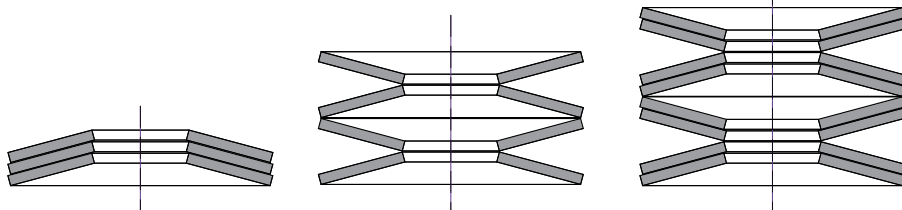


Les rondelles ressorts sont des composants de précision de forme conique conçus pour être chargés axialement. Les rondelles ressorts peuvent être soumises à une charge statique continue ou intermittente, ou à une charge dynamique continue. Ce qui distingue les rondelles ressorts des autres types de ressorts, c'est que la déflexion du disque à une charge donnée est prévisible, ce qui permet de calculer la durée de vie minimale du cycle. En raison de leur prévisibilité, de leur grande fiabilité et de leur résistance à la fatigue inégalée, les rondelles ressorts sont préférées à tous les autres types de ressorts dans les applications critiques telles que les soupapes de sécurité, les mécanismes d'embrayage et de freinage des ascenseurs et des équipements lourds, et les supports des systèmes de tuyauterie industrielle. Les rondelles ressorts peuvent être utilisées individuellement ou assemblées en piles pour obtenir les caractéristiques de force-déflexion requises pour l'application. Ce livre blanc présente les différentes méthodes d'empilage des rondelles ressorts et explique comment déterminer la configuration d'empilage appropriée pour une application particulière.



Pour obtenir les performances optimales des rondelles ressorts, il est préférable de maintenir la déflexion de travail entre 15 % et 75 % de la déflexion totale, car c'est dans cette plage que les résultats mesurés correspondent le plus précisément aux caractéristiques théoriques de la rondelle ressort. Si une seule rondelle ressort n'est pas capable de fournir les caractéristiques de force/déflexion requises par l'application, les rondelles ressorts peuvent être empilées en série, en parallèle ou en combinaison pour répondre aux exigences (voir ci-dessous : Méthodes d'empilage et Figure 1).

### MÉTHODES D'EMPILAGE



#### EN PARALLÈLE

**Déflexion :** Identique à celle d'un seul disque  
**Force :** Disque unique multiplié par le nombre de disques

#### EN SÉRIE

**Déflexion :** Disque unique multiplié par le nombre de disques  
**Force :** Identique à celle d'un seul disque

#### EN COMBINAISON

**Déflexion :** Disque unique multiplié par le nombre de disques en série  
**Force :** Disque unique multiplié par le nombre de disques parallèles dans un ensemble  
Tellerfedern in einem Paket

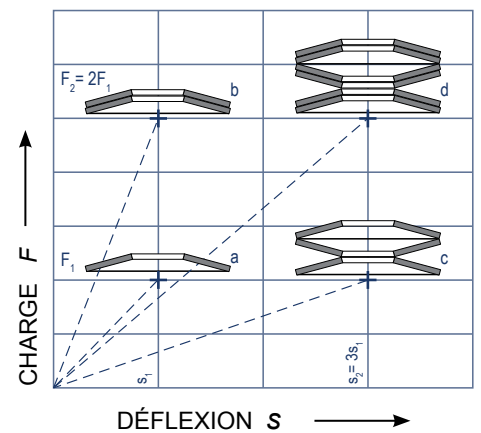


Figure 1

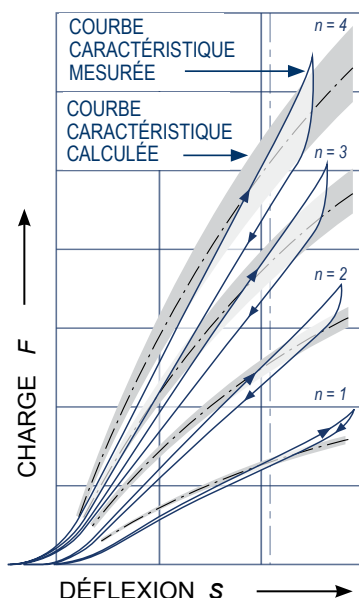


Figure 2

Le frottement entre les rondelles ressorts empilées en parallèle doit être pris en compte. Les facteurs qui influent sur le frottement sont le nombre de disques empilés en parallèle, l'importance de la déflexion des disques, la lubrification des disques et la finition de la surface des disques et des éléments de guidage. La tolérance raisonnable pour chaque surface de glissement est de 2 à 3 %. Un frottement supplémentaire dans les disques empilés en parallèle entraîne une courbe de charge/déflexion réelle différente de la courbe théorique. Les charges réelles sont plus élevées lorsqu'une charge est appliquée et réduites lorsque la charge est retirée. Cette hystérésis se traduit par un effet d'amortissement qui augmente avec des disques plus épais ou un nombre de disques empilés en parallèle plus élevé. (Figure 2)

