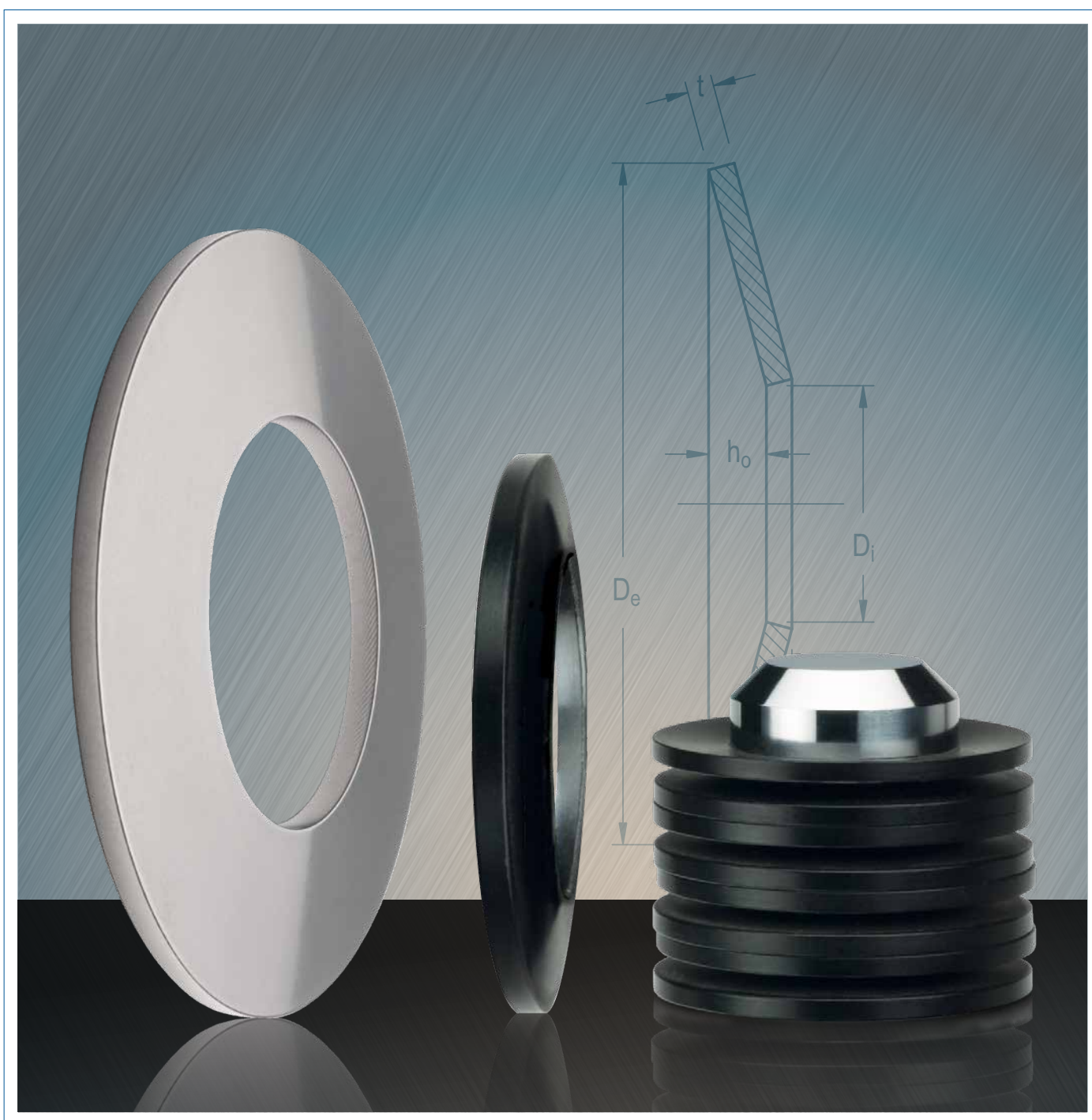
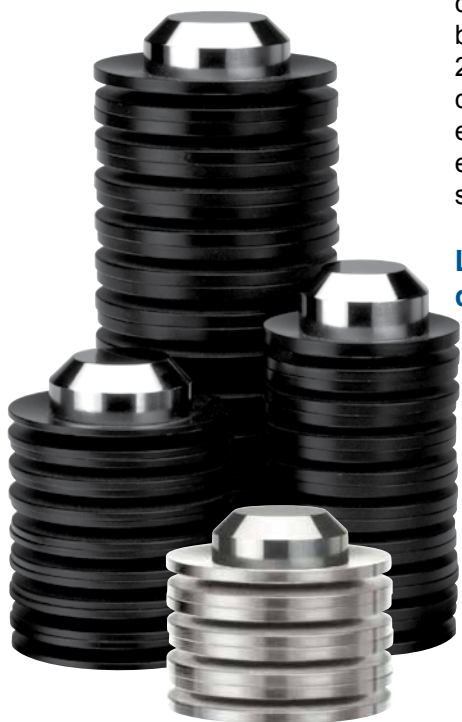


