

SPIROL[®]

RONDELLES RESSORT





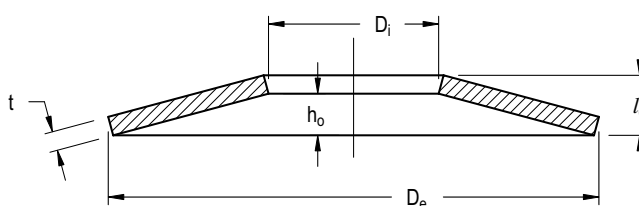
Les rondelles ressort sont des pièces coniques conçues pour résister à des charges axiales. Ce qui rend les rondelles ressort uniques, c'est que si l'on se base sur les calculs standard de la norme DIN EN 16984 (anciennement DIN 2092), on peut prévoir leur course pour une charge donnée et déterminer leur cycle de vie. Les rondelles ressort peuvent supporter des charges statiques en continu ou par intermittence, ou être soumises à des charges dynamiques en continu. Elles peuvent être utilisées seules ou empilées en parallèle, en série ou en configuration mixte.

Les avantages des rondelles ressort comparées aux autres types de ressorts incluent :

- une large gamme de caractéristiques charge/déflexion
- une capacité de charge élevée pour une déflexion réduite
- un gain d'espace : grande résistance pour un encombrement minimum
- des performances consistantes sous des charges de conception
- une résistance à la fatigue plus grande
- une capacité d'amortissement intrinsèque, particulièrement avec les empilements en parallèle
- une souplesse dans la disposition des empilages pour pouvoir s'adapter au mieux aux besoins de votre application.

SCHEMA DES DIMENSIONS

D_e = diamètre extérieur de la rondelle
 D_i = diamètre intérieur de la rondelle
 l_o = hauteur libre de la rondelle au repos
 t = épaisseur de la rondelle
 h_o = hauteur du cône de la rondelle au repos



SYMBOLES ET UNITES UTILISES DANS LES APPLICATIONS DE RONDELLES ELASTIQUES

F	= force ou charge appliquée	N
s	= déflexion de la rondelle pour une charge donnée	mm
s	= contrainte	MPa
E	= module d'élasticité	MPa
μ	= module de Poisson	—

GAMME DE PRODUITS STANDARD

GAMME DIN EN 16983 (anciennement DIN 2093)

La gamme **SPIROL** inclut toutes les rondelles spécifiées dans la norme DIN EN 16983 (anciennement DIN 2093), séries A, B et C des groupes 1 et 2.

GAMME STANDARD SPIROL

En plus des dimensions spécifiées par DIN, SPIROL possède sa propre gamme de tailles standard à partir du diamètre extérieur 8 jusqu'à 200 mm pour pouvoir répondre aux besoins variés de ses clients. Les rondelles standard SPIROL sont conformes aux matériaux, tolérances et spécifications qualité de la norme DIN EN 16983 (anciennement DIN 2093) mais dans des combinaisons de diamètres et d'épaisseurs en dehors des standards DIN.

DEFINITIONS DES PRODUITS STANDARD

PROPRIETE	GROUPE 1	GROUPE 2
EPAISSEUR	<1,25mm	1,25mm à 6mm
MATERIAU	Code B – Acier haut carbone C67S (1.1231) / UNS G10700	Code W – Acier allié 51CrV4 (1.8159) / UNS G61500
DURETE	HV 425-510 (HRC 43-50)	HRC 42-52 (HV 412-544)
FINITION	Code R – Phosphate et huile	

Il y a trois séries – A, B et C – dans chaque groupe. Ces séries se différencient par l'épaisseur du matériau et la courbe force/course qu'elles génèrent (**voir page 2**). DIN EN 16983 (anciennement DIN 2093) catégorise ces trois séries par les facteurs relatifs suivants :

SÉRIE A	$D_e/t \approx 18$	$h_o/t \approx 0,4$
SÉRIE B	$D_e/t \approx 28$	$h_o/t \approx 0,75$
SÉRIE C	$D_e/t \approx 40$	$h_o/t \approx 1,3$

Voir pages 10 à 14 pour la gamme SPIROL.

En plus des matières standards, SPIROL offre une ligne de **rondelles élastiques en INOX austénitique**.

MATERIAU	Code D – SAE 301 acier inoxydable très dur (X10CrNi18-8 No 1.4310 / UNS 30100)
FINITION	Code K – Brut non huilé

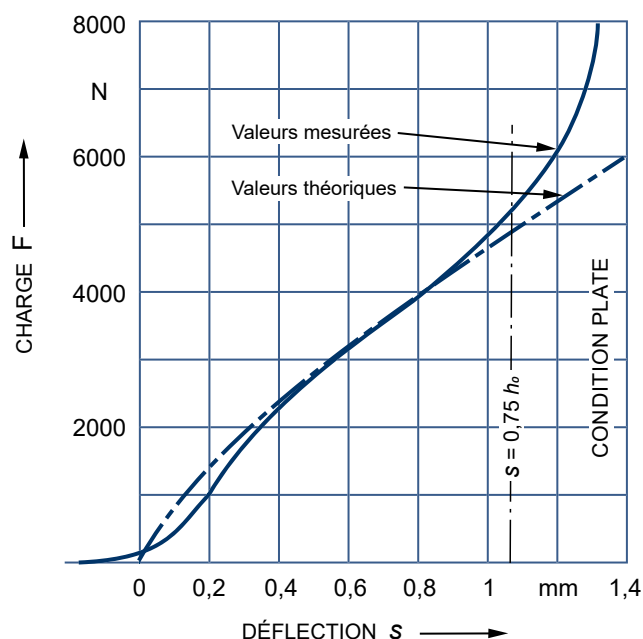
Voir page 15 pour la gamme SPIROL.

PRODUITS SPECIAUX

SPIROL travaille en partenariat avec ses clients afin de développer des rondelles spéciales qui puissent satisfaire les exigences de leur application. Les facteurs à considérer sont les forces appliquées, les paramètres d'application, l'environnement, les cycles de travail et la longévité requise. SPIROL peut produire des dimensions, des matières, des finitions et des emballages spéciaux qui conviendront à votre application.

POUR COMMANDER : Produit / $D_e \times D_i \times t$ / code matériau / code finition
EXEMPLE: DSC 25 x 12,2 x 0,7 BR

DÉFLECTION THÉORIQUE ET DÉFLECTION RÉELLE



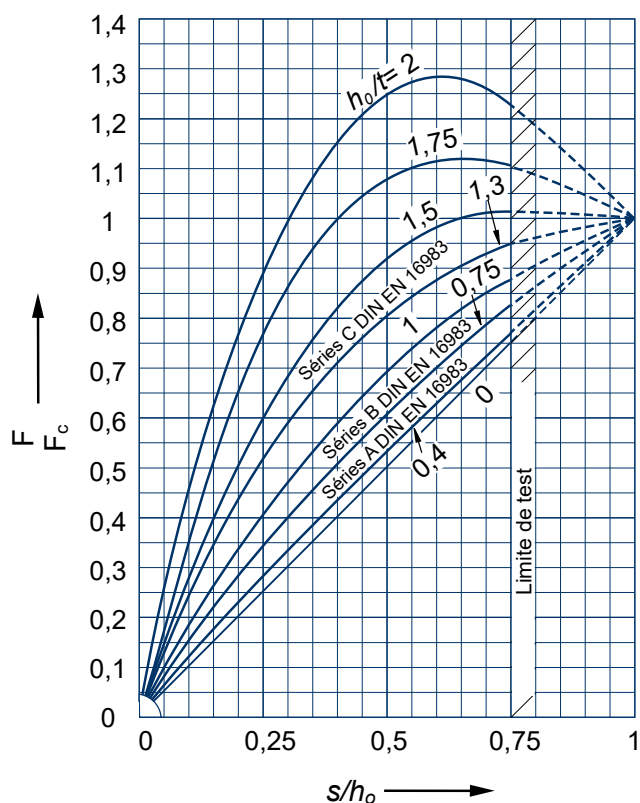
Au démarrage, la courbe mesurée dévie légèrement de la valeur théorique à cause d'efforts résiduels.

Dans la partie centrale – généralement celle de travail – la déflexion réelle mesurée coïncide fortement avec la courbe théorique.

Plus la déflexion augmente, plus la force de bras de levier diminue et la force requise augmente nettement. Quand le ratio s/h_0 dépasse 0,75, l'écart par rapport à la théorie se creuse nettement. Par conséquent, la prévisibilité du ratio charge / déflexion est limitée à 75 % de la déformation totale (h_0).

Le graphique montre les caractéristiques d'une rondelle ressort DIN EN 16983 (anciennement DIN 2093), Groupe 2, Série B de dimension 50 x 25,4 x 2.

RELATION ENTRE LA CHARGE ET LA DÉFLECTION



F_c est la charge nominale de la rondelle dans la position plate.

La courbe charge / déflexion d'une seule rondelle n'est pas linéaire. Sa forme dépend du ratio entre la hauteur (h_0) du cône et l'épaisseur (t) (h_0/t). Si le rapport est petit, 0,4 (DIN Série A), la caractéristique est pratiquement une ligne droite. La charge de déformation devient de plus en plus incurvée plus le ratio h_0/t augmente.

Jusqu'à un ratio de 1,5 les rondelles peuvent être mises à plat sans risque.

Pour un ratio de 1,5 la courbe est plate pour une grande amplitude de déformations. Cela est utile pour la compensation d'usure.

Au dessus de 1,5 les rondelles démontrent des caractéristiques graduellement régressives et sont capables de s'inverser et doivent donc être supportées.

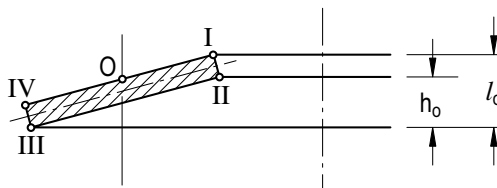
Pour les ratios supérieurs à 2, les rondelles peuvent s'inverser lorsqu'elles sont poussées vers la position plate.

POINTS CRITIQUES

Lorsqu'une rondelle ressort est soumise à une charge, des contraintes de compression sont générées aux points I et IV. Les contraintes de compression agissent généralement sur la surface supérieure de la rondelle.

Au point théorique (O) entre les points I et IV, la contrainte ne doit pas dépasser la limite d'élasticité du matériau de la rondelle ressort (1 400 - 1 600 MPa pour les matériaux spécifiés) afin d'éviter toute déformation permanente.

Les contraintes de traction aux points II et III constituent la base des calculs de résistance à la fatigue. Les contraintes de traction agissent généralement sur la surface inférieure de la rondelle ressort.



CHARGE STATIQUE

Une charge statique est définie comme étant le fait de porter une charge constante ou une charge changeant occasionnellement à des intervalles de temps relativement longs, et ne dépassant pas dix mille cycles par durée de vie nominale. Dans ce cas, la contrainte calculée la plus élevée au point O est la plus critique et ne doit pas dépasser 1400 - 1600 MPa. La gamme standard de rondelle ressort peut être utilisée dans des conditions de charge statique sans qu'il soit nécessaire d'effectuer des calculs théoriques de contrainte. Dans ces conditions, le jeu du ressort n'est pas un facteur prédominant avec des contraintes jusqu'à $S = 0.75 h_0$.

CHARGE DYNAMIQUE

L'un des principaux avantages de l'utilisation des rondelles ressort DIN est qu'elles peuvent être utilisées dans des applications cycliques à hautes fréquences où la résistance à la fatigue est une préoccupation majeure. Afin de tirer le maximum d'avantages des rondelles ressort dans ces applications, plusieurs éléments sont à prendre en compte. En termes simplifiés, les techniques suivantes aideront à s'assurer que la bonne rondelle ressort est sélectionnée pour répondre aux exigences de l'application.

Comprendre l'application:

Connaître la charge de la rondelle ressort est crucial et nécessite des informations spécifiques telles que la précharge, les forces de travail, le déplacement, le profil de mouvement et la fréquence. D'autres facteurs tels que la durée de vie requise, la température de fonctionnement et les conditions environnementales qui peuvent nécessiter une protection contre la corrosion ou des exigences de propreté contribuent tous à la résistance à la fatigue réelle et doivent être pris en compte.

Concevoir pour réduire au minimum les contraintes:

La résistance à la fatigue d'une rondelle ressort est directement liée à l'importance des contraintes développées dans la pièce au cours de son cycle. Ceci s'applique à la fois à la contrainte maximale développée pendant la partie de charge la plus élevée du cycle et à la contrainte différentielle entre la pleine charge et l'état à vide ou préchargé.

