

Ajustements normalisés

Introduction

S'il faut fabriquer une série d'objets identiques, il est impossible à une même forme d'avoir toujours exactement la même dimension d'un objet à l'autre.

Une cote imposée sera plus facile à réaliser si elle peut varier entre deux valeurs limites: une cote maximale et une cote minimale. La différence entre les deux s'appelle la tolérance, ou intervalle de tolérance.

Plus la précision exigée est grande, plus l'intervalle de tolérance doit être petit.

Définitions

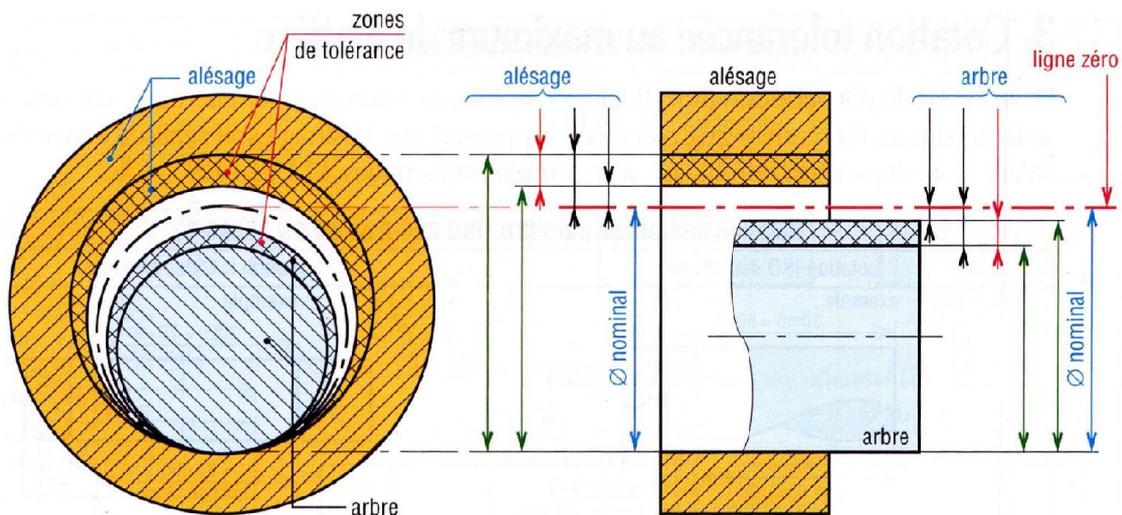
Cote nominale : Dimension ou cote qui sert de référence pour l'identification et l'inscription sur les dessins

Ecart supérieur : Egal à la différence entre la cote maxi et la cote nominale $ES = C_{max} - C_{nom}$

Ecart inférieur : Egal à la différence entre la cote mini et la cote nominale $EI = C_{mini} - C_{nom}$

Notion d'arbre : Désigne une pièce contenue (minuscule)

Notion d'alésage : Désigne une pièce contenant (majuscule)



Alésage

Ecart supérieur $ES = C_{maxi} - C_{nom}$

Ecart inférieur $EI = C_{mini} - C_{nom}$

Arbre

Ecart supérieur $es = c_{maxi} - c_{nom}$

Ecart inférieur $ei = c_{mini} - c_{nom}$

Les ajustements sont des catégories de dimensions normalisées utilisées pour les assemblages de

deux pièces prismatiques ou cylindriques. On trouve :

- les ajustements avec jeu
- les ajustements avec serrage
- les ajustements incertains (jeu ou serrage)

Ajustement avec jeu (glissant)

La cote effective de l'alésage est toujours supérieure à la cote effective de l'arbre. Les IT ne se chevauchent pas.

$$\text{Jeu max} = A_{\text{maxi}} - a_{\text{mini}}$$

$$\text{Jeu mini} = A_{\text{mini}} - a_{\text{maxi}}$$

$$\text{IT jeu} = \text{ITA} + \text{ITa}$$

Ajustement avec serrage

La cote effective de l'arbre est toujours supérieure à la cote effective de l'alésage. Les IT ne se chevauchent pas.

$$\text{Serrage max} = A_{\text{mini}} - a_{\text{maxi}}$$

$$\text{Serrage mini} = A_{\text{maxi}} - a_{\text{mini}}$$

$$\text{IT serrage} = \text{ITA} + \text{ITa}$$

Ajustement incertain

L'ajustement obtenu sera soit avec jeu, soit avec serrage. Les IT se chevauchent.

$$\text{Serrage max} = A_{\text{mini}} - a_{\text{maxi}}$$

$$\text{Jeu max} = A_{\text{maxi}} - a_{\text{mini}}$$

Exemples

H7 g6 : ajustement glissant, avec une très bonne précision de guidage.

H7 m6 : ajustement théoriquement incertain, mais qui, en pratique, se révélera modérément serré (se monte au maillet).