# SPIROL<sup>®</sup>

## RONDELLES RESSORT





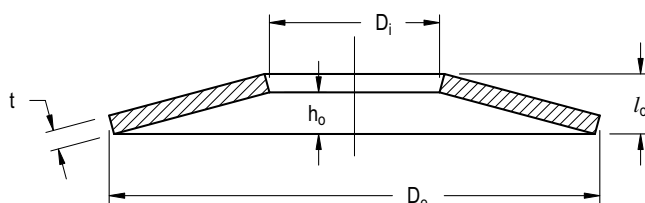
Les rondelles ressort sont des pièces coniques conçues pour résister à des charges axiales. Ce qui rend les rondelles ressort uniques, c'est que si l'on se base sur les calculs standard de la norme DIN EN 16984 (anciennement DIN 2092), on peut prévoir leur course pour une charge donnée et déterminer 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
$\sigma$	= contrainte	MPa
E	= module d'élasticité	MPa
$\mu$	= 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	GRUPE 1	GRUPE 2
<b>EPAISSEUR</b>	<1,25mm	1,25mm ≤ t ≤ 6mm
<b>MATERIAU</b>	Code <b>B</b> – Acier haut carbone C67S (1.1231) / UNS G10700	Code <b>W</b> – Acier allié 51CrV4 (1.8159) / UNS G61500
<b>DURETE</b>	HV 425-510 (HRC 43-50)	HRC 42-52 (HV 412-544)
<b>FINITION</b>	Code <b>R</b> – 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 :

<b>SÉRIE A</b>	$D_e/t \approx 18$	$h_o/t \approx 0,4$
<b>SÉRIE B</b>	$D_e/t \approx 28$	$h_o/t \approx 0,75$
<b>SÉRIE C</b>	$D_e/t \approx 48$	$h_o/t \approx 1,3$