Sélectionner la configuration appropriée:

Afin de minimiser les contraintes dans la pièce, il est souvent recommandé d'utiliser la capacité des rondelles ressort à être orientés dans des piles pré-assemblées constituées de rondelles en série ou en parallèle. Les rondelles en parallèles permettent d'augmenter les forces pour une taille de rondelle donnée, tandis que les rondelles en série permettent des courses plus longues pour l'application. Ces deux éléments permettront à la conception de minimiser les contraintes générées dans chaque rondelle ressort, prolongeant ainsi sa durée de vie.

Le processus d'estimation de la durée de résistance à la fatigue d'une rondelle ressort est itératif par nature. Il n'est pas possible de sélectionner une durée de résistance à la fatigue et de revenir en arrière pour arriver à une configuration de la rondelle ressort. Les étapes de base pour estimer la durée de vie en fatigue sont les suivantes :



1. Déterminer les exigences de l'application dans l'état le moins chargé. Ceci permet de spécifier la force requise pour que les rondelles ressort exercent une pression minimale dans l'état comprimé.
2. Déterminer l'état de pleine charge de la rondelle ressort. Ceci peut être spécifié par la longueur de course ou une charge supplémentaire qui sera exercée sur la rondelle ressort.
3. À l'aide des informations ci-dessus, sélectionnez la configuration des rondelles ressort susceptibles de fonctionner dans une application statique. Ceci devra être basé sur :
 - Taille et série des rondelles ressort pour qu'une précharge minimale d'environ 15 % à 20 % de la charge nominale maximale de la rondelle soit maintenue en tout temps. Si cette précharge n'est pas maintenue, il est probable que la rondelle ressort se brise au niveau du bord supérieur du diamètre intérieur en raison de contraintes de compression inversées.
 - Le nombre de rondelles nécessaires pour les déplacements requis. La déflexion maximale ne doit pas dépasser la compression recommandée de la rondelle.
 - L'orientation et la quantité des rondelles ressort afin que la capacité de charge maximale des rondelles ne soit pas dépassée pendant la partie la plus chargée de l'application.
 - En règle générale, il est préférable d'utiliser des rondelles ressort plus grandes et plus légères (série B ou C) que des rondelles ressort plus petits et plus résistants (série A) dans une application.
4. En utilisant la taille sélectionnée de rondelle ressort, déterminez la compression supportée dans les deux conditions extrêmes. Si seules les forces sont connues, les calculs doivent être effectués pour déterminer quelle sera la compression. Ceux-ci peuvent être extrapolés à partir des valeurs du catalogue ou déterminés à l'aide des formules fournies dans la norme DIN EN 16984. Lors de l'utilisation des formules, la contrainte et la force résultante de la rondelle sont déterminées par la compression de la rondelle ressort.
5. Pour la rondelle ressort sélectionnée, déterminez quel sera le point critique de la rondelle. Selon le disque utilisé, les points critiques peuvent se trouver au niveau des bords suivants :
 - ID inférieur Point II
 - OD inférieur Point IIIDans la pratique, il est préférable d'évaluer les contraintes aux deux points. Le bord le plus sollicité sera le facteur limitant pour déterminer la durée de vie de la rondelle ressort.
6. Calculez les contraintes pour les points II et III aux deux niveaux de compression. Pour ce faire, il est possible d'extrapoler les valeurs des tableaux du catalogue, mais il est préférable d'utiliser les formules éprouvées de la norme DIN EN 16984.
7. À l'aide des graphiques des Schéma 1 et Schéma 2, déterminez l'intersection de la contrainte minimale sur l'abscisse et de la contrainte maximale sur l'ordonnée.
8. En règle générale, il est préférable de maintenir la précharge de 15 à 20 % sur la rondelle dans les conditions les moins sollicitées, puis de minimiser la course nécessaire par rondelle.

Les diagrammes ci-dessous représentent la durée de vie typique de rondelles testées en laboratoire. Pour bien utiliser ces graphiques, il est important de trouver les contraintes maximum aux points de course minimum et maximum de la rondelle. Comme chacun des deux points II ou III peut être le plus chargé, il est conseillé d'évaluer les deux et de prendre le cas le plus critique.

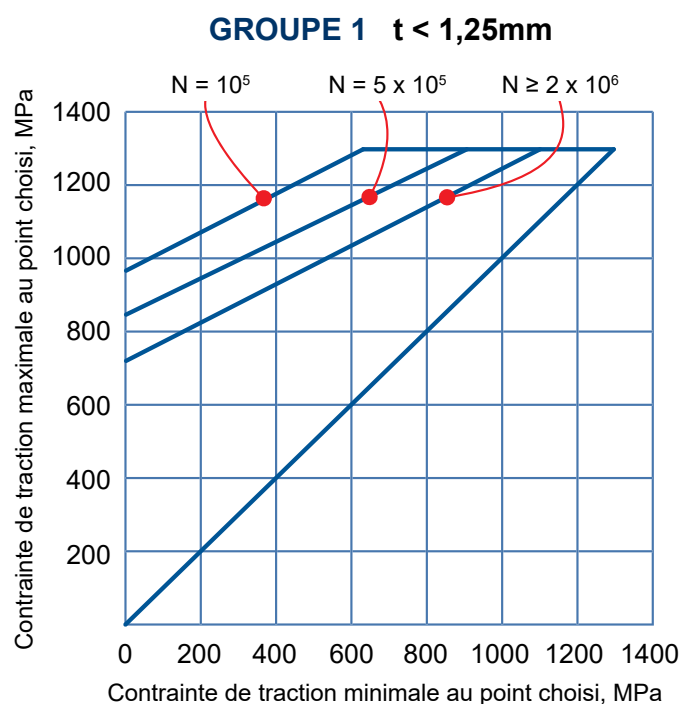


Schéma 1

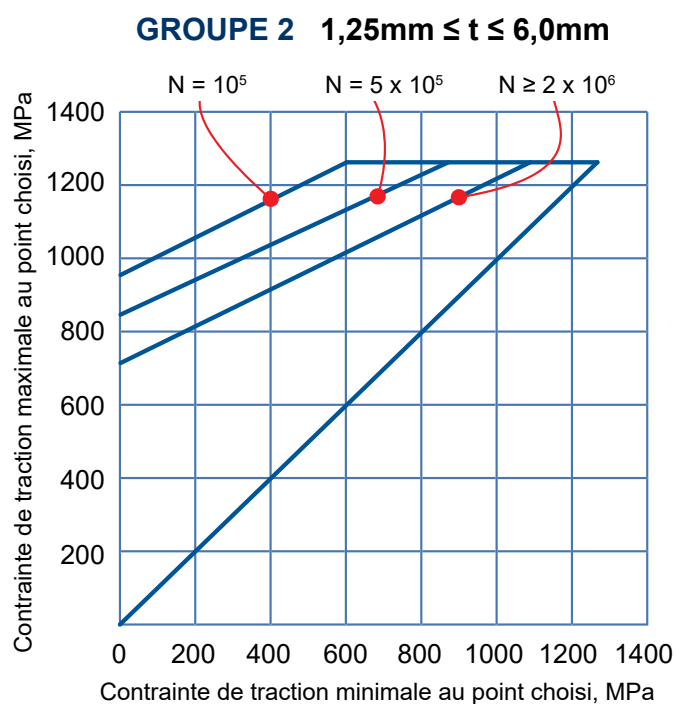


Schéma 2

Ces valeurs sont basées sur des tests en laboratoire avec des équipements pour tests de fatigue produisant des cycles de charge sinusoïdaux et qui donnent 99 % de probabilité de vie en fatigue. Ces chiffres sont valables pour des rondelles seules ou empilées en séries de 10 maximum avec des pré-charges de 15 % à 20 %. Les cycles ont été réalisés à température ambiante et à un rythme ne créant pas de chaleur significative, en utilisant des surfaces durcies et polies.

Les rondelles empilables en parallèle réduisent considérablement la durée de résistance à la fatigue, car les déformations individuelles des rondelles peuvent être atténuées en raison des interactions avec la rondelle correspondante, ce qui entraîne des contraintes localisées plus élevées. Les applications à haute fréquence sans lubrification adéquate peuvent également réduire la durée de vie en fatigue due à la chaleur générée par la friction. Le guidage des rondelles empilées, la conception des surfaces adjacentes et l'utilisation de rondelles trempées sont autant d'éléments particulièrement importants dans les applications de fatigue. Le désalignement des rondelles empilées doit être uniforme afin d'éviter les points de contact qui entraîneront des concentrations de contraintes et des défaillances prématurées.

Ces valeurs s'appliquent seulement aux matériaux standards de la norme DIN qui n'ont pas été grenailés. Le grenailage peut augmenter la résistance à la fatigue de certaines rondelles, mais des tests sont nécessaires pour déterminer les avantages exacts.

DIMENSIONNEMENT ET CHOIX

- Choisissez la rondelle avec le diamètre extérieur (D_e) le plus grand. Cela réduit les contraintes pour un certain ratio Force (F)/déflexion (s) et donc augmente la durée de vie en fatigue. Un ratio diamètre extérieur (D_e) / diamètre intérieur (D_i) de 1,7 à 2,2 améliore aussi les performances et la longévité.
- Choisissez une rondelle qui supporte la force maximum requise à moins de 75 % de sa déflexion. Une course de 75 % de la hauteur du cône (h_o) devrait être le maximum. Réduire la course augmente la durée de vie en fatigue.
- Les courbes Force/déflexion peuvent être modifiées en variant le ratio hauteur du cône (h_o) / épaisseur (t). Les courbes pour rondelles peuvent être tracées avec les données force/déflexion disponibles en pages 10 à 15 à 25 %, 50 %, 75 % et 100 % de déflexion.
- Les rondelles plus épaisses ont de meilleures propriétés d'amortissement (hystérésis).

RESISTANCE A LA FATIGUE

- La résistance à la fatigue peut être améliorée en augmentant la précontrainte et en réduisant la course maximale. Cela nécessitera sûrement des rondelles supplémentaires en série, mais améliorera la résistance à la fatigue.
- Le grenaillage engendre des contraintes de compression positives sur la surface de la rondelle. Cela réduit les risques de ruptures de fatigue dus aux contraintes de traction qui partent en général de la surface de la pièce.
- La pré contrainte se définit par une ou plusieurs compressions de rondelles traitées thermiquement jusqu'à la position plate. Les tensions induites donnent lieu à des déformations plastiques, ce qui réduit la hauteur de la rondelle. La hauteur conique restante (h_o) provient de l'équilibre des forces et moments des contraintes résiduelles. Les rondelles n'auront plus de déformations plastiques lors des prochaines charges, ce qui permet des contraintes de chargement plus élevées et une meilleure résistance à la fatigue.

MATERIAUX ET FINITIONS

- L'acier haut carbone et l'acier allié apportent une excellente résistance et durée de vie pour la plupart des applications. Le traitement de surface standard, phosphaté et huilé, protège bien de l'humidité et des moisissures occasionnelles. D'autres finitions plus efficaces sont disponibles, mais ont tendance à s'user dans des applications dynamiques.
- La finition galvanique devrait toujours être évitée. La fragilisation par l'hydrogène engendre un risque trop élevé dans des rondelles de dureté supérieure à HRC 40 soumises à charges importantes.
- L'acier inoxydable austénitique est un très bon choix pour des applications statiques et avec peu de cycles. Il apporte une forte résistance et une excellente résistance à la corrosion. Ce matériau continue son écrouissage lorsqu'il est utilisé, donc son cycle de vie est limité mais sa résistance au fluage est bonne.
- Pour des applications dynamiques où une protection contre la corrosion est requise, les aciers en inox durcis par précipitation sont recommandés. Ces aciers sont quasiment aussi résistants que les matériaux du standard DIN et largement anticorrosifs.
- A des températures supérieures à environ 100°C (200°F), les matériaux du standard DIN peuvent souffrir du fluage ou se déformer définitivement. Entre 150°C et 200°C (300°F et 400°F), les matériaux perdent leur résistance et ne sont plus considérés comme fiables. Les aciers inoxydables sont légèrement plus résistants à la température, mais seulement jusqu'à 300°C (575°F).

