

# Manuel Technique

Edition 2009

Your Technology Specialist

**simrit**<sup>®</sup>

# Technique Antivibratoire

## Informations Techniques

<b>Technique Antivibratoire</b>	744
<b>Informations techniques</b>	746
<b>Modélisation</b>	747
<b>Objectifs conflictuels dans la technique antivibratoire</b>	748
<b>Procédure de définition</b>	750
<b>Déflexion statique</b>	751
<b>Réaction du support / Charges</b>	752
<b>Indications</b>	753
<b>Montage</b>	757
<b>Elastomères - Caractéristiques de base et d'utilisation</b>	759
<b>Aperçu des matériaux</b>	760

## Produits

<b>Aperçu</b>	761
<b>Types de produits</b>	764

# Technique Antivibratoire

La technique antivibratoire moderne protège efficacement des machines et assemblages de plus en plus complexes, des vibrations et prolonge ainsi leur durée de vie. De plus, la réduction des bruits améliore le confort d'utilisation et permet de respecter les dispositions légales actuellement en vigueur en matière de nuisances sonores. Simrit vous propose des éléments à amortissement hydraulique tels que les supports et articulations hydro-élastiques ainsi qu'une vaste gamme d'éléments amortisseurs en élastomère (articulations élastiques, rotules élastiques, supports coniques, supports machines, supports cunéiformes, supports pour instruments, éléments de centrage et beaucoup d'autres encore).

## Exigences

- Réduction globale des vibrations pour protéger les systèmes et les composants environnants
- Reprise des mouvements axiaux et radiaux ainsi que des sollicitations en torsion et en conique
- Amortissement des oscillations verticales
- Reprise des efforts horizontaux, par exemple, l'effet de freinage
- Isolation des bruits provenant de la structure pour réduire les nuisances sonores
- Réglage de la hauteur des composants pour élargir leur plage d'utilisation
- Limitation des déflexions.



## Caractéristiques

- Amortissement sélectif ou en fonction des fréquences et amplitudes
- Limitation intégrée des déflexions et possibilités d'une mise à niveau de la charge
- Solutions pour des conditions d'utilisation extrêmes
- Conformité RoHS
- Grande flexibilité d'adaptation pour des cas d'applications spécifiques
- Conception très robuste
- Excellentes caractéristiques d'isolation dans des plages de fréquences très diverses.

## Domaines d'utilisation

Les solutions antivibratoires de Simrit sont utilisées, partout dans le monde, pour les machines agricoles et les engins de Travaux Publics, la construction mécanique générale, la construction navale, les éoliennes, les transmissions et l'industrie ferroviaire.

- Suspension du moteur sur les engins de Travaux Publics, les machines agricoles et les bateaux
- Suspension des cylindres dans les engins de Travaux Publics
- Suspension des tamis sur des moissonneuses-batteuses
- Suspension de générateurs (par exemple sur les éoliennes)
- Suspension de cabines et d'accessoires
- Suspension d'ensembles électroniques
- Suspension de pompes, mélangeurs, centrifugeuses
- Suspension d'assemblages dans les laminoirs
- etc.



## Informations Techniques

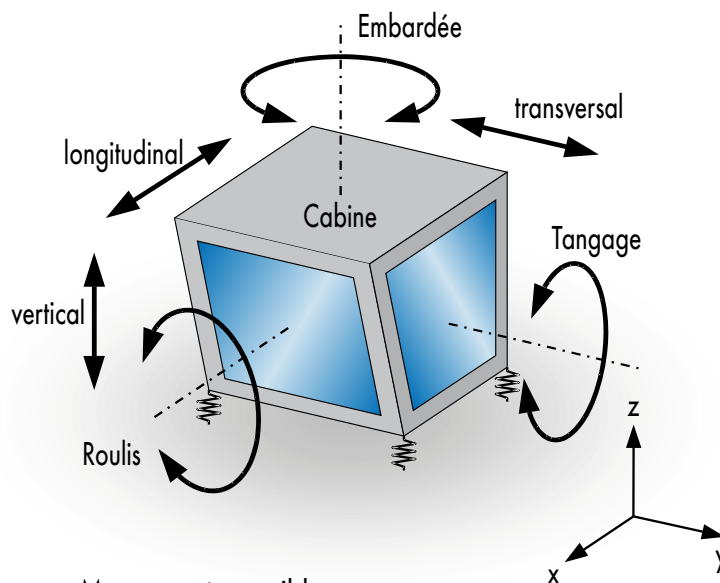
Une cause des vibrations dans une suspension avec des éléments élastiques et amortisseurs sera expliquée en prenant l'exemple d'une cabine de conduite.

