

## Recommandations techniques

*Les cales laminées rendent la vie plus facile aux concepteurs et aux opérateurs de machines, pourvu qu'elles soient correctement usinées.*

Il est souvent plus rapide et moins coûteux d'utiliser une cale, fine pièce de métal ou de composite, pour mettre une machine-outil de niveau ou faire s'ajuster des composants, plutôt que de meuler et d'usiner pour obtenir les mêmes réglages mécaniques. Les cales agissent comme ces morceaux de papier pliés qui sont souvent placés sous les pieds d'une table pour l'empêcher d'être bancale. Elles sont souvent utilisées sur des équipements pour atténuer les vibrations et réduire le bruit. Cependant, les cales laminées sont plus polyvalentes et économiques que les feuilles de papier argenté ou les habituelles cales usinées.

### Cales laminées

Les cales laminées se composent de strates de matériaux métalliques ou composites qui sont successivement décollées jusqu'à ce que l'épaisseur de la cale corresponde à la cote souhaitée. Leur réglage est facile et s'effectue par pelage des strates avec une lame ou, dans le cas de certains matériaux, sans outil du tout. Elles sont obtenues à partir d'empilages de couches de feuilles métalliques ou composites d'épaisseur calibrée. Les couches sont encollées pour obtenir un empilement rigide qui se présente et remplit les mêmes fonctions qu'une feuille massive ou une plaque. Les cales finies résistent à un traitement raisonnable, y compris le cisaillement et l'usinage.

Les cales laminées sont produites par encollage de la surface des couches de feuilles métalliques de précision ou par encollage époxy de la surface des pellicules de films composites. Les couches peuvent être, entre autres, en aluminium, acier inoxydable, acier haut carbone ou laiton. L'épaisseur des cales finies varie de 0.015 à 0.635 cm. L'encollage s'effectue sous chaleur et pression pour durcir la colle et en réduire l'épaisseur à un point où elle est pratiquement indétectable. A des températures supérieures à environ 150°C, l'agent adhésif des couches métalliques peut cependant se détériorer et une perte négligeable de l'épaisseur totale peut être observée. Par contre, même en chauffant la résine des films composites au-dessus de 230 °C, les performances de la cale ne sont pas affectées.



Cales laminées viennent dans une variété de matériaux, de formes et de tailles.



Cales laminées peuvent être pelés bas, couche par couche, jusqu'à ce qu'ils soient la bonne épaisseur.

## Considérations Relatives aux Cales

Les concepteurs doivent connaître les efforts exercés sur les cales laminées avant d'en déterminer le matériau. De plus, les faces externes des cales laminées ne doivent pas être exposées à des efforts de friction qui pourraient déplacer les strates, avant que la que la cale n'ait été enduite de PTFE (agent antifriction). Faute de quoi, la cale peut se s'effeuiller. Cependant, si les pièces comportent des trous de passages de vis, les seuls efforts subis par la cale seront ceux exercés par le serrage de ces vis. Dans ce cas, les cales laminées peuvent être utilisées sans aucune restriction. Il est préférable que les cales laminées soient usinées plutôt qu'embouties. L'usinage permet en effet d'obtenir des bords parfaitement nets, ce qui facilite le pelage des cales. L'usinage empêche également la formation de bavures lors du pelage des couches. Les bavures sont une conséquence de l'emboutissage.

Les cales peut être partiellement solide et partiellement laminée. Ce type de cale se présente sous la forme soit 1/2 ou 3/4 solide, selon le rapport section partie solide/ épaisseur totale. Les épaisseurs standard de la partie solide sont de 0,062, 0,094, et 0,125 pouces. Les cales semi-solides sont utilisées pour renforcer la solidité d'une conception, adapter une surface d'appui sur un côté de la cale, répondre aux exigences d'une cale épaisse nécessitant peu de réglages de sa section laminée, et pour réduire les coûts.

Les cales laminées présentent certaines restrictions dimensionnelles. Par exemple, les cales laminées en laiton dont le diamètre est supérieur à 30 cm doivent être fabriquées en plusieurs parties. En règle générale, l'épaisseur de chaque section ne doit jamais être inférieure au tiers de l'épaisseur totale de matière. Les bords des cales laminées ne doivent jamais être arrondis, et le fait d'ébavurer les cales laminées peut les rendre difficiles à peler.

## Pourquoi Utiliser des Cales ?

Trois raisons fondamentales justifient l'utilisation de cales dans la conception d'assemblages et de dispositifs :

### Compensation de tolérances

Les cales permettent d'éliminer le temps et le coût nécessaires à l'obtention de tolérances d'usinage serrées sur les composants en contact. Elles permettent également de compenser les tolérances cumulées lors de l'assemblage. Il est préférable de prévoir une cale lors de la conception plutôt que de découvrir plus tard que vous en avez besoin à l'étape d'assemblage.

### Alignement précis

Les cales permettent d'aligner les surfaces parallèles et angulaires lorsque les éléments d'interfaçage doivent être solidarisés.

### Compensation d'usure

Les cales permettent de compenser l'usure et sont souvent conçues pour être le composant sacrificiel, de sorte que les composants mécaniques de base conservent leur précision originale.



## Conditions Fonctionnelles Nécessitant l'utilisation de Cales Laminées

- Lorsque des arbres tournants et des surfaces fixes ou coulissantes doivent être parallèles
- Lorsqu'un jeu axial n'est pas acceptable
- Lorsque les tolérances cumulées horizontales ou verticales sont difficiles à maîtriser
- Lorsque l'usure par rotation, l'usure par glissement, ou d'autres efforts mécaniques modifient les dimensions d'un assemblage ou d'un composant

## Centres Techniques

### Avantages des Cales Laminées

- Réduisent le temps d'assemblage
- Précision dimensionnelle sans avoir à usiner les composants
- Réglages rapides sur ligne de production et lors des réparations sur le terrain
- Aucun besoin de rectification
- Minimisent les coûts et maximisent la précision de production tout en réduisant le stock d'articles



### Détermination du matériau laminé adéquat

Matériau	Résistance à la pression (psi)
Aluminium	14 223
Laiton	64 004
Aciers inoxydable	99 562
Acier au carbone	120 897

Si l'environnement de l'application est :

- Inférieur à 150°C sans pression : utiliser l'aluminium
- Inférieur à 150°C avec pression : tous matériaux mentionnés peuvent être utilisés
- Supérieur à 150°C avec ou sans pression : utiliser le laiton, l'acier inoxydable, ou l'acier haut carbone

**SPIROL** confirme son engagement dans l'ingénierie de haute qualité avec les certifications qualité suivantes que nous avons acquies :

ISO/TS 16949:2009  
ISO 9001:2008  
AS 9100C  
Traitement chimique Nadcap AS7108  
Nadcap AC7116/4 Usinage non conventionnel  
Caterpillar MQ11005 Bronze

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

**SPIROL.com**

### 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**

Otostr. 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 93 193 05 32  
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. M. Skłodowskiej-Curie 7E / 2  
56-400, Oleśnica, Pologne  
Tel. +48 71 399 44 55

### 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 Ouest**

1950 Compton Avenue, Suite 112  
Corona, California 92881 Etats-Unis  
Tel. +1 (1) 951 273 5900  
Fax. +1 (1) 951 273 5907

### **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**

Carretera a Laredo KM 16.5 Interior E  
Col. Moises Saenz  
Apodaca, N.L. 66613 Mexique  
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** Pacifique

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