H7 p6 : ajustement suffisamment serré pour transmettre des efforts (se monte à la presse).

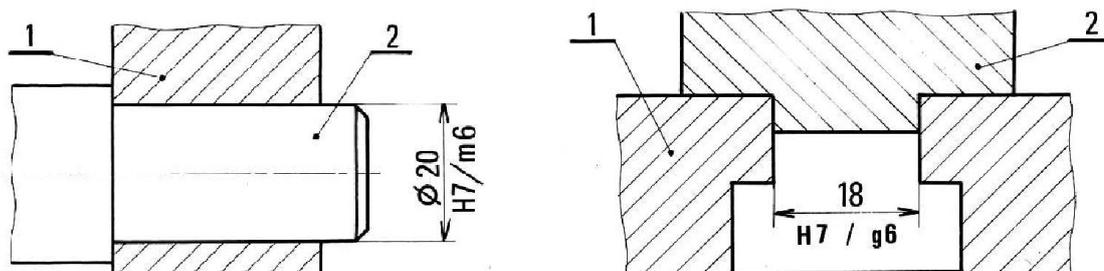
Choix de l'ajustement

Le choix dépend de la liaison à réaliser et de la précision exigée pour le guidage. Les spécifications doivent être suffisantes mais non surabondantes. Une trop grande précision est inutile et chère.

Y a-t-il jeu ou serrage ? Les pièces sont-elles mobiles ou immobiles ? S'agit-il d'un positionnement ou d'un centrage ? La liaison doit-elle transmettre des efforts ? ...

Application

Soient les ajustements des pièces (voir figures)



Donner la nature de l'ajustement (avec jeu, avec serrage ou incertain)

Principaux écarts en micromètres

Alésages	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
D 10	+ 60 + 20	+ 78 + 30	+ 98 + 40	+ 120 + 50	+ 149 + 65	+ 180 + 80	+ 220 + 100	+ 260 + 120	+ 305 + 145	+ 355 + 170	+ 400 + 190	+ 440 + 210	+ 480 + 230
F 7	+ 16 + 6	+ 22 + 10	+ 28 + 13	+ 34 + 16	+ 41 + 20	+ 50 + 25	+ 60 + 30	+ 71 + 36	+ 83 + 43	+ 96 + 50	+ 108 + 56	+ 119 + 62	+ 121 + 68
G 6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 14 + 5	+ 17 + 6	+ 20 + 7	+ 25 + 9	+ 29 + 10	+ 34 + 12	+ 39 + 14	+ 44 + 15	+ 49 + 17	+ 54 + 18	+ 60 + 20
H 6	+ 6 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0	+ 13 0	+ 16 0	+ 19 0	+ 22 0	+ 25 0	+ 29 0	+ 32 0	+ 36 0	+ 40 0
H 7	+ 10 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0	+ 21 0	+ 25 0	+ 30 0	+ 35 0	+ 40 0	+ 46 0	+ 52 0	+ 57 0	+ 63 0
H 8	+ 14 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0	+ 33 0	+ 39 0	+ 46 0	+ 54 0	+ 63 0	+ 72 0	+ 81 0	+ 89 0	+ 97 0
H 9	+ 25 0	+ 30 0	+ 36 0	+ 43 0	+ 52 0	+ 62 0	+ 74 0	+ 87 0	+ 100 0	+ 115 0	+ 130 0	+ 140 0	+ 155 0
H 10	+ 40 0	+ 48 0	+ 58 0	+ 70 0	+ 84 0	+ 100 0	+ 120 0	+ 140 0	+ 160 0	+ 185 0	+ 210 0	+ 230 0	+ 250 0
H 11	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0	+ 130 0	+ 160 0	+ 190 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 290 0	+ 320 0	+ 360 0	+ 400 0
H 12	+ 100 0	+ 120 0	+ 150 0	+ 180 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 300 0	+ 350 0	+ 400 0	+ 460 0	+ 520 0	+ 570 0	+ 630 0
H 13	+ 140 0	+ 180 0	+ 220 0	+ 270 0	+ 330 0	+ 390 0	+ 460 0	+ 540 0	+ 630 0	+ 720 0	+ 810 0	+ 890 0	+ 970 0
J 7	+ 4 - 6	+ 6 - 6	+ 8 - 7	+ 10 - 8	+ 12 - 9	+ 14 - 11	+ 18 - 12	+ 22 - 13	+ 26 - 14	+ 30 - 16	+ 36 - 16	+ 39 - 18	+ 43 - 20
K 6	0 - 6	+ 2 - 6	+ 2 - 7	+ 2 - 9	+ 2 - 11	+ 3 - 13	+ 4 - 15	+ 4 - 18	+ 4 - 21	+ 5 - 24	+ 5 - 27	+ 7 - 29	+ 8 - 32
K 7	0 - 10	+ 3 - 9	+ 5 - 10	+ 6 - 12	+ 6 - 15	+ 7 - 18	+ 9 - 21	+ 10 - 25	+ 12 - 28	+ 13 - 33	+ 16 - 36	+ 17 - 40	+ 18 - 45
M 7	- 2 - 12	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63
N 7	- 4 - 14	- 4 - 16	- 4 - 19	- 5 - 23	- 7 - 28	- 8 - 33	- 9 - 39	- 10 - 45	- 12 - 52	- 14 - 60	- 14 - 66	- 16 - 73	- 17 - 80
N 9	- 4 - 29	0 - 30	0 - 36	0 - 43	0 - 52	0 - 62	0 - 74	0 - 87	0 - 100	0 - 115	0 - 130	0 - 140	0 - 155
P 6	- 6 - 12	- 9 - 17	- 12 - 21	- 15 - 26	- 18 - 31	- 21 - 37	- 26 - 45	- 30 - 52	- 36 - 61	- 41 - 70	- 47 - 79	- 51 - 87	- 55 - 95
P 7	- 6 - 16	- 8 - 20	- 9 - 24	- 11 - 29	- 14 - 35	- 17 - 42	- 21 - 51	- 24 - 59	- 28 - 68	- 33 - 79	- 36 - 88	- 41 - 98	- 45 - 108
P 9	- 9 - 31	- 12 - 42	- 15 - 51	- 18 - 61	- 22 - 74	- 26 - 88	- 32 - 106	- 37 - 124	- 43 - 143	- 50 - 165	- 56 - 186	- 62 - 202	- 68 - 223