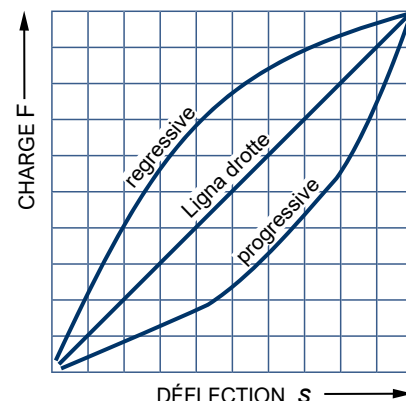
ORIENTATION

- Les empilements courts sont plus efficaces, particulièrement pour des charges dynamiques. Les rondelles placées du côté de la charge dynamique sont très déformées alors que les rondelles à l'opposé de la charge le sont peu. Cela provient du frottement entre chaque rondelle et entre les rondelles et l'axe ou la chemise de guidage. L'utilisation de rondelles avec le diamètre extérieur le plus grand possible réduira le nombre de rondelles et la hauteur de l'empilement. Il est recommandé que la hauteur totale de l'empilement ne dépasse pas trois fois le diamètre extérieur (D_e) ou 10 rondelles au total.
- Pour une utilisation des rondelles en parallèle, il faut prendre en compte les facteurs suivants :
 1. Dans les applications dynamiques, la génération de chaleur.
 2. La relation entre la charge et la décharge due aux frottements.
 3. L'hystérésis, l'amortissement plus important dû aux frottements entre les rondelles.
 4. La lubrification, essentielle pour des empilements en parallèle.
- La lubrification est nécessaire pour utiliser les rondelles efficacement et plus longtemps. Pour des applications standards, un lubrifiant solide tel que le bisulfure de molybdène suffira. Pour des applications critiques et corrosives, un lubrifiant type huile ou graisse peut être requis.
- Les rondelles durcies atténuent les dommages de surface et les empreintes quand les rondelles ressort sont utilisées avec des matériaux souples.

EMPILAGE

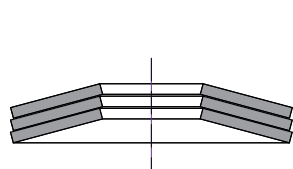
L'empilement de rondelles individuelles apporte au concepteur :

- une large gamme de combinaisons force/déflexion
- la possibilité de concevoir des courbes de chargement spécifiques à l'application, aussi bien progressives que régressives
- la possibilité d'inclure une gamme de caractéristiques d'amortissement dans le design.



METHODES D'EMPILAGE

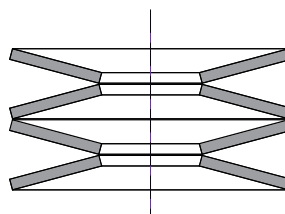
EN PARALLÈLE



Course : identique à une seule rondelle

Force élastique : celle d'une seule rondelle multipliée par le nombre de pièces utilisées

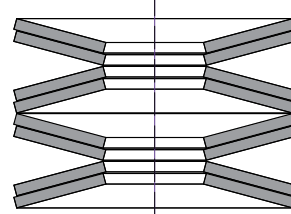
EN SÉRIE



Course : celle d'une seule rondelle multipliée par le nombre de pièces utilisées

Force élastique : identique à une seule rondelle

EN COMBINAISON



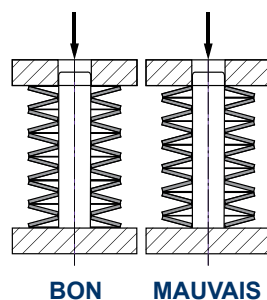
Course : celle d'une seule rondelle multipliée par le nombre de pièces utilisées en série

Force élastique : celle d'une seule rondelle multipliée par le nombre de pièces utilisées en parallèle

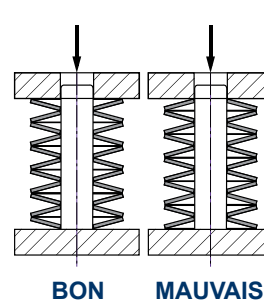
Il faut prendre en considération les frottements entre les surfaces des rondelles en parallèle. Une estimation de 2 à 3 % de la force pour chaque surface de contact est raisonnable, une force plus importante pour le chargement et plus faible pour le déchargement. Les rondelles montées en parallèle doivent être bien lubrifiées et il est vivement conseillé que le nombre de rondelles montées en parallèle soit limité à un maximum de 4 afin de réduire les écarts entre les caractéristiques calculées et mesurées. Les rondelles montées en parallèle amplifient le phénomène d'hystérésis.

CONSTRUCTION DES EMPILAGES

NOMBRE PAIR DE RONDELLES



NOMBRE IMPAIR DE RONDELLES



Normalement, il est souhaitable que les deux extrémités de l'empilement s'appuient sur le bord le plus large de la rondelle. Avec un nombre impair de rondelles dans l'empilement, cela n'est pas possible. Dans ce cas, le bord le plus large doit être disposé du côté où la force est appliquée, à l'extrémité mobile de l'empilement.

PRÉ-ASSEMBLÉ

SPIROL propose des empilements rondelles ressort pré-assemblés (graissés ou non graissés) dans des configurations personnalisées, emballées sous film rétractable avec une languette perforée pour faciliter l'insertion dans l'assemblage. Cela permet de gagner du temps et d'éviter les erreurs dans le processus de montage.

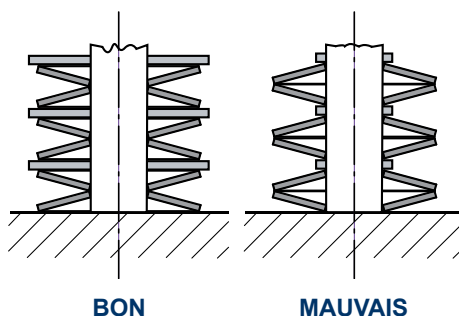


GUIDAGE DE L'EMPILEMENT

Les empilages doivent être guidés afin de garder les rondelles en position. La méthode préférée est le guidage intérieur, comme une tige à travers le diamètre intérieur. En cas de guidage extérieur, l'utilisation d'un manchon est conseillée. Dans les deux cas, le composant de guidage doit être cémenté à une profondeur d'au moins 0,6 mm et d'une dureté de 58 HRC. Une rugosité inférieure ou égale à ≤ 4 microns est également recommandée.

Il est recommandé de prévoir un jeu libre entre les rondelles et le composant de guidage car le diamètre des rondelles change avec la compression :

D_e ou D_i (mm)	JEU LIBRE (mm)
$d \leq 16$	0,2
$16 < d \leq 20$	0,3
$20 < d \leq 26$	0,4
$26 < d \leq 31,5$	0,5
$31,5 < d \leq 50$	0,6
$50 < d \leq 80$	0,8
$80 < d \leq 140$	1,0
$140 < d \leq 250$	1,6

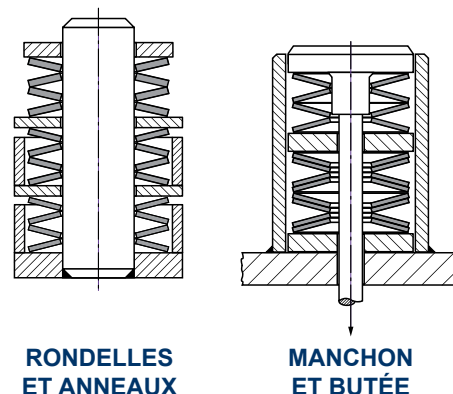


Les rondelles d'épaisseur inférieure ou égale à 1 mm peuvent présenter un problème de stabilité au niveau de la surface de contact. Dans de tels cas, l'utilisation d'une rondelle plate en contact avec le diamètre extérieur des rondelles est recommandée.

COURBES DE CHARGEMENT PROGRESSIVES

Une courbe progressive peut être obtenue en assemblant des empilages dans lesquelles les rondelles vont fléchir l'une après l'autre lors de la charge. Généralement, cela est fait par 1) empilage en série d'ensembles d'une, deux ou trois rondelles en parallèle ou 2) empilage de rondelles de différentes épaisseurs en série. Il est cependant nécessaire d'utiliser un moyen de limiter la compression sur la rondelle la plus faible afin d'éviter de trop la faire travailler pendant que les rondelles plus épaisses sont toujours en phase de compression.

Empilages de rondelles pour obtenir des courbes de chargement progressives et limiteurs de course pour éviter la surcharge.



TOLERANCE DU DIAMETRE

Diamètre extérieur : D_e h12
Diamètre intérieur : D_i H12

Concentricité : $D_e \leq 50 \text{ mm}$ 2 • IT 11
 $D_e > 50 \text{ mm}$ 2 • IT 12

D_e ou D_i en mm	TOLERANCE D_e NÉGATIVE en mm	TOLERANCE D_i POSITIVE en mm	TOLERANCE DE CONCENTRICITÉ ¹
3 ≤ d ≤ 6	0,12	0,12	0,15
6 < d ≤ 10	0,15	0,15	0,18
10 < d ≤ 18	0,18	0,18	0,22
18 < d ≤ 30	0,21	0,21	0,26
30 < d ≤ 50	0,25	0,25	0,32
50 < d ≤ 80	0,30	0,30	0,60
80 < d ≤ 120	0,35	0,35	0,70
120 < d ≤ 180	0,40	0,40	0,80
180 < d ≤ 250	0,46	0,46	0,92

1) En référence au diamètre extérieur D_e .

TOLERANCE D'ÉPAISSEUR (t)

ÉPAISSEUR en mm	TOLERANCE en mm	
	POSITIVE	NÉGATIVE
0,2 ≤ t ≤ 0,6	0,02	0,06
0,6 < t ≤ 1,25	0,03	0,09
1,25 < t ≤ 3,8	0,04	0,12
3,8 < t ≤ 6	0,05	0,15

TOLERANCE DE HAUTEUR LIBRE TOTALE (l_0) *

ÉPAISSEUR (t) mm	TOLERANCE en mm	
	POSITIVE	NÉGATIVE
t ≤ 1,25	0,10	0,05
1,25 ≤ t ≤ 2	0,15	0,08
2 < t ≤ 3	0,20	0,10
3 < t ≤ 6	0,30	0,15

* Conformément à la norme DIN EN 16983 (anciennement DIN 2093), il est permis de dépasser la tolérance standard pour l_0 afin de se conformer aux exigences de charges des rondelles ressorts.

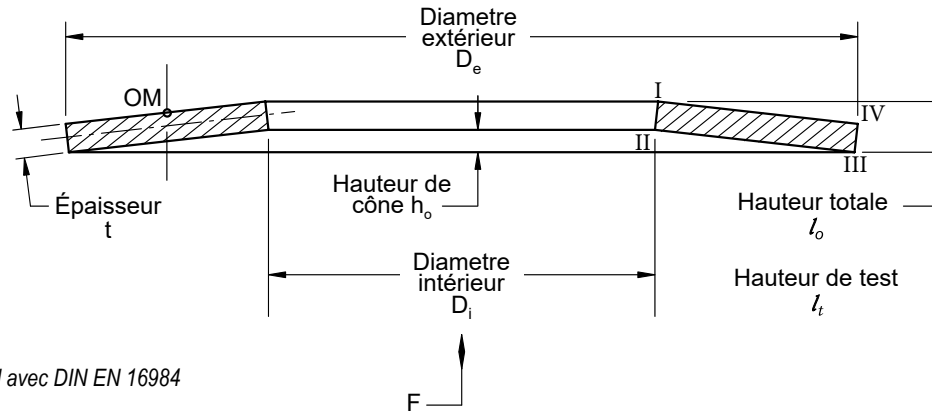
TOLERANCE DE FORCE ELASTIQUE

La force statique (**F**) d'une seule rondelle devrait être déterminée pour une rondelle compressée avec un lubrifiant approprié. Les plaques qui compressent la rondelle doivent être trempées, rectifiées et polies.

Les écarts suivants s'appliquent pour des applications normales :

ÉPAISSEUR (t) en mm	ECART PERMIT en charge F à $s = 0,75 h_0$ en %
t < 1,25	+ 25 % - 7,5 %
1,25 ≤ t ≤ 3	+ 15 % - 7,5 %
3 < t ≤ 6	+ 10 % - 5 %

RONDELLES ELASTIQUES SELON DIN EN 16983 (anciennement DIN 2093)



Déflexion s en mm
Force F en N
Contrainte σ en MPa
Valeurs calculées en accord avec DIN EN 16984
(anciennement DIN 2092)

MATERIAUX STANDARDS		
B	« t » < 1,25mm	HV 425 - 510
	Acier haut carbone	HRC 43 - 50
W	« t » ≥ 1,25mm	HV 412 - 544
	Acier allié	HRC 42 - 52
FINITION STANDARD		
R	Phosphaté, huilé	

Voir page 15 pour les rondelles élastiques
SPIROL en Inox.

