

Le ressort et la loi de Hooke

1. Expérience préliminaire

Étirons un ressort suspendu en appliquant une force à son extrémité inférieure.

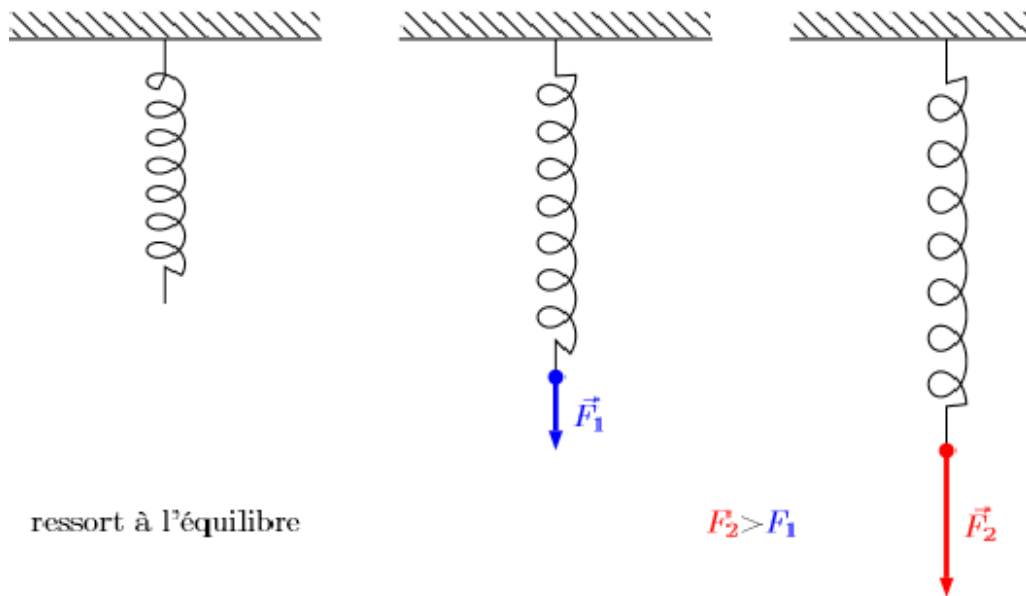


Figure 1.1 – Forces appliquées à un ressort

On constate :

Si on augmente l'intensité de la force appliquée au ressort, l'allongement augmente également.

2. Caractéristique x-F d'un ressort

Pour un ressort donné, mesurons les valeurs de l'allongement x en fonction des forces F appliquées. Pour appliquer des forces bien précises, on accroche des masses pour lesquelles on peut facilement calculer le poids (effectivement la masse étire alors le ressort par une force qui est tout simplement égale à son poids).

Rappel : Le poids P (une force!) d'un corps est, en un endroit donné, proportionnel à sa masse m (qui ne dépend pas de l'endroit), d'après la formule $P = m \cdot g$ où g est l'intensité de la pesanteur ($g_{\text{terre}} = 9,81 \text{ N/kg}$).

Pour simplifier le calcul : on a pris $g = 10 \text{ N/kg}$

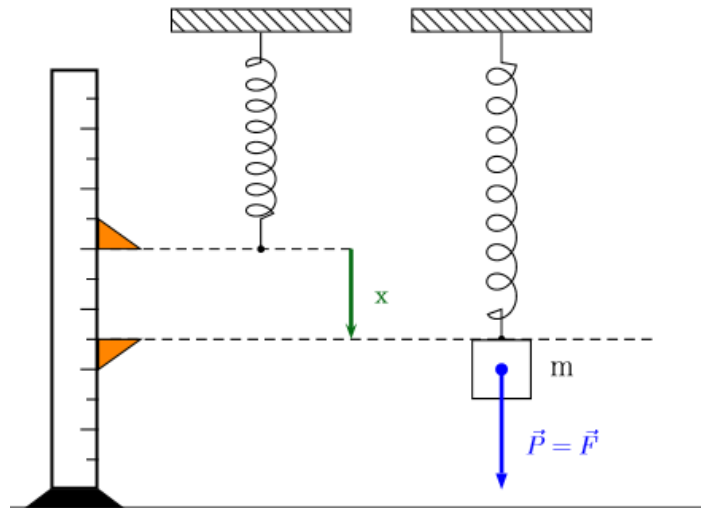


Figure 1.2 mesure de l'allongement

Tableau de mesure :

m(g)	m(kg)	F(N)	x(cm)	x(m)	F/x(N/m)
50	0,05	0,5	2	0,02	25
100	0,10	1,0	3,9	0,039	25,64
150	0,15	1,5	5,8	0,058	25,86
200	0,20	2,0	7,8	0,078	25,64
250	0,25	2,5	9,7	0,097	25,77