*Voir pages 10 à 14 pour la gamme SPIROL.*

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

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

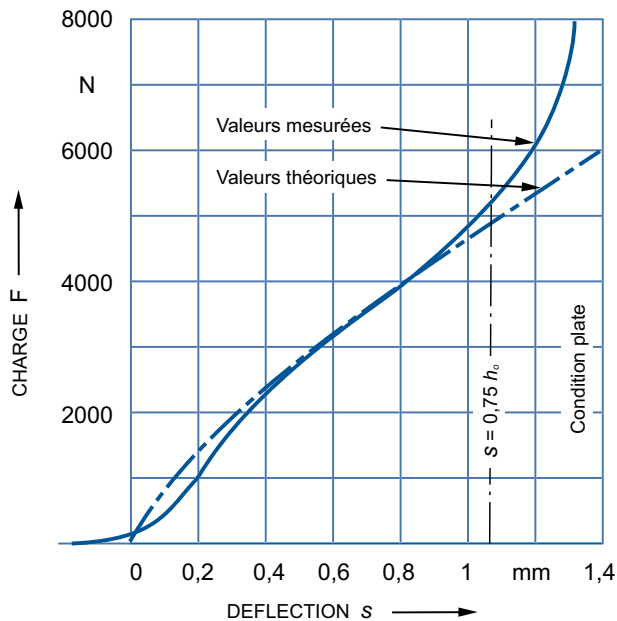
*Voir page 15 pour la gamme SPIROL.*

## 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



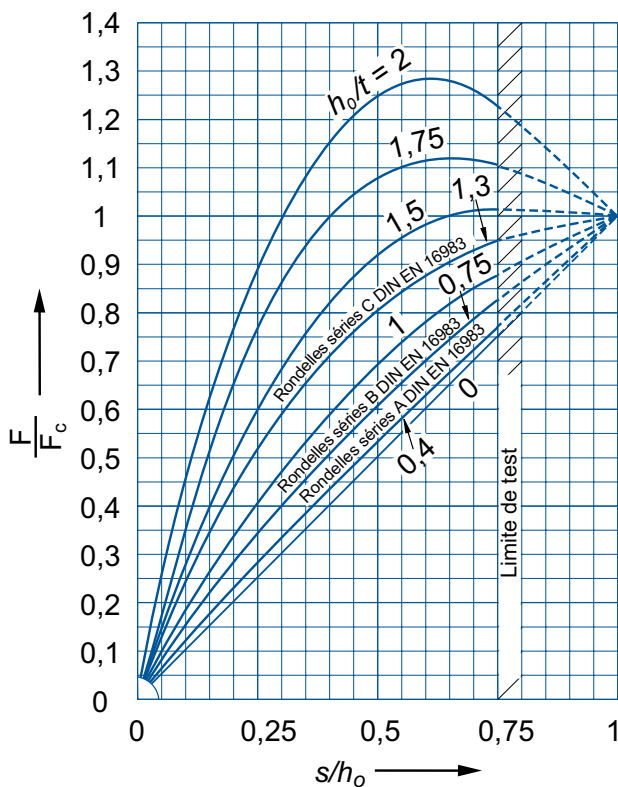
Au démarrage, la courbe mesurée dévie légèrement de la valeur théorique à cause d'efforts résiduels.

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



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.

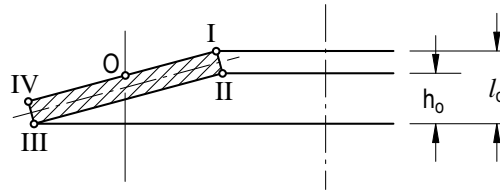
$F_c$  est la charge nominale de la rondelle dans la position plate.