POUR COMMANDER : Produit / De x Di x t / code matériau / code finition
EXEMPLE : DSC 25 x 12,2 x 0,7 BR

Séries DIN	DIMENSIONS						FORCE, DÉFLECTION ET CONTRAINTES BASÉES SUR E = 206 kMPa ET $\mu = 0,3$																						
							Précontrainte, s = 0,15 h _o						s = 0,25 h _o						s = 0,5 h _o						s = 0,75 h _o				
	D _e	D _i	t	l _o	h _o	h _o /t	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_{OM}
	8,0	3,2	0,20	0,40	0,20	1,00	0,03	0,37	8	37	144	0,05	0,35	12	97	276	0,10	0,30	20	211	433	0,15	0,25	26	409	600	0,20	30	-710
	8,0	3,2	0,30	0,55	0,25	0,83	0,04	0,51	29	113	247	0,06	0,49	46	207	401	0,13	0,43	79	511	750	0,19	0,36	104	912	1 046	0,25	126	-1 332
	8,0	3,2	0,40	0,60	0,20	0,50	0,03	0,57	43	212	214	0,05	0,55	69	365	350	0,10	0,50	130	792	666	0,15	0,45	186	1 281	949	0,20	238	-1 421
	8,0	3,2	0,50	0,70	0,20	0,40	0,03	0,67	79	299	249	0,05	0,65	128	511	408	0,10	0,60	246	1 083	782	0,15	0,55	357	1 717	1 123	0,20	465	-1 776
C	8,0	4,2	0,20	0,45	0,25	1,25	0,04	0,41	14	-7	253	0,06	0,39	21	8	409	0,13	0,33	33	114	753	0,19	0,26	39	319	1 034	0,25	42	-1 003
B	8,0	4,2	0,30	0,55	0,25	0,83	0,04	0,51	33	99	308	0,06	0,49	52	184	501	0,13	0,43	89	467	938	0,19	0,36	118	847	1 312	0,25	142	-1 505
A	8,0	4,2	0,40	0,60	0,20	0,50	0,03	0,57	48	198	268	0,05	0,55	78	343	439	0,10	0,50	147	749	837	0,15	0,45	210	1 218	1 194	0,20	269	-1 605
	10,0	3,2	0,30	0,65	0,35	1,17	0,05	0,60	34	39	234	0,09	0,56	51	90	378	0,18	0,48	82	308	697	0,26	0,39	98	652	957	0,35	108	-1 147
	10,0	3,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,05	0,80	104	253	302	0,09	0,76	165	447	492	0,18	0,68	296	1 021	925	0,26	0,59	404	1 721	1 299	0,35	500	-1 911
	10,0	4,2	0,40	0,70	0,30	0,75	0,05	0,66	50	134	249	0,08	0,63	79	241	405	0,15	0,55	140	570	760	0,23	0,48	189	988	1 066	0,30	232	-1 384
	10,0	4,2	0,50	0,75	0,25	0,50	0,04	0,71	68	208	221	0,06	0,69	110	359	361	0,13	0,63	206	778	688	0,19	0,56	294	1 260	981	0,25	377	-1 441
	10,0	4,2	0,60	0,85	0,25	0,42	0,04	0,81	111	277	250	0,06	0,79	182	473	410	0,13	0,73	347	1 008	785	0,19	0,66	502	1 604	1 125	0,25	652	-1 730
C	10,0	5,2	0,25	0,55	0,30	1,20	0,05	0,51	20	2	235	0,08	0,48	30	21	380	0,15	0,40	48	133	702	0,23	0,32	58	336	965	0,30	63	-957
B	10,0	5,2	0,40	0,70	0,30	0,75	0,05	0,66	56	124	298	0,08	0,63	88	224	485	0,15	0,55	155	539	912	0,23	0,47	209	943	1 281	0,30	257	-1 531
A	10,0	5,2	0,50	0,75	0,25	0,50	0,04	0,71	75	198	266	0,06	0,69	122	343	435	0,13	0,63	228	749	829	0,19	0,56	325	1 218	1 182	0,25	418	-1 595
	12,0	4,2	0,40	0,80	0,40	1,00	0,06	0,74	55	76	238	0,10	0,70	85	149	385	0,20	0,60	141	411	714	0,30	0,50	178	786	988	0,40	206	-1 228
	12,0	4,2	0,50	0,90	0,40	0,80	0,06	0,84	91	158	266	0,10	0,80	143	285	432	0,20	0,70	249	683	809	0,30	0,60	331	1 193	1 130	0,40	402	-1 535
	12,0	5,2	0,40	0,80	0,40	1,00	0,06	0,74	58	62	270	0,10	0,70	90	124	438	0,20	0,60	149	358	813	0,30	0,50	188	700	1 126	0,40	217	-1 295
	12,0	5,2	0,50	0,90	0,40	0,80	0,06	0,84	96	137	303	0,10	0,80	150	251	493	0,20	0,70	263	611	923	0,30	0,60	350	1 080	1 291	0,40	424	-1 619
	12,0	5,2	0,60	0,95	0,35	0,58	0,05	0,90	122	213	279	0,09	0,86	196	372	455	0,18	0,78	361	828	863	0,26	0,69	506	1 367	1 222	0,35	641	-1 700
	12,0	5,2	0,80	1,10	0,30	0,38	0,05	1,06	217	319	275	0,08	1,03	356	545	452	0,15	0,95	685	1 151	869	0,23	0,88	998	1 818	1 251	0,30	1 302	-1 943
	12,0	6,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,05	0,80	84	139	291	0,09	0,76	134	249	475	0,18	0,68	239	582	894	0,26	0,59	326	1 001	1 259	0,35	404	-1 544
	12,0	6,2	0,60	0,95	0,35	0,58	0,05	0,90	133	204	325	0,09	0,86	214	358	531	0,18	0,78	394	801	1 007	0,26	0,69	552	1 329	1 429	0,35	699	-1 853
	12,0	6,2	0,80	1,10	0,30	0,38	0,05	1,06	236	311	322	0,08	1,03	388	531	529	0,15	0,95	747	1 124	1 017	0,23	0,88	1 090	1 780	1 465	0,30	1 419	-2 118

RONDELLES ELASTIQUES SELON DIN EN 16983 (anciennement DIN 2093)

Séries DIN	DIMENSIONS						FORCE, DÉFLECTION ET CONTRAINTES BASÉES SUR E = 206 kMPa ET $\mu = 0,3$																						
							Précontrainte, s = 0,15 h _o					s = 0,25 h _o					s = 0,5 h _o					s = 0,75 h _o					s = h _o		
	D _e	D _i	t	l _o	h _o	h _o /t	s	l _t	F	$\sigma_{ }$	σ_{III}	s	l _t	F	$\sigma_{ }$	σ_{III}	s	l _t	F	$\sigma_{ }$	σ_{III}	s	l _t	F	$\sigma_{ }$	σ_{III}	s	F	σ_{OM}
C	12,5	6,2	0,35	0,80	0,45	1,29	0,07	0,73	55	-14	314	0,11	0,69	84	2	506	0,23	0,58	130	134	932	0,34	0,46	151	393	1 278	0,45	160	-1 250
B	12,5	6,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,05	0,80	76	129	258	0,09	0,76	120	231	420	0,18	0,68	215	539	791	0,26	0,59	294	925	1 114	0,35	363	-1 388
A	12,5	6,2	0,70	1,00	0,30	0,43	0,05	0,96	147	235	259	0,08	0,93	239	403	425	0,15	0,85	457	864	814	0,23	0,77	660	1 382	1 167	0,30	855	-1 666
	14,0	6,2	0,90	1,25	0,35	0,39	0,05	1,20	269	301	273	0,09	1,16	440	514	448	0,18	1,08	846	1 090	860	0,26	0,99	1 230	1 727	1 236	0,35	1 602	-1 889
C	14,0	7,2	0,35	0,80	0,45	1,29	0,07	0,73	45	-13	259	0,11	0,69	68	0	418	0,23	0,58	106	103	770	0,34	0,46	123	309	1 055	0,45	131	-1 018
B	14,0	7,2	0,50	0,90	0,40	0,80	0,06	0,84	76	94	258	0,10	0,80	120	173	419	0,20	0,70	210	428	787	0,30	0,60	279	764	1 101	0,40	338	-1 293
A	14,0	7,2	0,80	1,10	0,30	0,38	0,05	1,06	173	228	235	0,08	1,03	284	390	386	0,15	0,95	547	826	743	0,23	0,87	797	1 308	1 071	0,30	1 040	-1 551
	15,0	5,2	0,40	0,95	0,55	1,38	0,08	0,87	67	-15	249	0,14	0,81	101	3	401	0,28	0,68	154	142	735	0,41	0,54	176	417	1 002	0,55	181	-1 079
	15,0	5,2	0,70	1,25	0,55	0,79	0,08	1,17	216	201	324	0,14	1,11	340	362	526	0,28	0,98	596	861	985	0,41	0,84	797	1 496	1 376	0,55	969	-1 888
	15,0	6,2	0,50	1,00	0,50	1,00	0,08	0,93	89	64	262	0,13	0,88	138	129	424	0,25	0,75	229	368	787	0,38	0,63	289	716	1 089	0,50	334	-1 275
	15,0	6,2	0,60	1,05	0,45	0,75	0,07	0,98	112	135	246	0,11	0,94	178	243	400	0,23	0,83	314	574	752	0,34	0,71	424	994	1 054	0,45	519	-1 377
	15,0	6,2	0,70	1,10	0,40	0,57	0,06	1,04	138	189	228	0,10	1,00	222	328	373	0,20	0,90	411	727	707	0,30	0,80	578	1 195	1 002	0,40	733	-1 428
	15,0	8,2	0,70	1,10	0,40	0,57	0,06	1,04	159	178	293	0,10	1,00	256	311	479	0,20	0,90	474	694	909	0,30	0,80	666	1 150	1 291	0,40	844	-1 646
	15,0	8,2	0,80	1,20	0,40	0,50	0,06	1,14	226	226	320	0,10	1,10	367	391	523	0,20	1,00	689	856	997	0,30	0,90	982	1 392	1 423	0,40	1 261	-1 881
C	16,0	8,2	0,40	0,90	0,50	1,25	0,08	0,83	55	-6	247	0,13	0,78	84	10	399	0,25	0,65	131	117	735	0,38	0,52	154	322	1 009	0,50	165	-988
B	16,0	8,2	0,60	1,05	0,45	0,75	0,07	0,98	109	109	258	0,11	0,94	172	197	420	0,23	0,83	304	474	790	0,34	0,71	410	830	1 109	0,45	503	-1 333
A	16,0	8,2	0,90	1,25	0,35	0,39	0,05	1,20	221	226	238	0,09	1,16	363	386	391	0,18	1,08	697	820	751	0,26	0,99	1 013	1 301	1 080	0,35	1 319	-1 555
	18,0	6,2	0,40	1,00	0,60	1,50	0,09	0,91	57	-32	198	0,15	0,85	85	-30	319	0,30	0,70	126	52	583	0,45	0,55	139	247	791	0,60	137	-816
	18,0	6,2	0,50	1,10	0,60	1,20	0,09	1,01	85	23	217	0,15	0,95	130	61	350	0,30	0,80	206	234	646	0,45	0,65	245	520	885	0,60	267	-1 021
	18,0	6,2	0,60	1,20	0,60	1,00	0,09	1,11	124	78	236	0,15	1,05	191	152	382	0,30	0,90	317	416	708	0,45	0,75	400	794	980	0,60	462	-1 225
	18,0	6,2	0,70	1,40	0,70	1,00	0,11	1,30	229	105	321	0,18	1,23	354	207	520	0,35	1,05	588	567	964	0,53	0,88	742	1 080	1 333	0,70	855	-1 667
	18,0	6,2	0,80	1,50	0,70	0,88	0,11	1,40	307	169	343	0,18	1,33	480	313	556	0,35	1,15	822	779	1 037	0,53	0,98	1 072	1 399	1 443	0,70	1 277	-1 905
	18,0	8,2	0,70	1,25	0,55	0,79	0,08	1,17	161	118	267	0,14	1,11	255	216	434	0,28	0,98	446	523	815	0,41	0,84	596	922	1 141	0,55	725	-1 412
	18,0	8,2	0,80	1,30	0,50	0,63	0,08	1,23	193	166	252	0,13	1,18	309	292	411	0,25	1,05	564	660	777	0,38	0,93	783	1 104	1 098	0,50	984	-1 468
	18,0	8,2	1,00	1,50	0,50	0,50	0,08	1,43	345	250	290	0,13	1,38	559	432	475	0,25	1,25	1 051	939	904	0,38	1,13	1 497	1 523	1 289	0,50	1 921	-1 834
C	18,0	9,2	0,45	1,05	0,60	1,33	0,09	0,96	80	-22	272	0,15	0,90	121	-14	440	0,30	0,75	186	83	809	0,45	0,60	214	291	1 106	0,60	223	-1 052
B	18,0	9,2	0,70	1,20	0,50	0,71	0,08	1,13	147	120	258	0,13	1,08	233	216	421	0,25	0,95	417	509	792	0,38	0,82	566	879	1 114	0,50	699	-1 363
A	18,0	9,2	1,00	1,40	0,40	0,40	0,06	1,34	276	223	240	0,10	1,30	451	382	394	0,20	1,20	865	814	757	0,30	1,10	1 254	1 295	1 088	0,40	1 631	-1 558
	20,0	8,2	0,60	1,30	0,70	1,17	0,11	1,20	141	23	267	0,18	1,13	214	63	432	0,35	0,95	342	246	797	0,53	0,78	412	550	1 095	0,70	1 453	-1 202
	20,0	8,2	0,70	1,35	0,65	0,93	0,10	1,25	168	84	257	0,16	1,19	262	161	416	0,33	1,03	442	426	775	0,49	0,86	569	795	1 076	0,65	668	-1 302
	20,0	8,2	0,80	1,40	0,60	0,75	0,09	1,31	199	136	245	0,15	1,25	315	244	398	0,30	1,10	557	576	748	0,45	0,95	751	998	1 048	0,60	921	-1 373
	20,0	8,2	0,90	1,50	0,60	0,67	0,09	1,41	265	177	262	0,15	1,35	423	313	427	0,30	1,20	765	715	804	0,45	1,05	1 051	1 205	1 133	0,60	1 311	-1 545
C	20,0	10,2	0,50	1,15	0,65	1,30	0,10	1,05	94	-15	261	0,16	0,99	141	-4	422	0,33	0,83	219	98	776	0,49	0,66	254	305	1 063	0,65	268	-1 024
B	20,0	10,2	0,80	1,35	0,55	0,69	0,08	1,27	191	129	258	0,14	1,21	304	230	421	0,28	1,08	547	536	793	0,41	0,94	748	917	1 118	0,55	929	-1 386
	20,0	10,2	0,90	1,45	0,55	0,61	0,08	1,37	257	166	277	0,14	1,31	412	292	452	0,28	1,18	754	659	856	0,41	1,04	1 050	1 102	1 212	0,55	1 323	-1 560
	20,0	10,2	1,00	1,55	0,55	0,55	0,08	1,47	337	203	296	0,14	1,41	544	354	484	0,28	1,28	1 010	783	920	0,41	1,14	1 425	1 288	1 307	0,55	1 815	-1 733
A	20,0	10,2	1,10	1,55	0,45	0,41	0,07	1,48	335	222	242	0,11	1,44	548	379	397	0,23	1,33	1 050	809	761	0,34	1,21	1 521	1 290	1 093	0,45	1 976	-1 560
A	20,0	10,2	1,25	1,75	0,50	0,40	0,08	1,68	544	283	303	0,13	1,63	890	484	498	0,25	1,50	1 708	1 030	955	0,38	1,38	2 477	1 639	1 373	0,50	3 222	-1 969