Mesures faites par des élèves avec une erreur de 4%

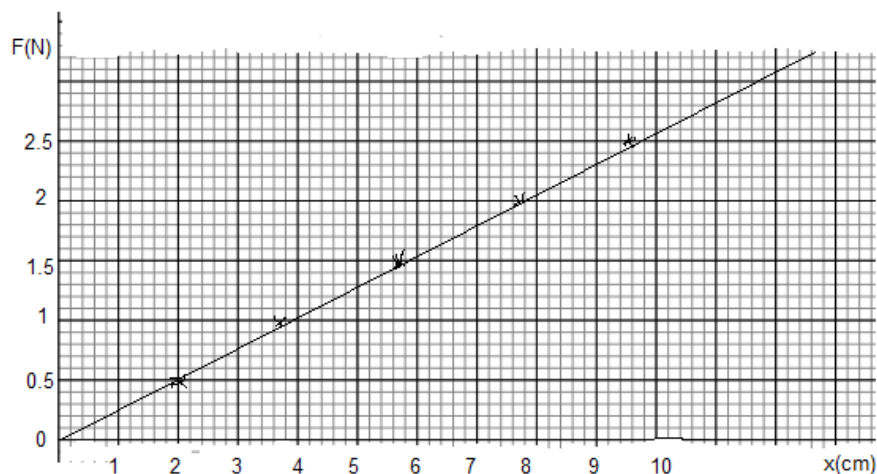
En comparant les valeurs de F(N) aux valeurs de x(m), on constate :

la valeur de x augmente quand on augmente la valeur de F .

Dans la dernière colonne du tableau, la valeur du rapport F/x (N/m) pour chaque couple de valeurs :

on constate que la valeur tourne autour de 25.

Représentons la caractéristique x-F du ressort : c'est le graphique sur lequel on représente la force F en fonction de l'allongement x.



Conclusion :

Le caractéristique x - F d'un ressort forme une droite qui passe par l'origine qui a pour équation : $F = kx$ autrement dit, F est proportionnelle à x .

k est la constante de proportionnalité appelé aussi pente de la droite.

Déterminons le plus précisément possible les coordonnées de 2 points A et B qui se trouvent sur la droite (les points A et B doivent être assez éloignés l'un de l'autre).

Pour le point A(x_A, F_A), nous avons : $x_A = 0,02\text{m}$ et $F_A = 0,5\text{N}$.

Donc A(0,02 m, 0,5 N).

Pour le point B(x_B, F_B), nous avons : $x_B = 0,097\text{m}$ et $F_B = 2,5\text{ N}$.

Donc B(0,097m ;2,5 N).

En général, la pente a d'une droite dans un graphique y - x se calcule par la formule pente $a = \frac{(y_B - y_A)}{(x_B - x_A)}$.

Ici, notons la pente k . On a donc : $k = \frac{(F_B - F_A)}{(x_B - x_A)} = \frac{(2,5 - 0,5)}{(0,097 - 0,02)} = 25,97\text{ N/m}$

En comparant la valeur de la pente trouvée aux quotients F/x dans le tableau (dernière colonne) , on constate : que les valeurs s'approchent de celle de la pente à une erreur près, on peut dire que la valeur de la pente est constante.

Résumé :

1. Dans le tableau de valeurs, si la force est multipliée par n , l'allongement est aussi multiplié par n (aux erreurs exp. près).
2. Le quotient F/x est une constante (aux erreurs exp. près).
3. La caractéristique x - F est une droite passant par l'origine.

Conclusion :

L'allongement x d'un ressort est proportionnel à la force F appliquée.

3. La loi de Hooke

On vient de constater que, dans la caractéristique x - F d'un ressort, l'équation de la droite de régression s'écrit

$$F = k \cdot x$$

Cette relation est appelée la «**loi de Hooke**». Elle traduit la proportionnalité entre allongement et force.

Elle peut aussi s'écrire :

$$k = \frac{F}{x}$$

ou encore,

$$x = \frac{F}{k}$$

La constante k est appelée la «raideur» du ressort. Son unité SI est le Newton par mètre (N/m). Sa valeur correspond à la force dont on a besoin pour étirer le ressort de 1 mètre. Ainsi, chaque ressort a une raideur bien déterminée.