La cabine de conduite est fixée sur le châssis à l'aide de supports élastiques et amortisseurs. Ce châssis relativement rigide subit, pendant le mouvement du véhicule, de grandes amplitudes vibratoires. Des mouvements de ce châssis, il résulte des vibrations au niveau de la cabine qui est également rigide.

Les amplitudes de vibrations résultent des paramètres suivants :

- masse de la cabine
- caractéristiques élastiques des supports
- caractéristiques d'amortissement des supports
- précontrainte des supports (par exemple, déflexion au niveau du point de fonctionnement)
- énergie cinétique de la cabine
- fréquence d'excitation
- amplitude d'excitation.

Si l'on considère le châssis ou la cabine comme un système élastique, il faudra identifier d'autres paramètres et les inclure dans une analyse plus différenciée (ce n'est pas l'objet ici). L'objectif de l'utilisation des éléments antivibratoires est de réduire les amplitudes de vibrations qui surviennent sous forme de bruit ou de vibrations.



Mouvements possibles :

Mouvement linéaire dans la direction x :	"mouvement longitudinal"
Mouvement linéaire dans la direction y :	"mouvement transversal"
Mouvement linéaire dans la direction de z :	"mouvement vertical"
Rotation autour de x :	"roulis"
Rotation autour de y :	"tangage"
Rotation autour de z :	"embardée"

Fig. 1 Possibilités de mouvement d'un corps rigide

# Modélisation

Un outil de base de la technique antivibratoire est le modèle d'un système masse-ressort à un degré de liberté. Ce système se compose d'un ressort et d'une masse (→ Fig. 2). Il a la caractéristique typique de la fréquence propre. On s'en sert pour analyser et décrire des phénomènes pulsatoires (vibrations). Dans le modèle présenté ci-après, un amortisseur a déjà été intégré. Le mécanisme de l'amortissement assure la réduction des vibrations.

Modèle d'un système masse-ressort (1 degré de liberté)

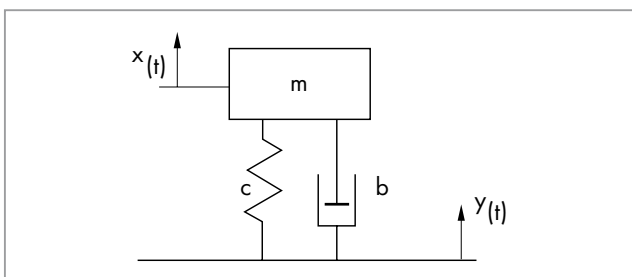


Fig. 2 Système masse-ressort

Une équation différentielle constitue la base pour la solution mathématique du problème.

$$[1] \quad m\ddot{x} + b(\dot{x}-\dot{y}) + c(x-y) = 0$$

Fonction d'amplification comme résultat des analyses mathématiques avec différents degrés d'amortissement.

$$[2] \quad \frac{\hat{x}}{\hat{y}} = \sqrt{\frac{1+(2D\lambda)^2}{(1-\lambda^2)^2 + (2D\lambda)^2}}$$

L'utilisation des équations mathématiques ne sera pas approfondie dans ce contexte. L'équation [1] décrit le système masse-ressort (→ Fig. 2) avec son comportement en fonction du temps et d'autres paramètres. L'équation [2] décrit le rapport entre l'amplitude de réponse et l'amplitude d'excitation en fonction de l'amortissement et des rapports de fréquences. Si l'on se base sur une courbe caractéristique linéaire et une suspension non amortie, la fréquence propre, voir équation [3], peut directement être déduite du diagramme 1.

$$[3] \quad n_e = \frac{950}{\sqrt{s}} \left[ \frac{1}{\text{min}} \right]$$

Si des vibrations se superposent en raison d'efforts de translation, de rotation ou d'une combinaison des deux (→ Fig. 1), le système masse-ressort comme représenté dans la figure 2 ne peut plus être utilisé. Les modèles mathématiques servant à décrire le comportement vibratoire doivent, dans ce cas-là, être élargis. Comme outils d'aide, il existe des logiciels modernes.