RONDELLES ELASTIQUES SELON DIN EN 16983 (anciennement DIN 2093)

Séries DIN	DIMENSIONS						FORCE, DÉFLECTION ET CONTRAINTES BASÉES SUR E = 206 kMPa ET $\mu = 0,3$																						
							Précontrainte, s = 0,15 h _o					s = 0,25 h _o					s = 0,5 h _o					s = 0,75 h _o					s = h _o		
	D _e	D _i	t	l _o	h _o	h _o /t	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_{OM}
C	22,5	11,2	0,60	1,40	0,80	1,33	0,12	1,28	160	-23	302	0,20	1,20	240	-14	488	0,40	1,00	370	98	897	0,60	0,80	426	336	1 227	0,80	444	-1 178
B	22,5	11,2	0,80	1,45	0,65	0,81	0,10	1,35	195	93	253	0,16	1,29	306	171	412	0,33	1,13	533	425	771	0,49	0,96	707	762	1 079	0,65	855	-1 276
A	22,5	11,2	1,25	1,75	0,50	0,40	0,08	1,68	424	224	234	0,13	1,63	693	383	384	0,25	1,50	1 330	815	737	0,38	1,37	1 929	1 296	1 059	0,50	2 509	-1 534
	23,0	8,2	0,70	1,50	0,80	1,14	0,12	1,38	183	37	245	0,20	1,30	279	87	397	0,40	1,10	448	295	733	0,60	0,90	544	626	1 007	0,80	602	-1 173
	23,0	8,2	0,80	1,55	0,75	0,94	0,11	1,44	214	92	237	0,19	1,36	332	175	384	0,38	1,18	560	457	714	0,56	0,99	719	846	991	0,75	842	-1 257
	23,0	8,2	0,90	1,70	0,80	0,89	0,12	1,58	311	125	277	0,20	1,50	486	233	449	0,40	1,30	829	589	837	0,60	1,10	1 078	1 066	1 164	0,80	1 279	-1 508
	23,0	8,2	1,00	1,70	0,70	0,70	0,11	1,60	319	178	241	0,18	1,53	507	315	393	0,35	1,35	909	723	738	0,53	1,18	1 240	1 225	1 037	0,70	1 536	-1 466
	23,0	10,2	0,90	1,65	0,75	0,83	0,11	1,54	295	115	289	0,19	1,46	463	213	469	0,38	1,28	802	531	877	0,56	1,09	1 058	953	1 225	0,75	1 273	-1 500
	23,0	10,2	1,00	1,70	0,70	0,70	0,11	1,60	339	158	277	0,18	1,53	538	282	451	0,35	1,35	964	655	849	0,53	1,18	1 315	1 119	1 195	0,70	1 629	-1 556
	23,0	12,2	1,25	1,85	0,60	0,48	0,09	1,76	532	231	304	0,15	1,70	863	399	497	0,30	1,55	1 630	868	949	0,45	1,40	2 331	1 404	1 356	0,60	3 000	-1 834
	23,0	12,2	1,50	2,10	0,60	0,40	0,09	2,01	875	308	344	0,15	1,95	1 432	527	565	0,30	1,80	2 748	1 124	1 085	0,45	1,65	3 986	1 788	1 560	0,60	5 184	-2 200
C	25,0	12,2	0,70	1,60	0,90	1,29	0,14	1,47	219	-13	309	0,23	1,38	331	4	499	0,45	1,15	515	136	919	0,68	0,92	600	396	1 259	0,90	635	-1 238
B	25,0	12,2	0,90	1,60	0,70	0,78	0,11	1,50	233	99	239	0,18	1,43	367	181	389	0,35	1,25	644	440	730	0,53	1,07	862	776	1 023	0,70	1 050	-1 238
	25,0	12,2	1,00	1,80	0,80	0,80	0,12	1,68	371	120	308	0,20	1,60	585	220	500	0,40	1,40	1 021	542	938	0,60	1,20	1 359	965	1 313	0,80	1 647	-1 573
	25,0	12,2	1,25	1,95	0,70	0,56	0,11	1,85	526	205	291	0,18	1,78	848	357	475	0,35	1,60	1 573	792	902	0,53	1,43	2 214	1 305	1 281	0,70	2 814	-1 720
A	25,0	12,2	1,50	2,05	0,55	0,37	0,08	1,97	634	249	239	0,14	1,91	1 040	425	393	0,28	1,78	2 007	898	757	0,41	1,64	2 926	1 419	1 091	0,55	3 821	-1 622
	28,0	10,2	0,80	1,75	0,95	1,19	0,14	1,61	229	23	232	0,24	1,51	348	62	375	0,48	1,28	553	239	692	0,71	1,04	662	532	950	0,95	723	-1 078
	28,0	10,2	1,00	2,00	1,00	1,00	0,15	1,85	398	84	278	0,25	1,75	615	165	451	0,50	1,50	1 022	459	837	0,75	1,25	1 289	880	1 158	1,00	1 486	-1 419
	28,0	10,2	1,25	2,25	1,00	0,80	0,15	2,10	654	176	312	0,25	2,00	1 030	319	507	0,50	1,75	1 799	765	949	0,75	1,50	2 394	1 340	1 326	1,00	2 902	-1 774
	28,0	10,2	1,50	2,20	0,70	0,47	0,11	2,10	617	247	211	0,18	2,03	1 003	424	346	0,35	1,85	1 899	911	660	0,53	1,68	2 723	1 461	943	0,70	3 511	-1 490
	28,0	12,2	1,00	1,95	0,95	0,95	0,14	1,81	380	80	288	0,24	1,71	590	156	467	0,48	1,48	992	425	870	0,71	1,24	1 268	807	1 208	0,95	1 482	-1 415
	28,0	12,2	1,25	2,10	0,85	0,68	0,13	1,97	530	169	277	0,21	1,89	844	300	451	0,43	1,68	1 519	691	849	0,64	1,46	2 083	1 172	1 196	0,85	2 590	-1 583
	28,0	12,2	1,50	2,25	0,75	0,50	0,11	2,14	709	235	261	0,19	2,06	1 149	406	426	0,38	1,88	2 159	883	812	0,56	1,69	3 077	1 431	1 157	0,75	3 949	-1 676
C	28,0	14,2	0,80	1,80	1,00	1,25	0,15	1,65	287	-7	319	0,25	1,55	435	13	515	0,50	1,30	681	154	950	0,75	1,05	801	422	1 304	1,00	859	-1 282
B	28,0	14,2	1,00	1,80	0,80	0,80	0,12	1,68	303	94	254	0,20	1,60	476	174	414	0,40	1,40	832	429	776	0,60	1,20	1 107	765	1 086	0,80	1 342	-1 282
	28,0	14,2	1,25	2,10	0,85	0,68	0,13	1,97	570	161	315	0,21	1,89	907	287	513	0,43	1,68	1 634	667	968	0,64	1,46	2 240	1 138	1 365	0,85	2 785	-1 702
A	28,0	14,2	1,50	2,15	0,65	0,43	0,10	2,05	633	216	246	0,16	1,99	1 033	371	403	0,33	1,83	1 970	795	772	0,49	1,66	2 841	1 274	1 106	0,65	3 680	-1 562
	31,5	12,2	1,00	2,10	1,10	1,10	0,17	1,94	383	44	264	0,28	1,83	587	98	426	0,55	1,55	951	316	788	0,83	1,28	1 167	656	1 086	1,10	1 309	-1 249
C	31,5	16,3	0,80	1,85	1,05	1,31	0,16	1,69	255	-19	278	0,26	1,59	384	-9	448	0,53	1,33	594	94	825	0,79	1,06	687	308	1 130	1,05	722	-1 077
B	31,5	16,3	1,25	2,15	0,90	0,72	0,14	2,02	498	124	275	0,23	1,93	791	224	449	0,45	1,70	1 409	530	844	0,68	1,47	1 913	917	1 187	0,90	2 359	-1 442
	31,5	16,3	1,50	2,40	0,90	0,60	0,14	2,27	785	186	307	0,23	2,18	1 260	326	501	0,45	1,95	2 314	734	950	0,68	1,73	3 230	1 223	1 346	0,90	4 077	-1 730
A	31,5	16,3	1,75	2,45	0,70	0,40	0,11	2,35	850	223	243	0,18	2,28	1 391	382	399	0,35	2,10	2 669	814	766	0,53	1,92	3 871	1 296	1 102	0,70	5 036	-1 570
	31,5	16,3	2,00	2,75	0,75	0,38	0,11	2,64	1 342	282	292	0,19	2,56	2 199	481	480	0,38	2,38	4 239	1 020	924	0,56	2,19	6 173	1 615	1 331	0,75	8 054	-1 923
	34,0	12,3	1,00	2,20	1,20	1,20	0,18	2,02	386	22	249	0,30	1,90	587	63	403	0,60	1,60	930	250	742	0,90	1,30	1 110	563	1 018	1,20	1 208	-1 153
	34,0	12,3	1,25	2,45	1,20	0,96	0,18	2,27	610	98	276	0,30	2,15	946	188	448	0,60	1,85	1 587	500	833	0,90	1,55	2 024	938	1 154	1,20	2 359	-1 442
	34,0	12,3	1,50	2,70	1,20	0,80	0,18	2,52	919	173	304	0,30	2,40	1 447	313	493	0,60	2,10	2 527	750	923	0,90	1,80	3 363	1 313	1 290	1,20	4 076	-1 730
	34,0	14,3	1,25	2,40	1,15	0,92	0,17	2,23	586	93	284	0,29	2,11	913	177	461	0,58	1,83	1 546	466	858	0,86	1,54	1 993	868	1 193	1,15	2 347	-1 435
	34,0	14,3	1,50	2,55	1,05	0,70	0,16	2,39	770	167	274	0,26	2,29	1 224	297	447	0,53	2,03	2 192	687	841	0,79	1,76	2 990	1 172	1 183	1,05	3 704	-1 572
	34,0	16,3	1,50	2,55	1,05	0,70	0,16	2,39	812	158	304	0,26	2,29	1 291	283	495	0,53	2,03	2 313	660	933	0,79	1,76	3 155	1 131	1 313	1,05	3 908	-1 658
	34,0	16,3	2,00	2,85	0,85	0,43	0,13	2,72	1 284	260	274	0,21	2,64	2 097	445	449	0,43	2,43	4 003	952	860	0,64	2,21	5 783	1 520	1 234	0,85	7 498	-1 790

RONDELLES ELASTIQUES SELON DIN EN 16983 (anciennement DIN 2093)