### 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:

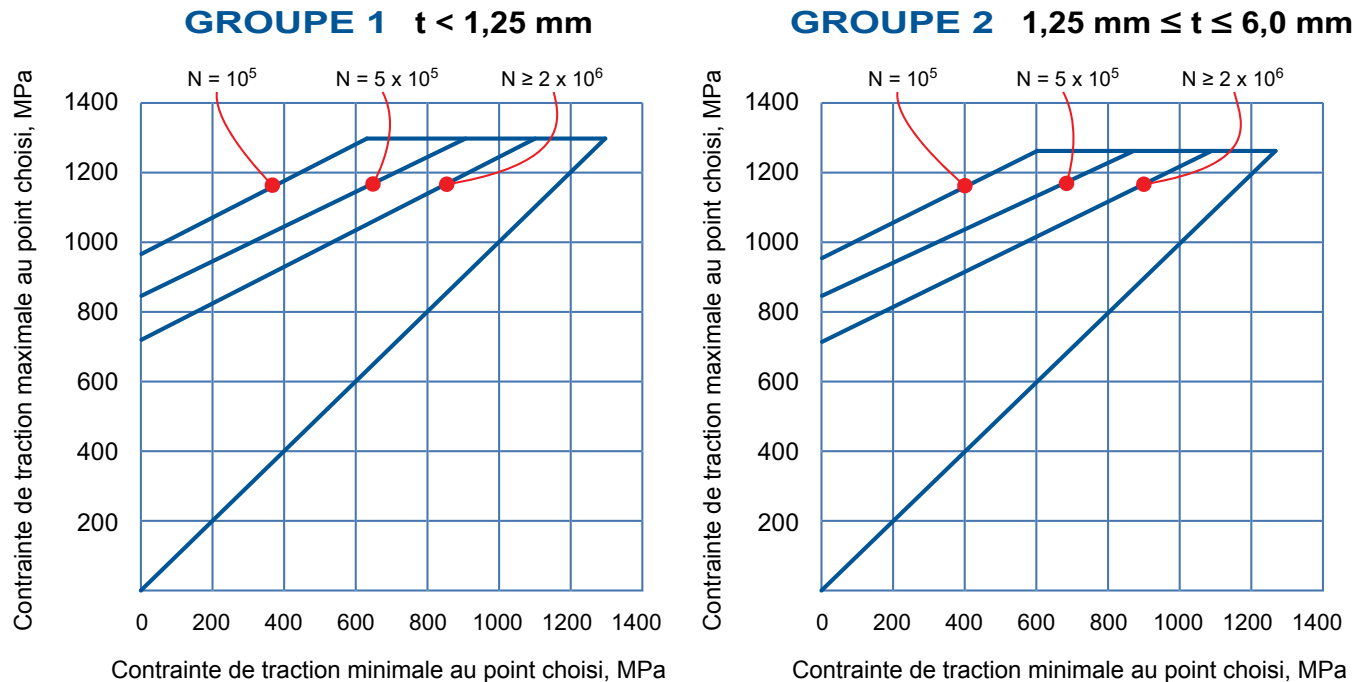
Afin de minimiser les contraintes dans la pièce, il est souvent recommandé d'utiliser la capacité des rondelles ressort à être orientés dans des piles pré-assemblées constituées de rondelles en série ou en parallèle. Les rondelles en parallèles permettent d'augmenter les forces pour une taille de rondelle 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.



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 9 à 14 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 grenailage 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

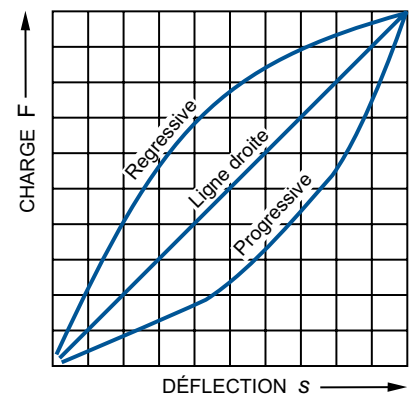
- Les empilements courts sont plus efficaces, particulièrement pour des charges dynamiques. Les rondelles placées du côté de la charge dynamique sont très déformées alors que les rondelles à l'opposé de la charge le sont peu. Cela provient du frottement entre chaque rondelle et entre les rondelles et 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

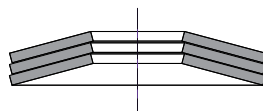
L'empilement de rondelles individuelles apporte au concepteur :

- 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

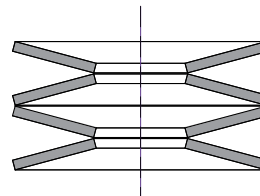
#### EN PARALLÈLE



**Course :** identique à une seule rondelle

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

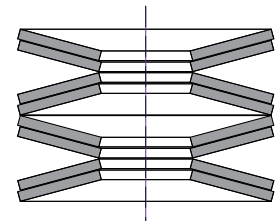
#### EN SÉRIE



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

**Force élastique :** identique à une seule rondelle

#### EN COMBINAISON



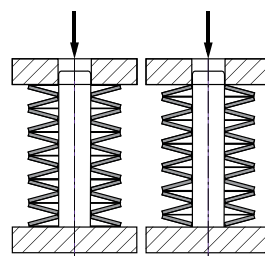
**Course :** celle d'une seule rondelle multipliée par le nombre de pièces utilisées en série