Arbres	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18	18 à 30	30 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 180	180 à 250	250 à 315	315 à 400	400 à 500
j11	- 270 - 330	- 270 - 345	- 280 - 370	- 290 - 400	- 300 - 430	- 320 - 470	- 360 - 530	- 410 - 600	- 580 - 710	- 820 - 950	- 1 050 - 1 240	- 1 350 - 1 560	- 1 650 - 1 900
c11	- 60 - 120	- 70 - 145	- 80 - 170	- 95 - 205	- 110 - 240	- 130 - 280	- 150 - 330	- 180 - 390	- 230 - 450	- 280 - 530	- 330 - 620	- 400 - 720	- 480 - 840
d9	- 20 - 45	- 30 - 60	- 40 - 75	- 50 - 93	- 65 - 117	- 80 - 142	- 100 - 174	- 120 - 207	- 145 - 245	- 170 - 285	- 190 - 320	- 210 - 350	- 230 - 385
d10	- 20 - 60	- 30 - 78	- 40 - 98	- 50 - 120	- 65 - 149	- 80 - 180	- 100 - 220	- 120 - 250	- 145 - 305	- 170 - 355	- 190 - 400	- 210 - 440	- 230 - 480
d11	- 20 - 80	- 30 - 105	- 40 - 130	- 50 - 160	- 65 - 195	- 80 - 240	- 100 - 290	- 120 - 340	- 145 - 395	- 170 - 460	- 190 - 510	- 210 - 570	- 230 - 630
e7	- 14 - 24	- 20 - 32	- 25 - 40	- 32 - 50	- 40 - 61	- 50 - 75	- 60 - 90	- 72 - 107	- 85 - 125	- 100 - 146	- 110 - 162	- 125 - 182	- 135 - 198
e8	- 14 - 28	- 20 - 38	- 25 - 47	- 32 - 59	- 40 - 73	- 50 - 89	- 60 - 106	- 72 - 126	- 85 - 148	- 100 - 172	- 110 - 191	- 125 - 214	- 135 - 232
e9	- 14 - 39	- 20 - 50	- 25 - 61	- 32 - 75	- 40 - 92	- 50 - 112	- 60 - 134	- 72 - 159	- 85 - 185	- 100 - 215	- 110 - 240	- 125 - 265	- 135 - 290
f6	- 6 - 12	- 10 - 18	- 13 - 22	- 16 - 27	- 20 - 33	- 25 - 41	- 30 - 49	- 36 - 58	- 43 - 68	- 50 - 79	- 56 - 88	- 62 - 98	- 68 - 108
f7	- 6 - 16	- 10 - 22	- 13 - 28	- 16 - 34	- 20 - 41	- 25 - 50	- 30 - 60	- 36 - 71	- 43 - 83	- 50 - 96	- 56 - 106	- 62 - 119	- 68 - 131
f8	- 6 - 20	- 10 - 28	- 13 - 35	- 16 - 43	- 20 - 53	- 25 - 64	- 30 - 76	- 36 - 90	- 43 - 106	- 50 - 122	- 56 - 137	- 62 - 151	- 68 - 165
g5	- 2 - 6	- 4 - 9	- 5 - 11	- 6 - 14	- 7 - 16	- 9 - 20	- 10 - 23	- 12 - 27	- 14 - 32	- 15 - 35	- 17 - 40	- 18 - 43	- 20 - 47
g6	- 2 - 8	- 4 - 12	- 5 - 14	- 6 - 17	- 7 - 20	- 9 - 25	- 10 - 29	- 12 - 34	- 14 - 39	- 15 - 44	- 17 - 49	- 18 - 54	- 20 - 60
h5	0 - 4	0 - 5	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 15	0 - 18	0 - 20	0 - 23	0 - 25	0 - 27
h6	0 - 6	0 - 8	0 - 9	0 - 11	0 - 13	0 - 16	0 - 19	0 - 22	0 - 25	0 - 29	0 - 32	0 - 36	0 - 40
h7	0 - 10	0 - 12	0 - 15	0 - 18	0 - 21	0 - 25	0 - 30	0 - 35	0 - 40	0 - 46	0 - 52	0 - 57	0 - 63