Séries DIN	DIMENSIONS						FORCE, DÉFLECTION ET CONTRAINTES BASÉES SUR E = 206 kMPa ET $\mu = 0,3$																							
							Précontrainte, s = 0,15 h _o					s = 0,25 h _o					s = 0,5 h _o					s = 0,75 h _o					s = h _o			
	D _e	D _i	t	l _o	h _o	h _o /t	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_{OM}	
C	35,5	18,3	0,90	2,05	1,15	1,28	0,17	1,88	303	-12	264	0,29	1,76	458	2	427	0,58	1,48	712	108	786	0,86	1,19	832	320	1 078	1,15	884	-1 042	
B	35,5	18,3	1,25	2,25	1,00	0,80	0,15	2,10	464	91	251	0,25	2,00	731	168	409	0,50	1,75	1 277	416	766	0,75	1,50	1 699	743	1 073	1,00	2 059	-1 258	
A	35,5	18,3	2,00	2,80	0,80	0,40	0,12	2,68	1 139	230	249	0,20	2,60	1 864	393	409	0,40	2,40	3 576	837	785	0,60	2,20	5 187	1 332	1 128	0,80	6 747	-1 611	
	40,0	14,3	1,25	2,65	1,40	1,12	0,21	2,44	591	44	251	0,35	2,30	904	98	406	0,70	1,95	1 459	319	750	1,05	1,60	1 780	664	1 033	1,40	1 984	-1 213	
	40,0	14,3	1,50	2,80	1,30	0,87	0,20	2,61	760	118	245	0,33	2,48	1 188	218	398	0,65	2,15	2 040	542	743	0,98	1,83	2 668	973	1 034	1,30	3 184	-1 351	
	40,0	14,3	2,00	3,05	1,05	0,53	0,16	2,89	1 112	227	214	0,26	2,79	1 800	393	349	0,53	2,53	3 363	855	664	0,79	2,26	4 769	1 387	943	1,05	6 096	-1 455	
	40,0	16,3	1,50	2,80	1,30	0,87	0,20	2,61	783	107	265	0,33	2,48	1 224	199	430	0,65	2,15	2 102	503	802	0,98	1,83	2 749	911	1 118	1,30	3 281	-1 392	
	40,0	16,3	2,00	3,10	1,10	0,55	0,17	2,94	1 222	216	246	0,28	2,83	1 972	375	402	0,55	2,55	3 663	825	764	0,83	2,28	5 169	1 349	1 084	1,10	6 580	-1 571	
	40,0	18,3	2,00	3,15	1,15	0,58	0,17	2,98	1 355	209	285	0,29	2,86	2 182	365	466	0,58	2,58	4 030	810	883	0,86	2,29	5 656	1 338	1 252	1,15	7 171	-1 712	
C	40,0	20,4	1,00	2,30	1,30	1,30	0,20	2,11	375	-15	261	0,33	1,98	565	-4	422	0,65	1,65	876	98	776	0,98	1,32	1 017	305	1 063	1,30	1 072	-1 024	
B	40,0	20,4	1,50	2,65	1,15	0,77	0,17	2,48	702	108	265	0,29	2,36	1 109	196	431	0,58	2,08	1 953	474	810	0,86	1,79	2 621	835	1 136	1,15	3 201	-1 359	
	40,0	20,4	2,00	3,10	1,10	0,55	0,17	2,94	1 348	203	296	0,28	2,83	2 175	354	484	0,55	2,55	4 041	783	920	0,83	2,28	5 701	1 288	1 307	1,10	7 258	-1 733	
A	40,0	20,4	2,25	3,15	0,90	0,40	0,14	3,02	1 428	229	246	0,23	2,93	2 336	392	403	0,45	2,70	4 481	835	774	0,68	2,47	6 500	1 328	1 112	0,90	8 456	-1 595	
	40,0	20,4	2,50	3,45	0,95	0,38	0,14	3,31	2 045	275	284	0,24	3,21	3 351	470	466	0,48	2,98	6 453	997	896	0,71	2,74	9 390	1 579	1 290	0,95	12 243	-1 871	
C	45,0	22,4	1,25	2,85	1,60	1,28	0,24	2,61	689	-13	307	0,40	2,45	1 041	4	497	0,80	2,05	1 620	134	914	1,20	1,65	1 891	389	1 253	1,60	2 007	-1 227	
B	45,0	22,4	1,75	3,05	1,30	0,74	0,20	2,86	963	119	266	0,33	2,73	1 524	214	433	0,65	2,40	2 701	512	814	0,98	2,07	3 646	892	1 144	1,30	4 475	-1 396	
A	45,0	22,4	2,50	3,50	1,00	0,40	0,15	3,35	1 695	224	234	0,25	3,25	2 773	383	384	0,50	3,00	5 320	815	737	0,75	2,75	7 716	1 296	1 059	1,00	10 037	-1 534	
	45,0	24,4	2,25	3,40	1,15	0,51	0,17	3,23	1 610	200	287	0,29	3,11	2 607	346	469	0,58	2,83	4 887	759	893	0,86	2,54	6 949	1 239	1 273	1,15	8 902	-1 679	
	50,0	18,4	1,50	3,15	1,65	1,10	0,25	2,90	761	42	229	0,41	2,74	1 166	93	370	0,83	2,33	1 890	294	684	1,24	1,91	2 319	605	942	1,65	2 600	-1 104	
	50,0	18,4	2,00	3,65	1,65	0,83	0,25	3,40	1 419	137	263	0,41	3,24	2 229	251	428	0,83	2,83	3 868	610	800	1,24	2,41	5 114	1 079	1 116	1,65	6 163	-1 471	
	50,0	18,4	2,50	4,15	1,65	0,66	0,25	3,90	2 424	232	298	0,41	3,74	3 870	409	486	0,83	3,33	7 002	926	916	1,24	2,91	9 643	1 552	1 291	1,65	12 038	-1 839	
	50,0	20,4	2,00	3,50	1,50	0,75	0,23	3,28	1 243	136	244	0,38	3,13	1 966	244	397	0,75	2,75	3 478	578	745	1,13	2,38	4 687	1 000	1 045	1,50	5 745	-1 371	
	50,0	20,4	2,50	3,85	1,35	0,54	0,20	3,65	1 862	215	240	0,34	3,51	3 008	373	393	0,68	3,18	5 601	817	746	1,01	2,84	7 919	1 334	1 060	1,35	10 098	-1 543	
	50,0	22,4	2,00	3,60	1,60	0,80	0,24	3,36	1 427	125	286	0,40	3,20	2 247	228	466	0,80	2,80	3 924	556	872	1,20	2,40	5 222	985	1 220	1,60	6 329	-1 511	
	50,0	22,4	2,50	3,90	1,40	0,56	0,21	3,69	2 023	209	270	0,35	3,55	3 261	364	442	0,70	3,20	6 044	806	838	1,05	2,85	8 510	1 324	1 190	1,40	10 817	-1 653	
C	50,0	25,4	1,25	2,85	1,60	1,28	0,24	2,61	565	-11	254	0,40	2,45	854	2	410	0,80	2,05	1 328	106	755	1,20	1,65	1 550	312	1 035	1,60	1 646	-1 006	
	50,0	25,4	1,50	3,10	1,60	1,07	0,24	2,86	808	32	276	0,40	2,70	1 242	74	447	0,80	2,30	2 028	250	828	1,20	1,90	2 512	528	1 145	1,60	2 844	-1 207	
B	50,0	25,4	2,00	3,40	1,40	0,70	0,21	3,19	1 226	128	264	0,35	3,05	1 949	230	430	0,70	2,70	3 491	537	810	1,05	2,35	4 762	923	1 140	1,40	5 898	-1 408	
	50,0	25,4	2,25	3,75	1,50	0,67	0,23	3,53	1 821	165	312	0,38	3,38	2 905	292	508	0,75	3,00	5 249	675	959	1,13	2,63	7 217	1 147	1 353	1,50	8 997	-1 697	
	50,0	25,4	2,50	3,90	1,40	0,56	0,21	3,69	2 154	204	302	0,35	3,55	3 473	355	494	0,70	3,20	6 437	789	938	1,05	2,85	9 063	1 301	1 332	1,40	11 519	-1 760	
A	50,0	25,4	3,00	4,10	1,10	0,37	0,17	3,94	2 594	249	249	0,28	3,83	4 255	424	409	0,55	3,55	8 214	897	787	0,83	3,27	11 976	1 418	1 135	1,10	15 640	-1 659	
C	56,0	28,5	1,50	3,45	1,95	1,30	0,29	3,16	966	-17	299	0,49	2,96	1 458	-4	483	0,98	2,48	2 259	112	889	1,46	1,99	2 622	350	1 218	1,95	2 766	-1 174	
B	56,0	28,5	2,00	3,60	1,60	0,80	0,24	3,36	1 213	94	255	0,40	3,20	1 910	173	415	0,80	2,80	3 335	428	778	1,20	2,40	4 438	765	1 090	1,60	5 379	-1 284	
A	56,0	28,5	3,00	4,30	1,30	0,43	0,20	4,11	2 539	216	247	0,33	3,98	4 142	371	404	0,65	3,65	7 895	795	775	0,98	3,32	11 388	1 274	1 110	1,30	14 752	-1 565	
	60,0	20,5	2,00	4,20	2,20	1,10	0,33	3,87	1 650	58	272	0,55	3,65	2 528	125	440	1,10	3,10	4 097	386	812	1,65	2,55	5 026	784	1 119	2,20	5 636	-1 346	
	60,0	20,5	2,50	4,70	2,20	0,88	0,33	4,37	2 657	149	303	0,55	4,15	4 151	276	491	1,10	3,60	7 102	688	916	1,65	3,05	9 255	1 237	1 273	2,20	11 008	-1 682	
	60,0	25,5	2,50	4,40	1,90	0,76	0,29	4,12	2 181	143	277	0,48	3,93	3 447	259	451	0,95	3,45	6 081	616	847	1,43	2,98	8 175	1 072	1 187	1,90	9 997	-1 527	
	60,0	25,5	3,00	4,65	1,65	0,55	0,25	4,40	2 786	213	254	0,41	4,24	4 495	369	414	0,83	3,83	8 35											

RONDELLES ELASTIQUES SELON DIN EN 16983 (anciennement DIN 2093)