**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.

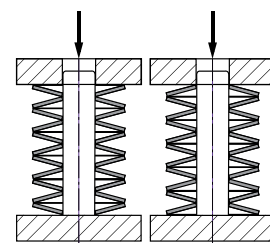
### CONSTRUCTION DES EMPILAGES

#### NOMBRE PAIR DE RONDELLES



**BON MAUVAIS**

#### NOMBRE IMPAIR DE RONDELLES



**BON MAUVAIS**

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-EMPILE

**SPIROL** propose des rondelles ressort préempilés (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.

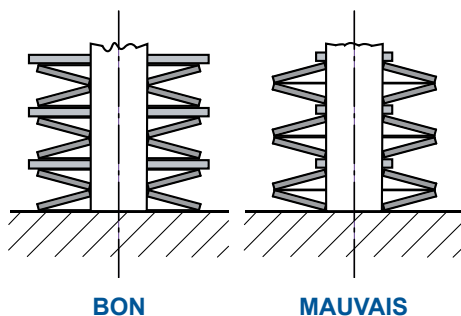


### GUIDAGE DE L'EMPILEMENT

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  $\leq 4$  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

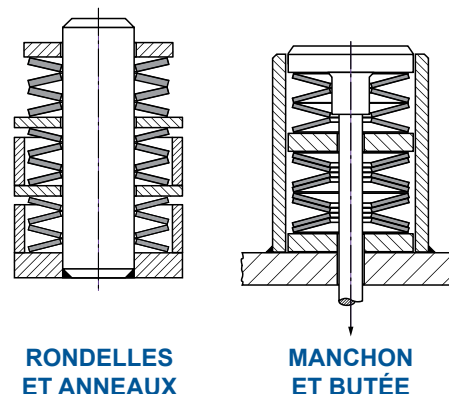


Les rondelles d'épaisseur inférieure ou égale à 1 mm peuvent présenter un problème de stabilité au niveau de la surface de contact. Dans de tels cas, l'utilisation d'une rondelle plate en contact avec le diamètre extérieur des rondelles est recommandée.

### 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 <sup>1</sup>
$3 \leq d \leq 6$	0,12	0,12	0,15
$6 < d \leq 10$	0,15	0,15	0,18
$10 < d \leq 18$	0,18	0,18	0,22
$18 < d \leq 30$	0,21	0,21	0,26
$30 < d \leq 50$	0,25	0,25	0,32
$50 < d \leq 80$	0,30	0,30	0,60
$80 < d \leq 120$	0,35	0,35	0,70
$120 < d \leq 180$	0,40	0,40	0,80
$180 < d \leq 250$	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
$0,2 \leq t \leq 0,6$	0,02	0,06
$0,6 < t \leq 1,25$	0,03	0,09
$1,25 < t \leq 3,8$	0,04	0,12
$3,8 < t \leq 6$	0,05	0,15

### TOLERANCE DE HAUTEUR LIBRE TOTALE ( $l_o$ ) \*

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

\* Conformément à la norme DIN EN 16893 (anciennement DIN2093), il est permis de dépasser la tolérance standard pour  $l_o$  afin de se conformer aux exigences de charges des rondelles ressorts.

