)$
0	0	0	0,8
0,489	0,001	34,0	0,8
0,979	0,001	66,0	0,8
1,466	0,001	99,0	0,8
1,967	0,001	133,0	0,8
2,457	0,001	165,0	0,8
2,947	0,001	190,0	0,8
3,434	0,001	230,0	0,8
3,925	0,001	264,0	0,8

FIGURE 2 – Mesures

4 Validation de la loi de Hooke et mesure de la raideur du ressort

Le graphe $\Delta l = f(F)$ est représenté fig.3.

Sur le domaine $[0, 264\text{ mm}]$, l'ajustement par la fonction linéaire $\Delta l = a \times F$ passe correctement par les points expérimentaux¹. La loi de Hooke est donc valide.

Le résultat de l'ajustement est donc exploitable :

$$a = 0,06727 \pm 0,00012 \text{ m} \cdot \text{N}^{-1}$$

Comme $k = \frac{1}{a}$, on en déduit, avec un intervalle de confiance à 95% :

$$k = 14,86 \pm 0,05 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

Le constructeur annonce $k = 14 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ avec une tolérance de 10% soit :

$$k = 14,0 \pm 1,4 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

L'échantillon étudié respecte bien la tolérance fixée par le constructeur.

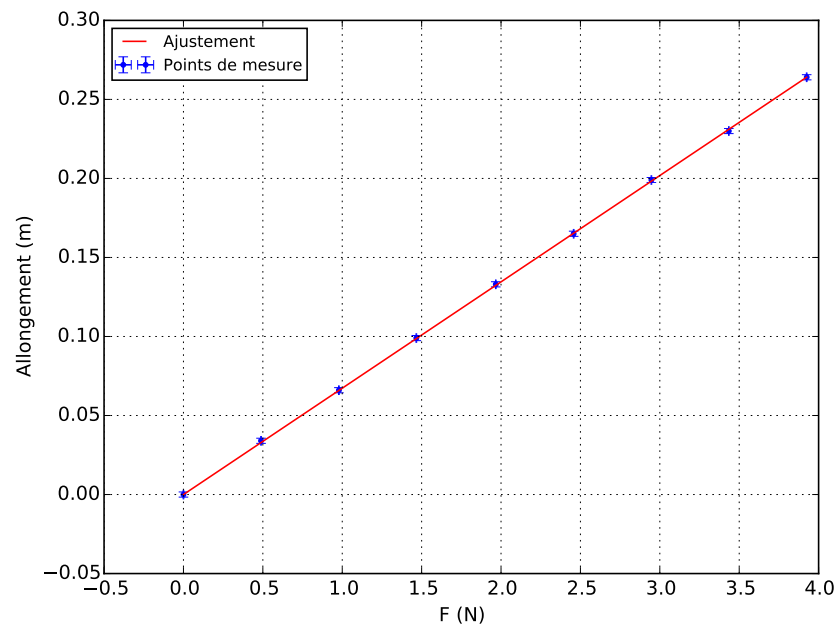


FIGURE 3 – Validation de la loi de Hooke et mesure de la raideur du ressort

1. C'est-à-dire passe par les barres d'erreurs. Un critère plus quantitatif est le test du χ^2 que nous verrons ultérieurement

Annexe - Détails du calcul des incertitudes

— Incertitude sur z et z_0 (en mm) :

$$\sigma_z = \sigma_{z_0} = \frac{1}{\sqrt{12}} mm$$

— Incertitude sur l'allongement Δl :

$$\Delta l = z - z_0 \Rightarrow \sigma_{\Delta l} = \sqrt{\sigma_{z_0}^2 + \sigma_z^2} \approx 0,82 mm$$

— Incertitude sur m :

$$\sigma_m = \frac{0,1}{\sqrt{12}} g$$

— Sur la force F (en considérant $\sigma_g = 0$) :

$$F = m.g \Rightarrow \sigma_F = \sigma_m \times g \approx 0,0012 N$$

— Incertitude sur k :

$$k = \frac{1}{a} \Rightarrow \sigma_k = \frac{\sigma_a}{a^2}$$

avec $a = 0,067 m.N^{-1}$ et $\sigma_a = 0,00012 m.N^{-1}$, on trouve $\sigma_k = 0,025 N.m^{-1}$.

— On rappelle qu'il faut prendre un intervalle de 2σ pour une confiance de 95%.