Séries DIN	DIMENSIONS						FORCE, DÉFLECTION ET CONTRAINTES BASÉES SUR E = 206 kMPa ET $\mu = 0,3$																						
							Précontrainte, $s = 0,15 h_0$					$s = 0,25 h_0$					$s = 0,5 h_0$					$s = 0,75 h_0$					$s = h_0$		
	D_e	D_i	t	l_0	h_0	h_0/t	s	l_t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l_t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l_t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l_t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_{OM}
C	63,0	31,0	1,80	4,15	2,35	1,31	0,35	3,80	1 566	-19	332	0,59	3,56	2 364	-4	536	1,18	2,98	3 658	130	986	1,76	2,39	4 238	402	1 351	2,35	4 463	-1 315
B	63,0	31,0	2,50	4,25	1,75	0,70	0,26	3,99	1 850	127	252	0,44	3,81	2 942	227	410	0,88	3,38	5 270	531	773	1,31	2,94	7 189	912	1 088	1,75	8 904	-1 360
	63,0	31,0	3,00	4,70	1,70	0,57	0,26	4,45	2 808	186	270	0,43	4,28	4 524	324	441	0,85	3,85	8 373	721	838	1,28	3,43	11 772	1 190	1 189	1,70	14 946	-1 586
A	63,0	31,0	3,50	4,90	1,40	0,40	0,21	4,69	3 301	224	231	0,35	4,55	5 399	383	380	0,70	4,20	10 359	815	729	1,05	3,85	15 025	1 296	1 047	1,40	19 545	-1 524
	70,0	30,5	2,50	4,90	2,40	0,96	0,36	4,54	2 421	78	293	0,60	4,30	3 755	153	475	1,20	3,70	6 297	422	883	1,80	3,10	8 031	806	1 225	2,40	9 360	-1 430
	70,0	30,5	3,00	5,10	2,10	0,70	0,32	4,79	2 941	155	266	0,53	4,58	4 676	276	433	1,05	4,05	8 376	640	814	1,58	3,53	11 426	1 093	1 145	2,10	14 152	-1 502
	70,0	35,5	3,00	5,10	2,10	0,70	0,32	4,79	3 162	147	302	0,53	4,58	5 028	264	493	1,05	4,05	9 007	617	928	1,58	3,53	12 287	1 060	1 307	2,10	15 218	-1 615
	70,0	35,5	4,00	5,80	1,80	0,45	0,27	5,53	5 376	250	294	0,45	5,35	8 757	430	482	0,90	4,90	16 634	925	921	1,35	4,45	23 923	1 486	1 319	1,80	30 919	-1 845
C	71,0	36,0	2,00	4,60	2,60	1,30	0,39	4,21	1 895	-19	330	0,65	3,95	2 861	-5	532	1,30	3,30	4 432	125	980	1,95	2,65	5 144	388	1 342	2,60	5 426	-1 295
B	71,0	36,0	2,50	4,50	2,00	0,80	0,30	4,20	1 838	92	247	0,50	4,00	2 894	169	402	1,00	3,50	5 054	417	754	1,50	3,00	6 725	744	1 055	2,00	8 152	-1 246
A	71,0	36,0	4,00	5,60	1,60	0,40	0,24	5,36	4 511	230	245	0,40	5,20	7 379	393	402	0,80	4,80	14 157	837	772	1,20	4,40	20 535	1 332	1 109	1,60	26 712	-1 594
C	80,0	41,0	2,25	5,20	2,95	1,31	0,44	4,76	2 452	-22	337	0,74	4,46	3 698	-9	544	1,48	3,73	5 715	117	1 000	2,21	2,99	6 613	379	1 370	2,95	6 950	-1 311
B	80,0	41,0	3,00	5,30	2,30	0,77	0,35	4,96	2 817	107	267	0,58	4,73	4 450	196	434	1,15	4,15	7 838	474	814	1,73	3,57	10 518	835	1 142	2,30	12 844	-1 363
	80,0	41,0	4,00	6,20	2,20	0,55	0,33	5,87	5 407	203	298	0,55	5,65	8 726	354	486	1,10	5,10	16 213	783	924	1,65	4,55	22 874	1 288	1 314	2,20	29 122	-1 738
A	80,0	41,0	5,00	6,70	1,70	0,34	0,26	6,45	7 192	258	248	0,43	6,28	11 821	439	407	0,85	5,85	22 928	924	786	1,28	5,42	33 559	1 453	1 135	1,70	43 952	-1 679
C	90,0	46,0	2,50	5,70	3,20	1,28	0,48	5,22	2 800	-14	315	0,80	4,90	4 232	2	509	1,60	4,10	6 585	130	938	2,40	3,30	7 684	385	1 286	3,20	8 157	-1 246
B	90,0	46,0	3,50	6,00	2,50	0,71	0,38	5,63	3 675	120	258	0,63	5,38	5 836	216	421	1,25	4,75	10 416	509	792	1,88	4,12	14 161	879	1 114	2,50	17 487	-1 363
A	90,0	46,0	5,00	7,00	2,00	0,40	0,30	6,70	6 888	223	240	0,50	6,50	11 267	382	394	1,00	6,00	21 617	814	757	1,50	5,50	31 354	1 295	1 088	2,00	40 786	-1 558
	100,0	41,0	4,00	7,20	3,20	0,80	0,48	6,72	5 535	131	269	0,80	6,40	8 714	238	437	1,60	5,60	15 219	577	818	2,40	4,80	20 251	1 017	1 144	3,20	24 547	-1 465
	100,0	41,0	5,00	7,75	2,75	0,55	0,41	7,34	7 650	216	247	0,69	7,06	12 345	374	404	1,38	6,38	22 937	823	767	2,06	5,69	32 361	1 346	1 089	2,75	41 201	-1 574
C	100,0	51,0	2,70	6,20	3,50	1,30	0,53	5,68	3 165	-17	303	0,88	5,33	4 779	-3	490	1,75	4,45	7 410	116	902	2,63	3,57	8 609	357	1 235	3,50	9 091	-1 191
B	100,0	51,0	3,50	6,30	2,80	0,80	0,42	5,88	3 572	91	246	0,70	5,60	5 624	167	399	1,40	4,90	9 823	411	749	2,10	4,20	13 070	734	1 049	2,80	15 843	-1 235
	100,0	51,0	4,00	7,00	3,00	0,75	0,45	6,55	5 482	124	292	0,75	6,25	8 673	225	476	1,50	5,50	15 341	540	894	2,25	4,75	20 674	944	1 255	3,00	25 338	-1 512
	100,0	51,0	5,00	7,80	2,80	0,56	0,42	7,38	8 637	204	303	0,70	7,10	13 924	355	496	1,40	6,40	25 810	789	942	2,10	5,70	36 339	1 301	1 337	2,80	46 189	-1 764
A	100,0	51,0	6,00	8,20	2,20	0,37	0,33	7,87	10 401	249	250	0,55	7,65	17 061	424	411	1,10	7,10	32 937	897	790	1,65	6,55	48 022	1 418	1 139	2,20	62 711	-1 663
C	112,0	57,0	3,00	6,90	3,90	1,30	0,59	6,32	3 865	-17	299	0,98	5,93	5 834	-4	483	1,95	4,95	9 038	112	889	2,93	3,97	10 489	350	1 218	3,90	11 064	-1 174
B	112,0	57,0	4,00	7,20	3,20	0,80	0,48	6,72	4 852	94	255	0,80	6,40	7 639	173	415	1,60	5,60	13 341	428	778	2,40	4,80	17 752	765	1 090	3,20	21 518	-1 284
A	112,0	57,0	6,00	8,50	2,50	0,42	0,38	8,13	9 672	212	234	0,63	7,88	15 800	363	384	1,25	7,25	30 215	777	737	1,88	6,62	43 707	1 239	1 058	2,50	56 737	-1 505
C	125,0	64,0	3,50	8,00	4,50	1,29	0,68	7,33	5 635	-16	323	1,13	6,88	8 514	0	522	2,25	5,75	13 231	129	961	3,38	4,62	15 416	388	1 318	4,50	16 335	-1 273
B	125,0	64,0	5,00	8,50	3,50	0,70	0,53	7,98	7 697	128	266	0,88	7,63	12 238	229	433	1,75	6,75	21 924	537	816	2,63	5,87	29 908	923	1 149	3,50	37 041	-1 415
C	140,0	72,0	3,80	8,70	4,90	1,29	0,74	7,97	6 299	-16	306	1,23	7,48	9 514	-2	495	2,45	6,25	14 773	119	911	3,68	5,02	17 195	362	1 249	4,90	18 199	-1 203
B	140,0	72,0	5,00	9,00	4,00	0,80	0,60	8,40	7 631	94	258	1,00	8,00	12 014	173	419	2,00	7,00	20 982	428	787	3,00	6,00	27 920	764	1 101	4,00	33 843	-1 293
C	160,0	82,0	4,30	9,90	5,60	1,30	0,84	9,06	8 058	-18	304	1,40	8,50	12 162	-6	491	2,80	7,10	18 832	111	904	4,20	5,70	21 843	350	1 238	5,60	23 022	-1 189
B	160,0	82,0	6,00	10,50	4,50	0,75	0,68	9,83	10 873	109	258	1,13	9,38	17 203	197	420	2,25	8,25	30 431	474	790	3,38	7,12	41 008	830	1 109	4,50	50 260	-1 333
C	180,0	92,0	4,80	11,00	6,20	1,29	0,93	10,07	9 698	-15	295	1,55	9,45	14 646	-2	476	3,10	7,90	22 731	115	877	4,65	6,35	26 442	350	1 201	6,20	27 966	-1 159
B	180,0	92,0	6,00	11,10	5,10	0,85	0,77	10,34	10 568	77	244	1,28	9,83	16 558	144	396	2,55	8,55	28 552	368	742	3,83	7,27	37 502	672	1 035	5,10	44 930	-1 192
C	200,0	102,0	5,50	12,50	7,00	1,27	1,05	11,45	13 104	-12	306	1,75	10,75	19 817	5	494	3,50	9,00	30 882	131	910	5,25	7,25	36 111	381	1 247	7,00	38 423	-1 213

RONDELLES ELASTIQUES EN ACIER INOXYDABLE

POUR COMMANDER : Produit / $D_e \times D_i \times t$ / code matériau / code finition
 EXEMPLE : DSC 25 x 12,2 x 0,9 DK

MATERIAU STANDARD	
D	Acier Inox austénitique
FINITION STANDARD	
K	Brute

DIMENSIONS						FORCE, DÉFLECTION ET CONTRAINTES BASÉES SUR E = 190 kMPa ET $\mu = 0,3$																						
						Précontrainte, s = 0,15 h _o					s = 0,25 h _o					s = 0,5 h _o					s = 0,75 h _o					s = h _o		
D _e	D _i	t	l _o	h _o	h _o /t	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	l _t	F	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_{OM}
8,0	4,2	0,40	0,60	0,20	0,50	0,03	0,57	45	183	247	0,05	0,55	72	317	405	0,10	0,50	136	691	772	0,15	0,45	193	1 124	1 102	0,20	248	-1 480
10,0	5,2	0,40	0,70	0,30	0,75	0,05	0,66	51	114	275	0,08	0,63	81	207	448	0,15	0,55	143	497	841	0,23	0,48	193	870	1 181	0,30	237	-1 412
10,0	5,2	0,50	0,75	0,25	0,50	0,04	0,71	69	183	245	0,06	0,69	112	317	401	0,13	0,63	211	691	764	0,19	0,56	300	1 123	1 090	0,25	385	-1 471
12,5	6,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,05	0,80	70	119	238	0,09	0,76	111	213	387	0,18	0,68	198	497	730	0,26	0,59	271	853	1 027	0,35	335	-1 281
12,5	6,2	0,70	1,00	0,30	0,43	0,05	0,96	135	217	239	0,08	0,93	221	372	392	0,15	0,85	421	797	750	0,23	0,78	608	1 275	1 076	0,30	789	-1 537
14,0	7,2	0,50	0,90	0,40	0,80	0,06	0,84	70	87	238	0,10	0,80	111	160	387	0,20	0,70	194	395	725	0,30	0,60	258	705	1 016	0,40	312	-1 192
14,0	7,2	0,80	1,10	0,30	0,38	0,05	1,06	160	211	217	0,08	1,03	262	360	356	0,15	0,95	505	762	686	0,23	0,88	735	1 206	988	0,30	959	-1 431
16,0	8,2	0,40	0,90	0,50	1,25	0,08	0,83	51	-6	228	0,13	0,78	77	9	368	0,25	0,65	121	108	678	0,38	0,53	142	297	930	0,50	153	-911
16,0	8,2	0,60	1,05	0,45	0,75	0,07	0,98	100	101	238	0,11	0,94	159	182	388	0,23	0,83	281	437	728	0,34	0,71	378	765	1 023	0,45	464	-1 230
16,0	8,2	0,90	1,25	0,35	0,39	0,05	1,20	204	208	220	0,09	1,16	334	356	360	0,18	1,08	643	756	693	0,26	0,99	934	1 200	996	0,35	1 217	-1 435
18,0	9,2	0,45	1,05	0,60	1,33	0,09	0,96	74	-20	251	0,15	0,90	111	-13	406	0,30	0,75	171	77	746	0,45	0,60	197	269	1 020	0,60	206	-970
18,0	9,2	0,70	1,20	0,50	0,71	0,08	1,13	136	111	238	0,13	1,08	215	199	388	0,25	0,95	384	469	730	0,38	0,32	522	811	1 028	0,50	645	-1 257
18,0	9,2	1,00	1,40	0,40	0,40	0,06	1,34	254	206	222	0,10	1,30	416	353	363	0,20	1,20	798	751	698	0,30	0,47	1 157	1 195	1 003	0,40	1 505	-1 437
20,0	10,2	0,50	1,15	0,65	1,30	0,10	1,05	86	-14	241	0,16	0,99	130	-4	389	0,33	0,83	202	90	716	0,49	0,66	234	281	981	0,65	247	-944
20,0	10,2	0,80	1,35	0,55	0,69	0,08	1,27	176	119	238	0,14	1,21	281	212	388	0,28	1,08	504	494	732	0,41	0,94	690	846	1 031	0,55	857	-1 279
20,0	10,2	1,10	1,55	0,45	0,41	0,07	1,48	309	204	223	0,11	1,44	506	350	366	0,23	1,33	968	746	702	0,34	1,21	1 403	1 190	1 008	0,45	1 823	-1 438
22,5	11,2	0,60	1,40	0,80	1,33	0,12	1,28	147	-21	279	0,20	1,20	222	-13	450	0,40	1,00	341	91	827	0,60	0,80	392	310	1 132	0,80	410	-1 086
22,5	11,2	0,80	1,45	0,65	0,81	0,10	1,35	180	86	234	0,16	1,29	283	158	380	0,33	1,13	492	392	712	0,49	0,96	653	703	995	0,65	789	-1 177
22,5	11,2	1,25	1,75	0,50	0,40	0,08	1,68	391	206	216	0,13	1,63	639	353	354	0,25	1,50	1 227	751	679	0,38	1,38	1 779	1 195	977	0,50	2 314	-1 414
25,0	12,2	0,70	1,60	0,90	1,29	0,14	1,47	202	-12	285	0,23	1,38	305	3	460	0,45	1,15	475	125	847	0,68	0,93	553	365	1 161	0,90	586	-1 142
25,0	12,2	0,90	1,60	0,70	0,78	0,11	1,50	214	92	221	0,18	1,43	338	167	359	0,35	1,25	594	406	674	0,53	1,08	795	716	944	0,70	969	-1 142
25,0	12,2	1,50	2,05	0,55	0,37	0,08	1,97	585	230	221	0,14	1,91	959	392	363	0,28	1,78	1 851	829	698	0,41	1,64	2 699	1 309	1 006	0,55	3 524	-1 496
28,0	14,2	0,80	1,80	1,00	1,25	0,15	1,65	265	-7	294	0,25	1,55	401	12	475	0,50	1,30	628	142	876	0,75	0,77	739	389	1 203	1,00	792	-1 182
28,0	14,2	1,00	1,80	0,80	0,80	0,12	1,68	279	87	235	0,20	1,60	439	160	382	0,40	1,40	767	395	715	0,60	1,20	1 021	706	1 001	0,80	1 238	-1 182
28,0	14,2	1,50	2,15	0,65	0,43	0,10	2,05	584	199	227	0,16	1,99	953	342	372	0,33	1,83	1 817	734	712	0,49	1,66	2 620	1 175	1 021	0,65	3 394	-1 441
31,5	16,3	0,80	1,85	1,05	1,31	0,16	1,69	235	-17	256	0,26	1,59	354	-8	413	0,53	1,33	548	86	761	0,79	0,87	634	284	1 042	1,05	666	-993
31,5	16,3	1,25	2,15	0,90	0,72	0,14	2,02	459	115	254	0,23	1,93	729	206	414	0,45	1,70	1 300	488	779	0,68	1,48	1 764	846	1 095	0,90	2 176	-1 330
35,5	18,3	0,90	2,05	1,15	1,28	0,17	1,88	279	-11	244	0,29	1,76	422	2	394	0,58	1,48	657	100	725	0,86	1,19	767	295	994	1,15	815	-961
35,5	18,3	1,25	2,25	1,00	0,80	0,15	2,10	428	84	232	0,25	2,00	674	155	377	0,50	1,75	1 177	383	707	0,75	1,50	1 567	685	990	1,00	1 899	-1 161
40,0	20,4	1,00	2,30	1,30	1,30	0,20	2,11	345	-14	241	0,33	1,98	521	-4	389	0,65	1,65	808	90	716	0,98	1,33	938	281	981	1,30	989	-944
40,0	20,4	1,50	2,65	1,15	0,77	0,17	2,48	648	99	245	0,29	2,36	1 023	181	398	0,58	2,08	1 802	437	747	0,86	1,79	2 418	770	1 048	1,15	2 953	-1 253
45,0	22,4	1,25	2,85	1,60	1,28	0,24	2,61	635	-12	284	0,40	2,45	961	4	458	0,80	2,05	1 495	123	843	1,20	1,65	1 744	359	1 156	1,60	1 851	-1 132
50,0	25,4	1,25	2,85	1,60	1,28	0,24	2,61	521	-10	234	0,40	2,45	787	2	378	0,80	2,05	1 225	98	697	1,20	1,65	1 430	288	955	1,60	1 518	-928
71,0	36,0	2,00	4,60	2,60	1,30	0,39	4,21	1 748	-17	304	0,65	3,95	2 639	-4	491	1,30	3,30	4 088	115	904	1,95	2,65	4 744	358	1 238	2,60	5 004	-1 195