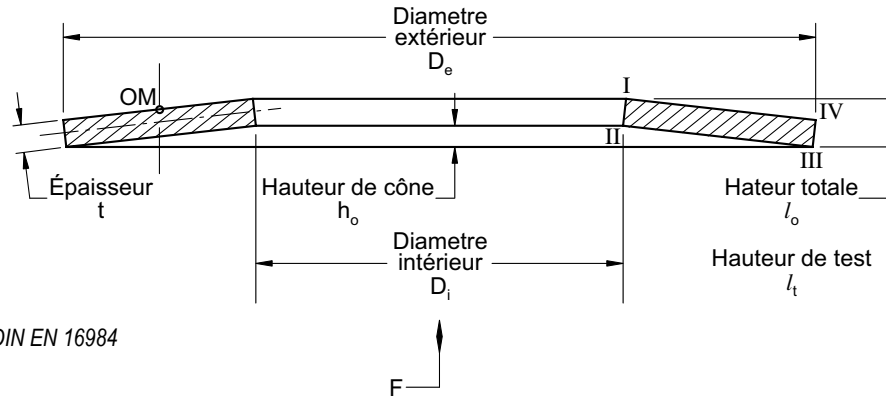
### TOLERANCE DE FORCE ELASTIQUE

Les écarts suivants s'appliquent pour des applications normales :

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

ÉPAISSEUR (t) en mm	ECART PERMIT en charge <b>F</b> à $s = 0,75 h_o$ en %
$t < 1,25$	+ 25 % - 7,5 %
$1,25 \leq t \leq 3$	+ 15 % - 7,5 %
$3 < t \leq 6$	+ 10 % - 5 %

# RONDELLES ELASTIQUES SELON DIN EN 16983 (anciennement DIN 2093)



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

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

Voir page 14 pour les rondelles élastiques  
 SPIROL en Inox.

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

Séries DIN	Dimensions						Force, déflexion et contraintes basées sur $E = 206 \text{ kMPa}$ et $\mu = 0,3$																							
							Précontrainte, $s = 0,15 h_o$					$s = 0,25 h_o$					$s = 0,5 h_o$					$s = 0,75 h_o$					$s = h_o$			
	$D_e$	$D_i$	$t$	$l_o$	$h_o$	$h_o/t$	$s$	$l_t$	$F$	$\sigma_{II}$	$\sigma_{III}$	$s$	$l_t$	$F$	$\sigma_{II}$	$\sigma_{III}$	$s$	$l_t$	$F$	$\sigma_{II}$	$\sigma_{III}$	$s$	$l_t$	$F$	$\sigma_{II}$	$\sigma_{III}$	$s$	$F$	$\sigma_{OM}$	
	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	0,30	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	1124	1.017	0,23	0,88	1.090	1.780	1.465	0,30	1.419	-2.118	











# RONDELLES ELASTIQUES EN ACIER INOXYDABLE

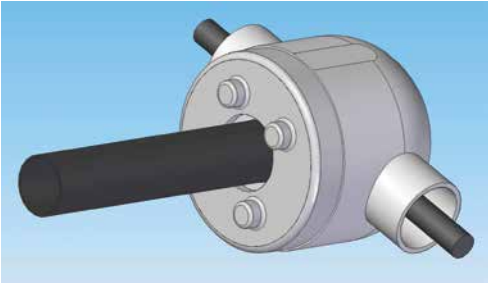
MATERIAU STANDARD	
D	Acier Inox austénitique
FINITION STANDARD	
K	Brute

POUR COMMANDER : Produit / D<sub>e</sub> x D<sub>i</sub> x t / code matériau / code finition