h8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-14	-18	-22	-27	-33	-39	-46	-54	-63	-72	-81	-89	-97
h9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-25	-30	-36	-43	-52	-62	-74	-87	-100	-115	-130	-140	-155
h10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-40	-48	-58	-70	-84	-100	-120	-140	-160	-185	-210	-230	-250
h11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-60	-75	-90	-110	-130	-160	-190	-220	-250	-290	-320	-360	-400
h13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-140	-180	-220	-270	-330	-390	-460	-540	-630	-720	-810	-890	-970
j6	+4	+6	+7	+8	+9	+11	+12	+13	+14	+16	+16	+18	+20
	-2	-2	-2	-3	-4	-5	-7	-9	-11	-13	-16	-18	-20
js5	±2	±2,5	±3	±4	±4,5	±5,5	±6,5	±7,5	±9	±10	±11,5	±12,5	±13,5
js6	±3	±4	±4,5	±5,5	±6,5	±8	±9,5	±11	±12,5	±14,5	±16	±18	±20
js9	±12	±15	±18	±21	±26	±31	±37	±43	±50	±57	±65	±70	±77
js11	±30	±37	±45	±55	±65	±80	±95	±110	±125	±145	±160	±180	±200
k5	+4	+6	+7	+9	+11	+13	+15	+18	+21	+24	+27	+29	+32
	0	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+3	+3	+4	+4	+4	+5
k6	+6	+9	+10	+12	+15	+18	+21	+25	+28	+33	+36	+40	+45
	0	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+3	+3	+4	+4	+4	+5
m5	+6	+9	+12	+15	+17	+20	+24	+28	+33	+37	+43	+46	+50
	+2	+4	+6	+7	+8	+9	+11	+13	+15	+17	+20	+21	+23
m6	+8	+12	+15	+18	+21	+25	+30	+35	+40	+46	+52	+57	+63
	+2	+4	+6	+7	+8	+9	+11	+13	+15	+17	+20	+21	+23
n6	+10	+16	+19	+23	+28	+33	+39	+45	+52	+60	+66	+73	+80
	+4	+8	+10	+12	+15	+17	+20	+23	+27	+31	+34	+37	+40
p6	+12	+20	+24	+29	+35	+42	+51	+59	+68	+79	+88	+98	+108
	+6	+12	+15	+18	+22	+26	+32	+37	+43	+50	+56	+62	+68

Qualité de la tolérance

Plus le chiffre est faible, la qualité est meilleure, mais le prix augmente d'une façon exponentielle .

Quelques ordres de grandeur :

	Classe de qualité	Tolérance sur une dimension de 40 mm
Usinage d'ébauche	11 à 13	0,2 à 0,5 mm
Usinage de finition	7 ou 8	0,025 à 0,04 mm
Rectification	5 ou 6	0,01 à 0,016 mm
Rodage	4	quelques microns...