Le frottement entre les surfaces de glissement doit être minimisé pour réduire l'écart par rapport aux prédictions théoriques et réduire l'accumulation de chaleur préjudiciable à la durée de vie du disque. Les rondelles ressorts empilées en parallèle doivent être lubrifiées avec un lubrifiant solide tel que le bisulfure de molybdène et limitées à un maximum de 4 disques en parallèle. Le frottement sera moindre dans une pile orientée verticalement que dans une pile chargée horizontalement. Dans les applications dynamiques, il existe une période de « rodage » pendant laquelle le frottement diminue au fur et à mesure que la finition des surfaces de glissement et de contact s'use et se lisse en raison du contact pièce sur pièce.

Lors de l'empilement des rondelles ressorts, une large gamme de caractéristiques de force/déflexion est possible ; l'empilement peut être conçu avec des courbes de charge spécifiques pour répondre aux exigences de l'application avec une possibilité de progressivité et de régression (Figure 3).

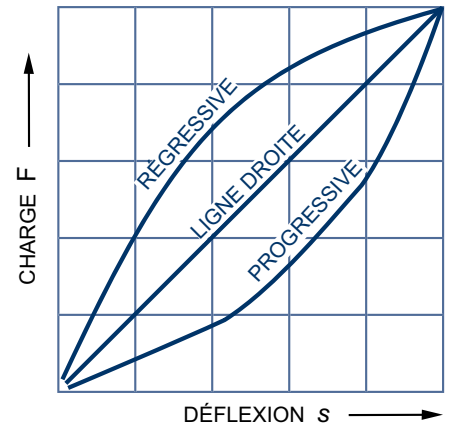


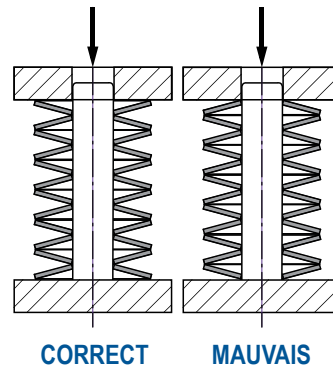
Figure 3

## CONSTRUCTION DE PILES

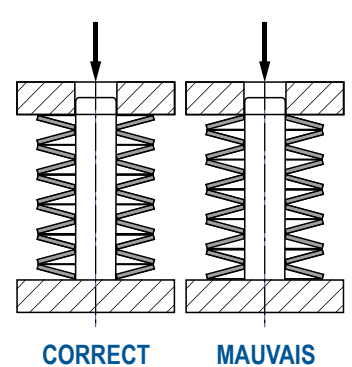
Il est préférable de configurer la pile avec un nombre pair de rondelles ressorts, le bord extérieur de la rondelle ressort étant positionné à chaque extrémité de la pile afin de favoriser la stabilité. En raison de diverses restrictions d'application, il n'est pas toujours possible d'utiliser une pile avec un nombre pair de rondelles ressorts. Lorsque la configuration d'une pile utilise un nombre impair de rondelles ressorts, le bord extérieur de la rondelle ressort doit être orienté vers l'extrémité à laquelle la force est appliquée - l'extrémité mobile de la pile.

Les empilements plus courts sont plus efficaces, ce qui est particulièrement important pour les applications dynamiques. En raison du frottement entre les rondelles ressorts et le mandrin ou le manchon de guidage, les rondelles ressorts situées à l'extrémité mobile de la pile ont tendance à fléchir davantage que les rondelles ressorts situées à l'extrémité opposée. L'utilisation du plus grand diamètre possible des rondelles ressorts réduira le nombre de rondelles ressorts par pile et la hauteur totale de la pile. Il est recommandé que la hauteur totale de la pile ne dépasse pas 3 fois le diamètre extérieur de la rondelle ressort ou 10 disques en série. Si l'application l'exige, des piles plus hautes peuvent être divisées avec des rondelles plates pour assurer la stabilité.

