

Séquence 4 : Liaison élastique

Ressort hélicoïdal de soupape

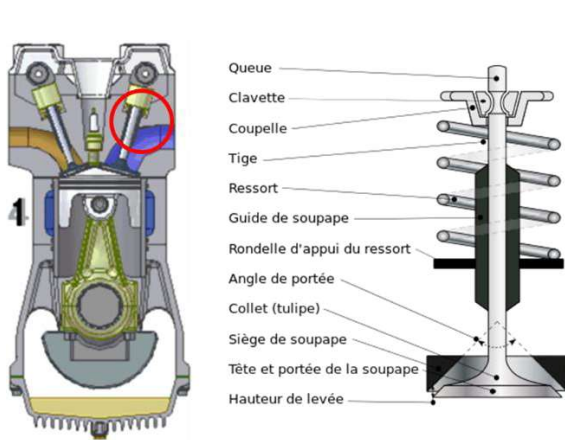
Objectifs : Dimensionner un ressort hélicoïdal préchargé en introduisant des critères de fabrication, de rigidité, de résistance statique et de fatigue.

Système considéré

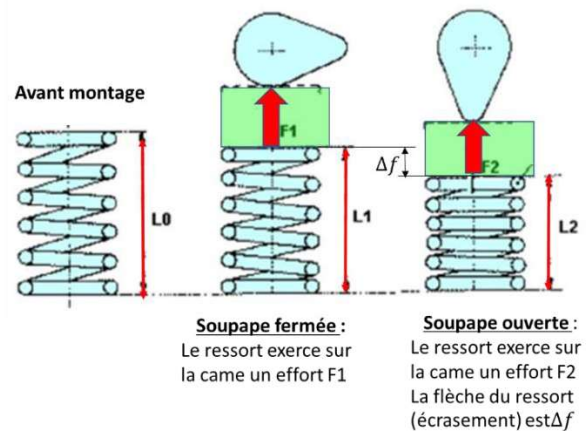
On souhaite dimensionner (diamètre du fil, rapport d'enroulement, hauteur à vide ...) un ressort de soupape préchargé (Cf figure)

Le cahier des charges est le suivant

- Effort de précharge $F_1=90\text{ N}$
- Course en fonctionnement $\Delta f = 3\text{ mm}$
- Raideur minimale 72 N/mm
- Nombre de spires actives 4
- Extrémités meulées rapprochées (nb de spires terminales 1)
- Le diamètre du fil sera normalisé
 $\varnothing : 1,07 ; 1,22 ; 1,4 ; 2 ; 2,5 ; 2,84 ; 3,18 ; 3,76 ; 4 ; 4,11 ; 4,5 ; 4,88 ; 5 ; 5,26 ; 6,3$
- Caractéristiques matériaux :
 - $\tau_{Emax} = 477\text{ MPa}$
 - $\Delta\tau_{max} = 250\text{ MPa}$ (Supposée indépendante du diamètre du fil)
 - $G = 78\text{ GPa}$
- Coefficient de sécurité sur les contraintes $\alpha = 1.2$



Ressort de soupape (Source Wikipédia)



Efforts exercés par le ressort en fonctionnement

<p>Contrainte</p> $\tau = \frac{8.P.D}{\pi.d^3} \rightarrow \tau = k_D * \frac{8.P.D}{\pi.d^3} \text{ avec } k_D = \frac{4c-1}{4c-4} + \frac{0,615}{c} \text{ facteur de Wahl et}$ $c = \frac{D}{d} \text{ facteur d'enroulement}$	<p>Raideur</p> $K = \frac{d.G}{8.c^3.N_a}$																								
<p>Flèche</p> $f = \frac{8.P.N_a.c^3}{d.G}$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="4">Forme des spires d'extrémité</th> </tr> <tr> <th>Simplement coupée</th> <th>Simplement meulée</th> <th>Rapprochée</th> <th>Rapprochée et meulée</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Spire utiles N</td> <td>N_T</td> <td>N_T</td> <td>$N_T - 2$</td> <td>$N_T - 2$</td> </tr> <tr> <td>Longueur écrasée L_E</td> <td>$d.(N_T+1)$</td> <td>$d.N_T$</td> <td>$d.(N_T+1)$</td> <td>$d.N_T$</td> </tr> <tr> <td>Longueur à vide L_0</td> <td>$N_T.p + d$</td> <td>$N_T.p$</td> <td>$(N_T-2).P + 3d$</td> <td>$(N_T-2).P + 2d$</td> </tr> </tbody> </table>		Forme des spires d'extrémité				Simplement coupée	Simplement meulée	Rapprochée	Rapprochée et meulée	Spire utiles N	N_T	N_T	$N_T - 2$	$N_T - 2$	Longueur écrasée L_E	$d.(N_T+1)$	$d.N_T$	$d.(N_T+1)$	$d.N_T$	Longueur à vide L_0	$N_T.p + d$	$N_T.p$	$(N_T-2).P + 3d$	$(N_T-2).P + 2d$
	Forme des spires d'extrémité																								
	Simplement coupée	Simplement meulée	Rapprochée	Rapprochée et meulée																					
Spire utiles N	N_T	N_T	$N_T - 2$	$N_T - 2$																					
Longueur écrasée L_E	$d.(N_T+1)$	$d.N_T$	$d.(N_T+1)$	$d.N_T$																					
Longueur à vide L_0	$N_T.p + d$	$N_T.p$	$(N_T-2).P + 3d$	$(N_T-2).P + 2d$																					

Formules utiles pour dimensionner les ressorts

Construire le diagramme de dimensionnement (c,d)

1. Déterminer la valeur minimale de l'effort F2 exercé lorsque la soupape est ouverte
2. A partir de la formule de calcul de la rigidité, donner une première relation entre le diamètre du fil d et le rapport d'enroulement :

$$d \geq f_1(c)$$

Calculer la valeur de d pour les valeurs entières de c admissibles et tracer la courbe associée sur le diagramme fourni ci-après.

3. En considérant un critère de résistance statique et en prenant en compte le coefficient de Wahl, déduire une seconde relation :

$$d \geq f_2(c).$$

Compléter le graphe précédent

4. En considérant un critère de résistance en fatigue, en déduire une 3^{ème} relation :

$$d \geq f_3(c).$$

On considèrera dans ce TD que les valeurs admissibles des variations cycliques des contraintes sont indépendantes du diamètre du fil.

5. Choisir un diamètre de fil admissible. Justifier ce choix.
6. Déterminer l'ensemble des caractéristiques géométriques de ce ressort. Vérifier que le ressort travaille bien dans sa zone de linéarité.