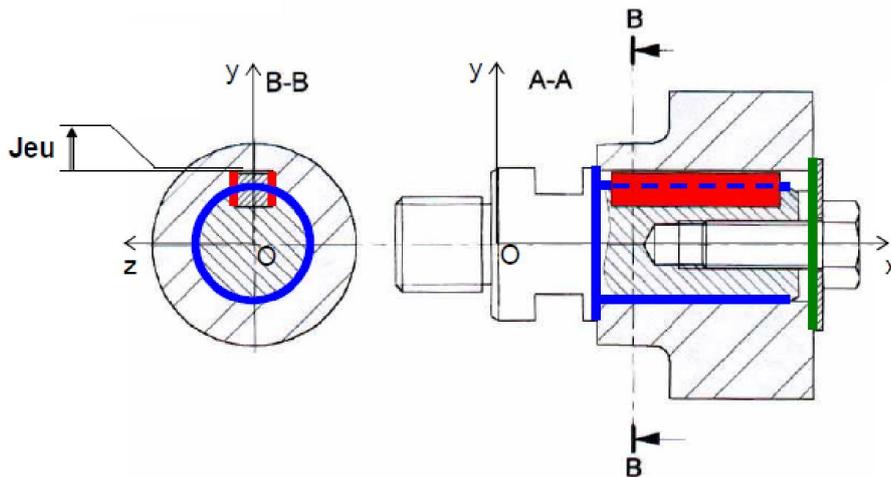
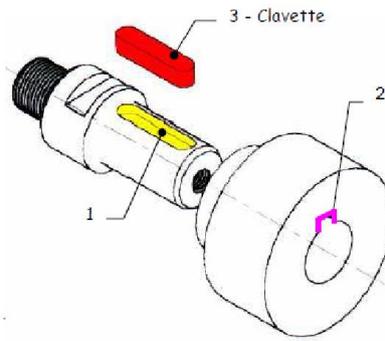
Éléments d'obstacles

Clavette

Une clavette est une pièce qui a pour fonction de lier en rotation deux pièces (liaison de moyeux). implantée par moitié environ dans un arbre et dans un moyeu pour l'autre moitié.

Un clavetage se réalise entre un arbre (1) et un moyeu (2) s'assemblant par l'intermédiaire de formes cylindriques ou coniques.

1. Rainure de clavette dans l'arbre
2. Rainure de clavette dans le moyeu
3. Clavette



Il existe plusieurs types de clavettes:

Clavettes parallèles

Elles sont utilisées lorsque le diamètre d de l'arbre est proche de la longueur l de la clavette ($l < 1,5d$).

Il existe trois formes de clavettes parallèles

Clavette parallèle forme A	Clavette parallèle forme B	Clavette parallèle forme C	Clavette disque

Calcul :

- 1) La précision dépend de l'ajustement de l'assemblage cylindrique et de l'ajustement de la clavette
- 2) Les dimensions de la clavette doivent être déterminées en fonction de sa sollicitation (cisaillement + matage)

Dimensionnement d'une clavette

a) Dimensionnement au cisaillement

La surface cisillée A_{cis} de la clavette est égale à : $A_{cis} = a l$

En appelant V l'effort tranchant s'exerçant sur celle-ci, on trouve :

$$\tau_{moyen} = \frac{V}{A_{cis}} = \frac{V}{a l}$$

On remarque que :

$$V \frac{d}{2} = M_t \Rightarrow V = \frac{2 M_t}{d}$$

d : le diamètre de l'arbre (mm)

Mt : le moment de torsion (Nmm)

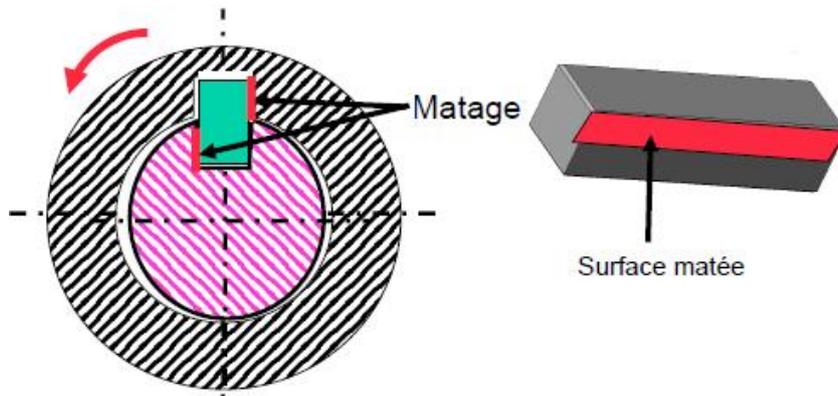
On aura

$$\tau_{moyen} = \frac{2 M_t}{a l d} \leq \tau_{adm cis}$$

$$l \geq \frac{2 M_t}{a d \tau_{adm cis}}$$

l est la longueur de la clavette en mm

b) Dimensionnement au matage



La pression admissible de matage doit être beaucoup plus faible.

En effet, il faut que l'on puisse facilement monter et démonter l'assemblage. Aucune déformation n'est permise.

En pratique, pour le calcul d'une clavette, c'est la condition de non matage qui sera excellente par rapport à la condition au cisaillement.

Pour assurer la condition de non matage il faut :

$$\frac{V}{\frac{b}{2} l} \leq p_{adm mat} \quad \text{et} \quad V = \frac{2 M_t}{d}$$

$$l \geq \frac{4 M_t}{b d p_{adm mat}}$$

P adm mat : pression admissible de matage N/mm²

b : hauteur de la clavette en mm.

Les longueurs des clavettes sont uniformisées dans l'industrie et toujours un multiple de 5mm.