### NOMBRE PAIR DE DISQUES



### NOMBRE IMPAIR DE DISQUES

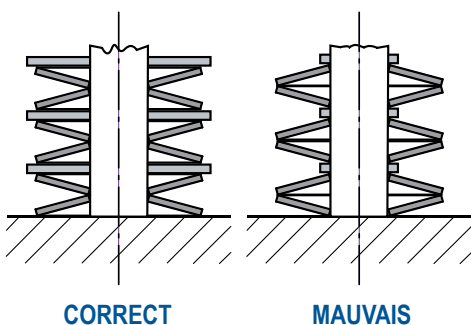


## GUIDAGE DES PILES

Pour maintenir les rondelles ressorts en position, les piles doivent être guidées. La méthode préférée est le guidage interne, tel qu'une tige/mandrin, à travers le diamètre intérieur. Dans le cas d'un guidage externe, un manchon est suggéré. Dans les deux cas, le composant de guidage doit être cémenté à 58 HRC avec une profondeur non inférieure à 0,6 mm et une finition de surface  $\leq 4$  microns.

**Comme le diamètre des disques change lorsqu'ils sont comprimés, les valeurs de jeu suivantes sont recommandées :**

$D_e$ ou $D_i$ (mm)	JEU DIAMÉTRAL (mm)
Jusqu'à 16	0,2
Plus de 16 à 20	0,3
Plus de 20 à 26	0,4
Plus de 26 à 31,5	0,5
Plus de 31,5 à 50	0,6
Plus de 50 à 80	0,8
Plus de 80 à 140	1,0
Plus de 140 à 250	1,6



La stabilité d'un rondelle ressort d'une épaisseur de 1 mm ou moins peut présenter un problème au niveau des surfaces d'appui. Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser des disques/rondelles plats intermédiaires avec un contact avec le diamètre extérieur.

Une fois que la pile de rondelles ressorts a été alignée, une légère précharge doit être appliquée pour maintenir la pile en position. Si cela n'est pas possible, la pile doit être mise à plat au moins une fois, car cela a également pour effet de centraliser les rondelles ressorts.

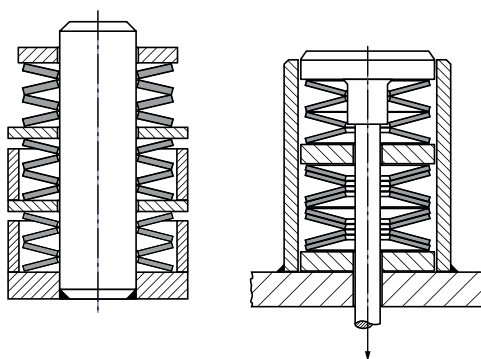
### COURBES DE CHARGE PROGRESSIVE

Le chargement progressif peut être obtenu en assemblant les piles dans lesquelles les rondelles ressorts se déforiment consécutivement lorsqu'elles sont chargées :

- En empilant des ensembles parallèles simples, doubles et triples en série.
- En empilant en série des rondelles ressorts d'épaisseurs différentes.

Il est nécessaire de limiter la compression de la rondelle ressort la plus faible pour éviter une surcompression alors que les rondelles ressorts les plus fortes, ou les ensembles parallèles, sont encore en cours de compression.

**Empilements de disques avec courbes de charge caractéristiques progressives et limiteurs de course pour éviter les surcharges.**



**RONDELLES ET ANNEAUX**

**MANCHON ET BUTÉE**

### PRÉ-EMPILE

L'installation de piles de rondelles ressorts dans un environnement de production est généralement un processus manuel. En fonction de la configuration de l'empilement, ce processus prend beaucoup de temps et présente un risque d'erreurs dans la configuration de l'empilement. Plutôt que d'avoir à configurer et à empiler les rondelles ressorts manuellement, les fabricants peuvent spécifier des rondelles ressorts pré-empilées (graissées ou non). Ces piles sont emballées dans un film rétractable avec une languette perforée, ce qui permet un processus d'installation simple, un gain de temps et une protection contre les erreurs de montage.



Lisez comment les ingénieurs de SPIROL ont déterminé les meilleures méthodes d'empilage des rondelles ressorts pour un interrupteur de sécurité de surcharge sur [SPIROL.com](http://SPIROL.com)

Article original par Darren Snell

© 2021 SPIROL International Corporation  
Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ou transmise sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, sauf autorisation légale, sans l'accord écrit de SPIROL International Corporation.

#### 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. +420 417 537 979

#### SPIROL Pologne

Aleja 3 Maja 12  
00-391 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 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**