

CHAPITRE 4

Les ressorts

Définition d'un ressort

Le ressort est un système dont la fonction est de se déformer, sous l'action d'une force ou d'un couple, puis de rendre l'énergie emmagasinée à la reprise de sa forme initiale.

Nous considérons les ressorts les plus utilisés, soit les ressorts hélicoïdaux dotés d'un fil rond, d'un pas constant et d'un diamètre extérieur constant.

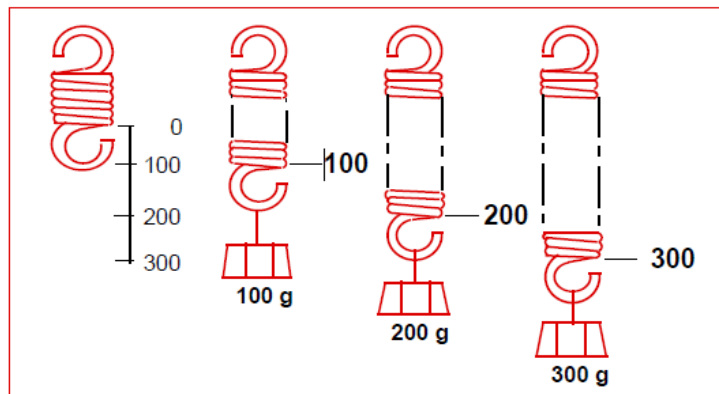
Loi de Hooke

Hooke a trouvé, c'est que beaucoup de matériaux se déforment proportionnellement à la force appliquée et s'applique aux matériaux linéairement élastiques ou hookéens comme les barreaux d'acier, les tiges, les fils, les ressorts...etc.

La loi se formule de la façon suivante : $F = k s$

k : une constante basée sur les caractéristiques du ressort (longueur, diamètre du fil, matériau)

s : le déplacement.



Principaux types de ressorts étudiés

Il existe de nombreux types de ressorts. Parmi ceux-ci, on distingue les ressorts de compression, les ressorts de traction et les ressorts de torsion.

Ressorts de compression

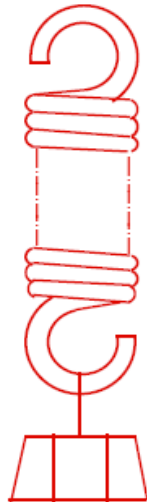
Le ressort de compression est le type le plus employé. Comme son nom l'indique, il est conçu pour être comprimé. La sollicitation doit ainsi être principalement axiale et dirigée vers le ressort.

Pour faciliter l'application de la force, les extrémités des ressorts sont souvent rapprochées et meulées.



Ressorts de traction

Les ressorts de traction, quant à eux, doivent être sollicités de manière à augmenter leur longueur. Ils sont utilisés comme rappel dans de nombreuses applications (portes, interrupteurs électriques, balais d'essuie-glace, etc.). Il existe de nombreux systèmes d'accrochage. La méthode la plus courante consiste à déformer les dernières spires du ressort pour former une boucle ou un crochet.



Ressorts de torsion

Les ressorts de torsion, également enroulés en hélice, ont pour rôle essentiel de restituer un couple. Leur champ d'application est très vaste. Cela explique que les systèmes d'accrochage sont très divers et sont souvent conçus pour les applications considérées.