Application

Une poulie transmet à un arbre de 80 mm de diamètre un couple moteur de 1200 Nm.

Si nous considérons un coefficient de sécurité de 5 et un clavetage fixe utilisé dans de très mauvaises conditions, déterminez le dimensionnement de la clavette à utiliser.

(Acier spécial à clavettes : $R_m = 1000 \text{ N/mm}^2$ et $R_e = 850 \text{ N/mm}^2$).

Solution

Clavette normalisée pour un diamètre 80 mm $a = 22 \text{ mm}$ et $b = 14 \text{ mm}$.

Calcul au cisaillement

$$\tau_{adm\ cis} = 0.8 \frac{R_e}{S} = 0.8 \times \frac{850}{5} = 136 \text{ N/mm}^2$$

$$l \geq \frac{2 M_t}{a d \tau_{adm\ cis}} = \frac{2 \times 1200 \cdot 10^3}{22 \times 80 \times 136} = 10 \text{ mm}$$

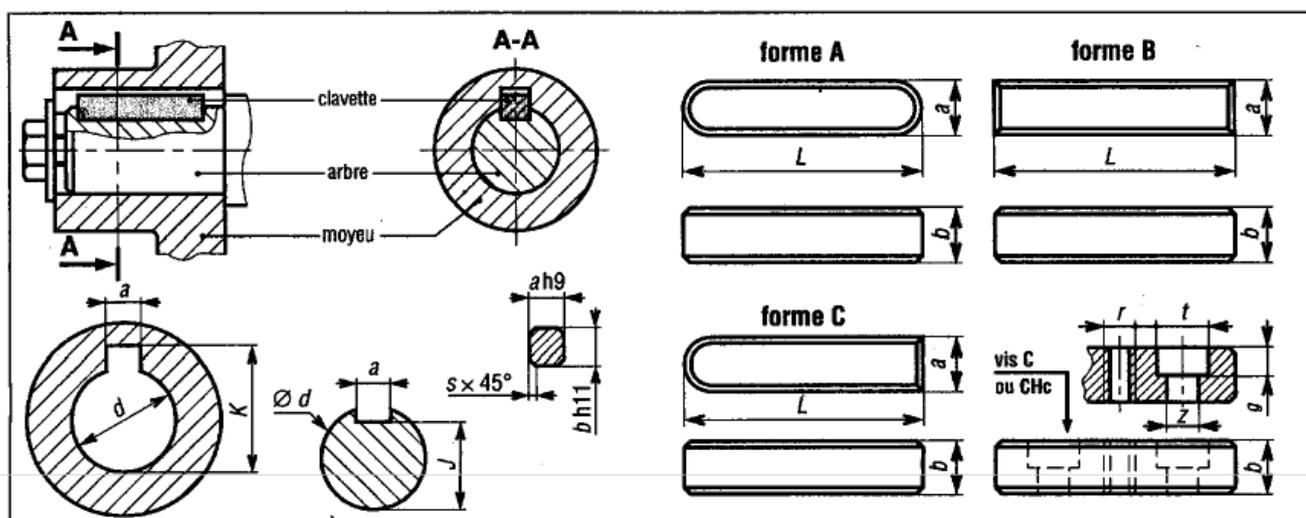
Calcul au matage

$$p_{adm\ mat} = 40 \text{ N/mm}^2$$

$$l \geq \frac{4 M_t}{b d p_{adm\ mat}} = \frac{4 \times 1200 \cdot 10^3}{14 \times 80 \times 40} = 107 \text{ mm}$$