EXEMPLE : DSC 25 x 12,2 x 0,9 DK

Dimensions						Force, déflexion et contraintes basées sur E = 206 kMPa et $\mu = 0,3$																										
						Précontrainte, s = 0,15 h <sub>o</sub>					s = 0,25 h <sub>o</sub>					s = 0,5 h <sub>o</sub>					s = 0,75 h <sub>o</sub>					s = h <sub>o</sub>						
D <sub>e</sub>	D <sub>i</sub>	t	l <sub>o</sub>	h <sub>o</sub>	h <sub>o</sub> /t	s	l <sub>t</sub>	F	σ <sub>II</sub>	σ <sub>III</sub>	s	l <sub>t</sub>	F	σ <sub>II</sub>	σ <sub>III</sub>	s	l <sub>t</sub>	F	σ <sub>II</sub>	σ <sub>III</sub>	s	l <sub>t</sub>	F	σ <sub>II</sub>	σ <sub>III</sub>	s	F	σ <sub>OM</sub>				
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				
56,0	28,5	1,50	3,45	1,95	1,30	0,29	3,16	891	-16	276	0,49	2,96	1.345	-4	446	0,98	2,48	2.084	104	820	1,46	0,52	2.419	323	1,124	1,95	2.551	-1.083				
63,0	31,0	1,80	4,15	2,35	1,31	0,35	3,80	1.445	-18	306	0,59	3,56	2.180	-4	494	1,18	2,98	3.373	120	910	1,76	2,39	3.909	370	1,246	2,35	4.116	-1.213				
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

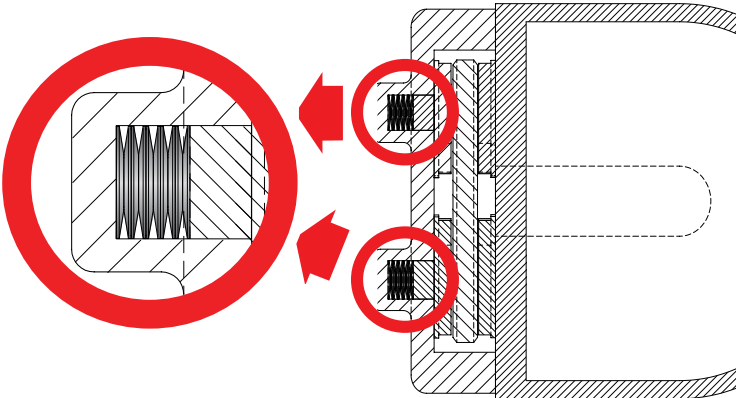


### Application :

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.

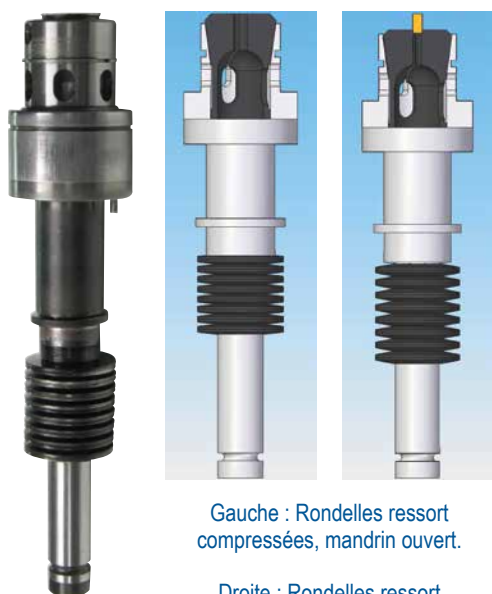


Les rondelles SPIROL ont une capacité élevée à stocker de l'énergie potentielle mécanique. La forme conique des rondelles SPIROL leur donne des caractéristiques élastiques et des performances plus prévisibles que des ressorts de compression traditionnels. Les rondelles ressort sont aussi capables de 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

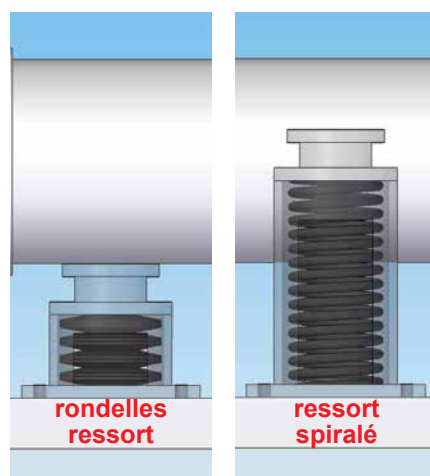
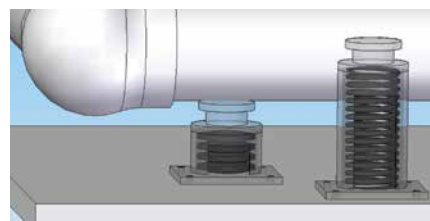
#### Application :

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 couvés 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.