Système de freinage mécanique

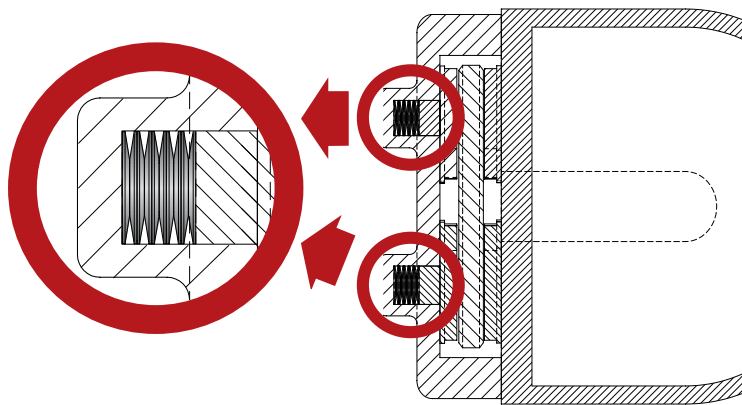


Application :

Les systèmes de freinage pour le matériel tout-terrain et les engins civils sont souvent conçus pour être actionnés par hydraulique. Dans la plupart des cas, le freinage survient quand le fluide sous pression comprime des disques de friction contre des plaques qui tournent avec l'arbre de transmission. Le niveau de friction entre chaque série de plaques contrôle le freinage du véhicule. Sans un système de sécurité intrinsèque supplémentaire, le concept a une fiabilité restreinte. Si un joint hydraulique est mauvais ou si le cylindre hydraulique perd de la pression pour quelque raison, les freins lâcheront.

Solution :

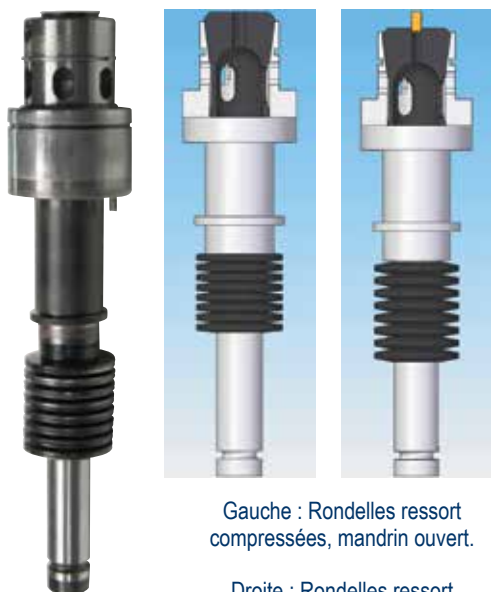
Le système de sécurité mécanique utilise les rondelles ressort **SPIROL**. Dans des conditions normales, le système hydraulique applique une pression constante sur les rondelles montées en série. Si la pression n'est plus maintenue, l'empilage des rondelles se décompresse pour activer le mécanisme de freinage. Un ressort spiralé n'est pas capable de fournir la force nécessaire (dans l'espace disponible) pour activer les freins. La fiabilité de ce système de sécurité dépend de la bonne performance des rondelles ressort. Dans cette application critique, la performance et le niveau de prévisibilité des rondelles ressort améliore la qualité du produit et assure une sûreté intégrale.



Les rondelles SPIROL ont une capacité élevée à stocker de l'énergie potentielle mécanique. La forme conique des rondelles SPIROL leur donne des caractéristiques élastiques et des performances plus prévisibles que des ressorts de compression traditionnels. Les rondelles ressort sont aussi capables de délivrer plus de force dans moins d'espace que des ressorts de compression ou spiralés. Elles sont généralement plusieurs dans l'empilement pour arriver au niveau d'élasticité requis par l'application : Un empilement en série procure moins de force et plus de course. Un empilement en parallèle procure plus de force et moins de course. Les tolérances précises de chaque rondelle donnent des performances de prédictibilité inégalées pour des empilements (en série ou en parallèle).

Les rondelles SPIROL permettent également de prédire la résistance à la fatigue. L'analyse des contraintes donne la possibilité de calculer le cycle de vie minimum des rondelles (seules ou empilées) au stade de conception.

Broches pour machines CNC



Gauche : Rondelles ressort compressées, mandrin ouvert.

Droite : Rondelles ressort décompressées, mandrin fermé, pièce serrée.

Application :

Les broches amovibles pour machines à décolleter CNC sont conçues pour retenir une pièce lorsqu'elle est coupée et fabriquée. La broche utilise un mandrin pour lâcher la pièce finie et attraper une nouvelle pièce.

Lorsque la machine est en réglage, la force de serrage requise pour retenir chaque pièce dans le mandrin doit être calibrée avec précision pour éviter que la pièce finie ne glisse (force trop faible) et ne soit écrasée (force trop forte). Ce calibrage dépend de la géométrie et de la matière de la pièce finie. Après cette étape, la qualité du produit fini dépend d'une bonne force de serrage pour des milliers de cycles à chaque fois.

Solution :

Ce haut niveau de fiabilité est procuré par les rondelles ressort **SPIROL**. Quand le mandrin est ouvert, 16 rondelles SPIROL empilées en série sont compressées par un cylindre hydraulique. Chaque fois que la force du cylindre est libérée, les rondelles SPIROL procurent une force adaptée pour refermer le mandrin sur la pièce.

Supports de conduites pour des systèmes de conduites industriels

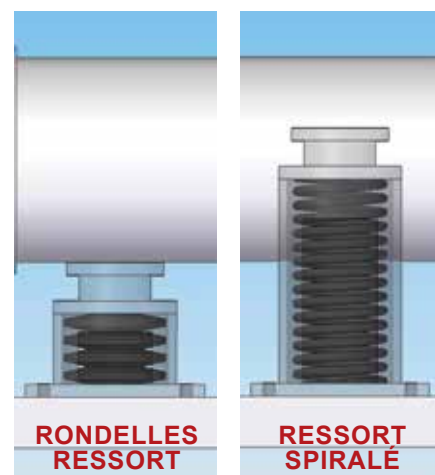
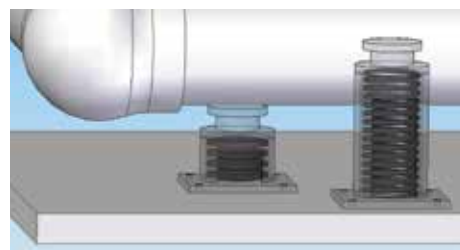
Application :

Comme l'affirme le code ASME pour les canalisations sous pression, la conception et l'installation sont primordiales à la performance et sécurité des systèmes de canalisations. Les systèmes de canalisations industriels sont essentiellement supportés par des barres cintrées ou des supports coudés ou plats. Alors que ces supports statiques sont utilisés pour supporter les pièces, il est nécessaire d'avoir des supports dynamiques pour contrôler les charges sur le système de canalisations.

Solution :

Par exemple, pour des applications avec des échangeurs de chaleur, les rondelles SPIROL sont utilisées pour accepter des dynamiques thermiques. Lorsque la température du fluide dans la conduite change, celle-ci va s'agrandir (avec la chaleur) ou se contracter (avec le froid). Les rondelles SPIROL soutiennent le système en maintenant une pression constante pour toutes les températures. Cette consistance est transmise aux joints de la conduite et est essentielle pour maintenir une bonne étanchéité. Un bon joint d'étanchéité évite aux fluides de fuir et réduit donc les coûts de maintenance.

Les rondelles SPIROL offre un avantage par rapport aux ressorts spiralés car elles disposent d'une force équivalente pour un espace moindre. Dans beaucoup de cas, comme par exemple pour les brides inférieures des échangeurs de chaleur, cette économie d'espace est nécessaire. Les rondelles SPIROL sont la solution pour donner un support robuste, à faible maintenance pour des systèmes de canalisations industriels.



Dans cet exemple, un ressort hélicoïdal ne peut pas fournir l'appui nécessaire car il n'y a pas assez d'espace. La seule option pour obtenir la force et le déplacement souhaités dans cet espace limité, passe par l'utilisation d'un empilement de rondelles ressort.

Europe

SPIROL France
+33 (0) 3 26 36 31 42
info-fr@spirol.com

SPIROL Royaume-Uni
+44 (0) 1536 444800
info-uk@spirol.com

SPIROL Ford
+44 (0) 1914 540141
contactus@ford-aerospace.com

SPIROL Allemagne
+49 (0) 89 4 111 905 71
info-de@spirol.com

SPIROL Espagne
+34 932 71 64 28
info-ib@spirol.com

SPIROL République Tchèque
+420 226 218 935
info-cz@spirol.com

SPIROL Pologne
+48 510 039 345
info-pl@spirol.com

Amériques

SPIROL International Corporation
+1 860 774 8571
info@spirol.com

SPIROL division des Cales
+1 330 920 3655
info@spirol.com

SPIROL Canada
+1 519 974 3334
info-ca@spirol.com

SPIROL Mexique
+52 81 8385 4390
info-mx@spirol.com

SPIROL Brésil
+55 19 3936 2701
info-br@spirol.com

Asie Pacifique

SPIROL Chine
+86 (0) 21 5046-1451
info-cn@spirol.com

SPIROL Malaisie
+60 77 063 960
info-my@spirol.com

SPIROL Corée
+82 (0) 10 9429 1451
info-kr@spirol.com



Merci de consulter le site **SPIROL.fr** pour obtenir les spécifications et gammes standard actualisées.

SPIROL offre une assistance gratuite en matière d'ingénierie d'application! Nous vous aiderons à concevoir de nouveaux produits et à résoudre les problèmes et vous recommanderons des économies sur les produits existants. Laissez-nous vous aider en visitant les **Services d'ingénierie d'application** sur **SPIROL.fr**.