Longueur choisie : 110 mm

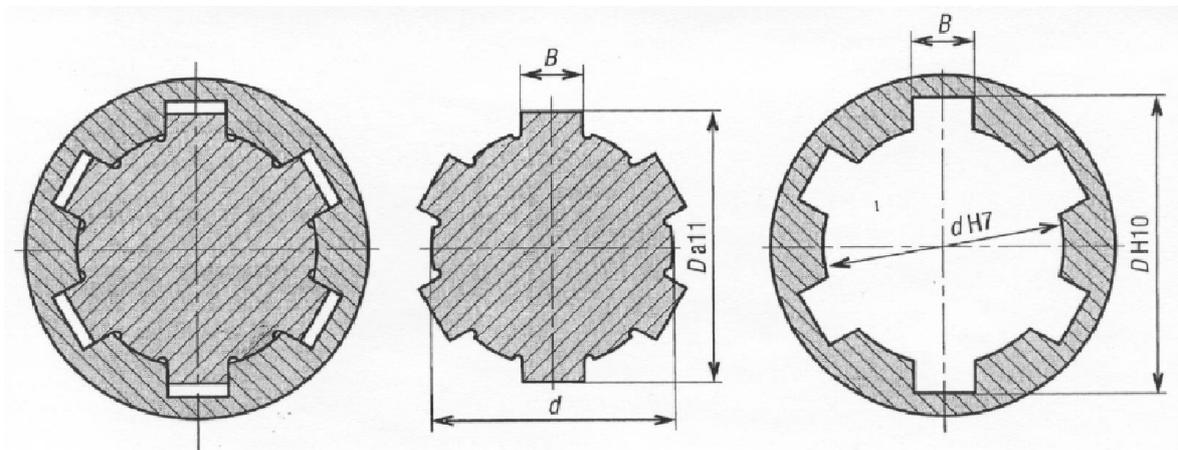
Ajustement des clavettes



Montage	Libre	normal	serré
a_{arbre}	H9	N9	P9
a_{moyeu}	D10	Js9	P9
a_{clavette}	h9	h9	h9

Cannelures

Les cannelures sont des rainures taillées dans l'arbre ou dans le moyeu. Elles permettent de transmettre des couples importants, l'une mâle (l'arbre), l'autre femelle (le moyeu) ; dans certains cas, le moyeu peut coulisser sur l'arbre.



Calcul de dimensionnement

La surface portante équivalente A par unité de longueur (75% de la surface portante théorique)

$$A = \frac{3}{4} \cdot n \cdot h$$

Couple transmissible

$$C = \frac{pALD_m}{2}$$

Condition de non matage

$$p = \frac{2C}{ALD_m} \leq p_{adm}$$

Détermination de la longueur des cannelures

$$L \geq \frac{8C}{3nhD_m p_{adm}}$$

n : nombre de cannelures

h : hauteur d'une cannelure

C : couple à transmettre

p : pression de contact

L : longueur des cannelures

Dm : diamètre moyen : $(D+d)/2$

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.

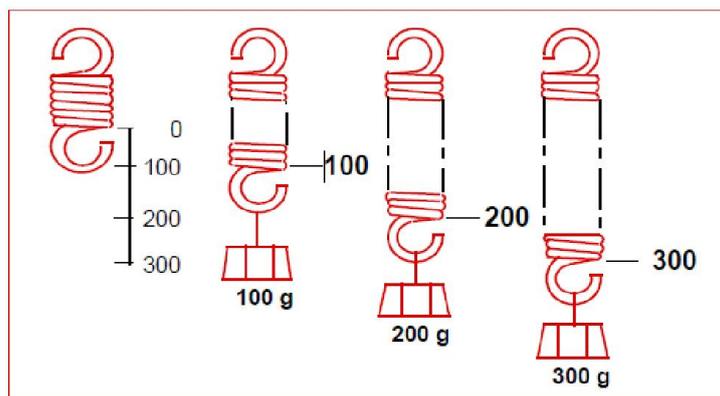
Loi de Hooke

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 : $F = ks$

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

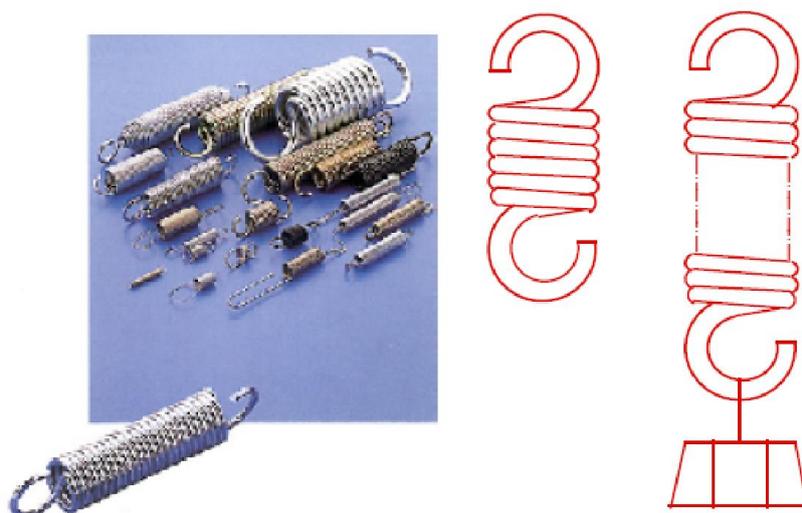
Le ressort de compression est le type le plus employé. Comme son nom l'indique, il est conçu pour être comprimé. La sollicitation doit ainsi être principalement axiale et dirigée vers le ressort.

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.