Merci de consulter le site [www.SPIROL.com](http://www.SPIROL.com) pour obtenir les spécifications et gammes standard actualisées.

Les ingénieurs d'application **SPIROL** vont revoir les besoins de votre application et travailler avec votre équipe afin de vous recommander la meilleure solution. Pour commencer le processus d'évaluation de votre application, sélectionnez notre portail **Optimisation d'application d'ingénierie** sur [www.SPIROL.com](http://www.SPIROL.com)

## Centres Techniques

**Europe SPIROL SAS**  
Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin  
18 Rue Léna Bernstein  
51100 Reims, France  
Tel. +33 (0)3 26 36 31 42  
Fax. +33 (0)3 26 09 19 76

**SPIROL Royaume-Uni**  
17 Princewood Road  
Corby, Northants NN17 4ET  
Royaume-Uni  
Tel. +44 (0) 1536 444800  
Fax. +44 (0) 1536 203415

**SPIROL Allemagne**  
Ottostr. 4  
80333 Munich, Allemagne  
Tel. +49 (0) 89 4 111 905 71  
Fax. +49 (0) 89 4 111 905 72

**SPIROL Espagne**  
08940 Cornellà de Llobregat  
Barcelona, Espagne  
Tel. +34 93 669 31 78  
Fax. +34 93 193 25 43

**SPIROL République Tchèque**  
Sokola Tůmy 743/16  
Ostrava-Mariánské Hory 70900,  
République Tchèque  
Tel/Fax. +420 417 537 979

**SPIROL Pologne**  
ul. Solec 38 lok. 10  
00-394, Warszawa, Pologne  
Tel. +48 510 039 345

**Amériques SPIROL International Corporation**  
30 Rock Avenue  
Danielson, Connecticut 06239 Etats-Unis  
Tel. +1 (1) 860 774 8571  
Fax. +1 (1) 860 774 2048

**SPIROL division cales**  
321 Remington Road  
Stow, Ohio 44224 Etats-Unis  
Tel. +1 (1) 330 920 3655  
Fax. +1 (1) 330 920 3659

**SPIROL Canada**  
3103 St. Etienne Boulevard  
Windsor, Ontario N8W 5B1 Canada  
Tel. +1 (1) 519 974 3334  
Fax. +1 (1) 519 974 6550

**SPIROL Mexique**  
Avenida Avante #250  
Parque Industrial Avante Apodaca  
Apodaca, N.L. 66607 Mexico  
Tel. +52 (01) 81 8385 4390  
Fax. +52 (01) 81 8385 4391

**SPIROL Brésil**  
Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134  
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial  
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brésil  
Tel. +55 (0) 19 3936 2701  
Fax. +55 (0) 19 3936 7121

**Asie Pacifique SPIROL Asie**  
1st Floor, Building 22, Plot D9, District D  
No. 122 HeDan Road  
Wai Gao Qiao Free Trade Zone  
Shanghai, Chine 200131  
Tel. +86 (0) 21 5046 1451  
Fax. +86 (0) 21 5046 1540

**SPIROL Corée**  
160-5 Seokchon-Dong  
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Corée  
Tel. +86 (0) 21 5046-1451  
Fax. +86 (0) 21 5046-1540

email: [info-fr@spirol.com](mailto:info-fr@spirol.com)

**SPIROL.com**