Matériaux des ressorts

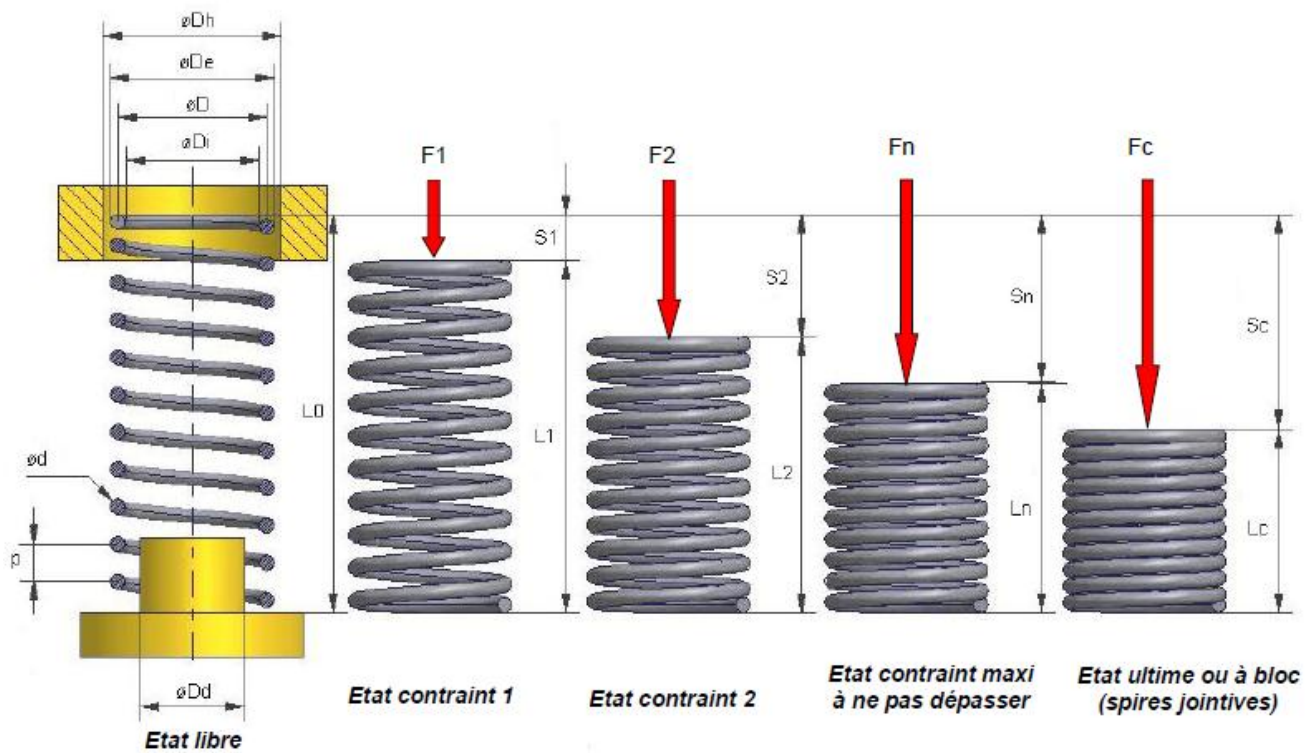
Pour fabriquer un ressort de manière industrielle, le matériau utilisé doit tout d'abord être: de mise en forme facile, sans défaut, peu coûteux et disponible. Pour que le ressort fabriqué soit performant, il faut aussi que le matériau allie les propriétés suivantes : haute limite élastique, bonne résistance à la fatigue et bonne résistance à la corrosion.

C'est pourquoi la majorité des ressorts sont réalisés en acier. Voici les trois types d'aciers les plus fréquents : l'acier non allié, tréfilé à froid, l'acier non allié, trempé à l'huile et revenu ainsi que l'acier inoxydable.

Les aciers tréfilés entrent souvent dans la fabrication des ressorts. Ces aciers ont une bonne résistance à la fatigue. Leur limite élastique est augmentée lorsque le formage d'un ressort est suivi d'un traitement thermique (revenu). Celui-ci permet de relâcher les contraintes internes dans le matériau. Ces aciers ont une faible résistance à la corrosion, mais on peut facilement leur ajouter un revêtement protecteur. Ils peuvent travailler à des températures très basses et sont sujets à la relaxation à haute température. Le domaine d'utilisation peut ainsi être compris entre -80°C et 150°C .

Les aciers trempés ont une bonne résistance à la fatigue et sont moins sujets à la relaxation que les aciers tréfilés. Suivant la relaxation tolérée, on peut considérer que le domaine d'utilisation va de -20°C à 170°C . Ces aciers ont une faible résistance à la corrosion.

Dimensionnement des ressorts (Ressort hélicoïdal de compression)



L_0 : longueur du ressort au repos (mm)

$L_0 = n \cdot p + 3d$ (pour extrémités rapprochées)

L_1, L_2 : longueur sous charge F_1 ou F_2 (mm)

$L_1 = L_0 - S_1$

L_n : longueur sous charge maxi (mm)

L_c : longueur à bloc (mm) $L_c = n \cdot d + d$

S_i : flèche du ressort (mm) $S_i = L_0 - L_i$

d : diamètre du fil (mm)

D : diamètre moyen d'enroulement (mm)

D_e : diamètre extérieur (mm) D_i : diamètre intérieur (mm)

D_h : diamètre minimum de l'alésage

capable de guider le ressort (mm)

D_d : diamètre maximum de l'arbre capable de guider le ressort (mm)

F_i : charge appliquée (N)

n : nombre de spires utiles à arrondir à la $\frac{1}{2}$ spire près (sans dimension) p : pas de l'hélice (mm)

k : raideur du ressort (N/mm)

G : module d'élasticité transversale ou module de Coulomb du matériau (MPa)

R_{pg} : résistance pratique au glissement du matériau (MPa).

Flèche du ressort.

La résistance des matériaux nous donne la flèche :

$$S_i = \frac{8 \cdot \|F_i\| \cdot n \cdot D^3}{G \cdot d^4}$$

Relation effort-déformation : raideur.

La relation effort-déformation d'un ressort est considérée linéaire tant que les spires restent faiblement inclinées ($< 7^\circ$) :

La raideur vaut $k = \frac{\|\vec{F}_i\|}{S_i} = \frac{G.d^4}{8.n.D^3}$

(valeur indicative de G pour un acier C60 $\approx 8.10^4$ MPa)

Condition de résistance.

La contrainte doit rester inférieure à la résistance pratique : $\tau_{\max i} = \frac{8.\|\vec{F}_2\|.D}{\pi.d^3} \leq R_{pg}$

On tire de cette formule : $d \geq \sqrt[3]{\frac{8.\|\vec{F}_2\|.D}{\pi.R_{pg}}}$