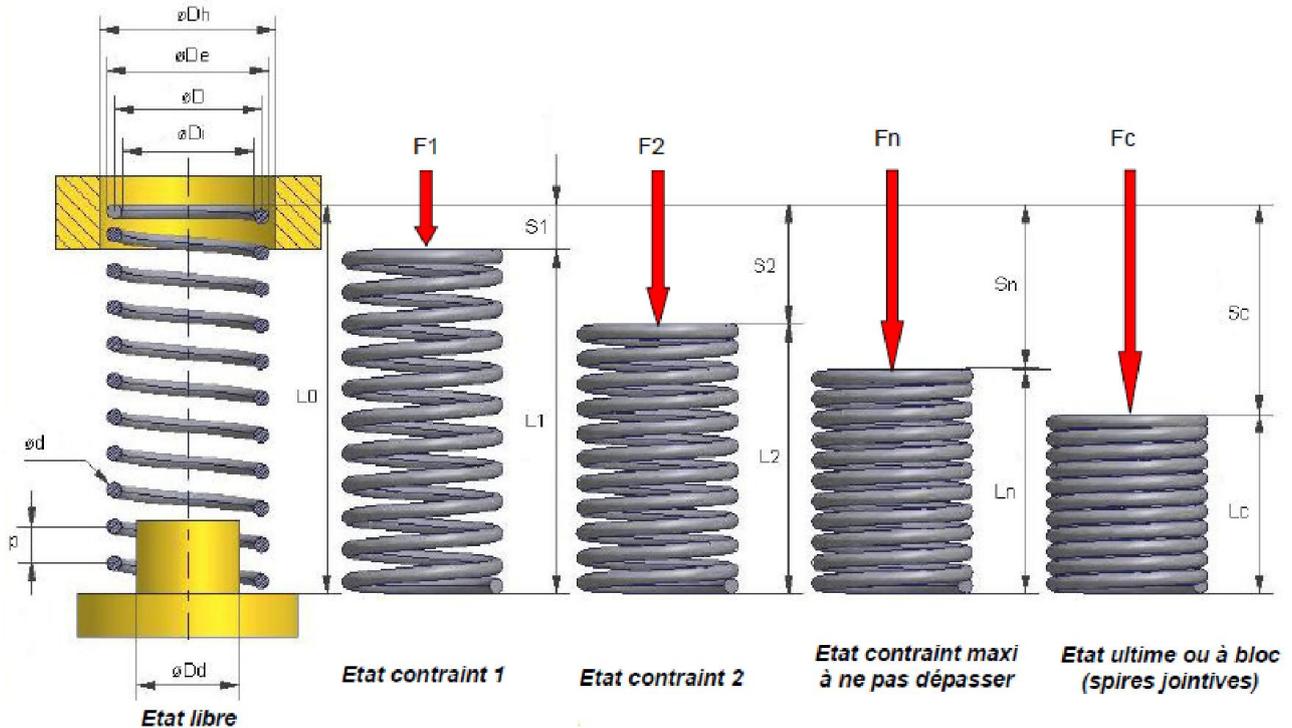
Matériaux des ressorts

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 ($< 7^\circ$) :

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

(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 : $d \geq \sqrt[3]{\frac{8.\|\vec{F}_2\|.D}{\pi.R_{pg}}}$

Assemblage des plastiques

Le Collage

Un collage est un assemblage de matériaux au moyen d'une colle.

Les adhésifs sont des produits organiques. Ils ont souvent des caractéristiques mécaniques plus variables que les métaux. On peut donc se demander ce qui peut permettre à un assemblage collé d'être plus résistant qu'un assemblage riveté par exemple. Ceci tient au fait que lorsque l'on colle deux matériaux, on les assemble sur toute leur surface de contact. Chaque cm² de surface collée est moins résistant qu'une vis, mais la multiplication des surfaces et donc la multiplication des points de liaison peut entraîner un assemblage plus résistant. C'est pour cela que l'on doit, lors d'un assemblage par collage, éviter toute concentration des efforts et répartir la colle de manière uniforme sur la plus grande surface possible (création d'un joint de colle).

Il faut éviter le clivage et le pelage qui entraînent l'apparition d'efforts localisés lorsque l'assemblage est soumis à une contrainte. L'assemblage est alors fragilisé.

Avantages

Répartition plus régulière des contraintes

Possibilité d'assembler des matériaux de nature et d'épaisseur différente.

Peu de détérioration des matériaux au niveau du joint : pas de température d'assemblage élevée, pas d'ouverture des pièces, absence de corrosion électrochimique.

Élasticité des joints collés : amortissement des vibrations.

Étanchéité des joints collés et possibilité d'isolation électrique, électromagnétique, acoustique...

Allègement des structures

Amélioration de l'esthétique de l'assemblage

Prix de revient généralement inférieur à un assemblage traditionnel

Opération facilement automatisable permettant des grandes cadences de production

Inconvénients

Résistance à la chaleur souvent limitée

La durabilité en milieux sévères est parfois moyenne (5 à 20 ans)

Des traitements de surfaces sont souvent nécessaires

Faible résistance au pelage

Démontage difficile

Le temps de prise de la colle est parfois long.