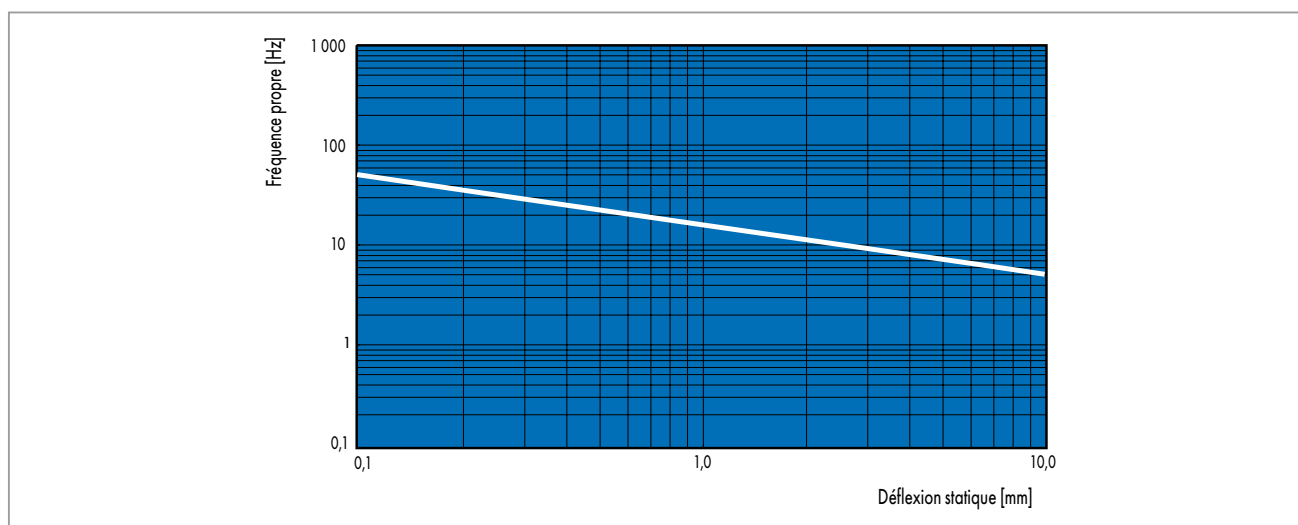


Diagramme 1 Calcul de la fréquence propre à partir de la déflexion [3]

## Objectifs conflictuels dans la technique antivibratoire

Très nombreux sont les cas où les vibrations doivent être considérablement réduites dans certaines zones.

La caractéristique essentielle d'un système oscillant est la résonance. Elle se produit lorsque la fréquence d'excitation est équivalente à la fréquence propre, rapport de fréquences  $\lambda \approx 1$  (→ Diagramme 2).

En théorie, les amplitudes peuvent augmenter à l'infini dans la zone de résonance, voir équation [2]. En réalité, il y a cependant toujours un amortissement qui limite les amplitudes de vibrations.

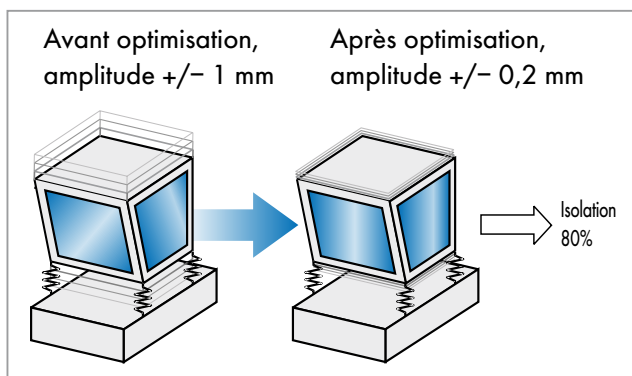


Fig. 3 Optimisation de la suspension d'une cabine

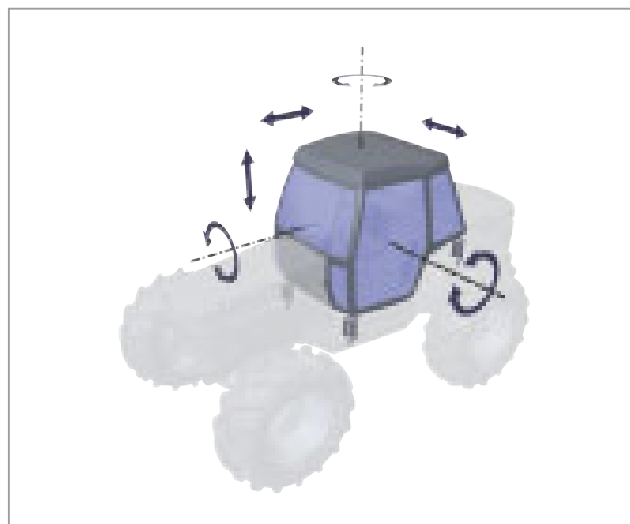


Fig. 4 Possibilités de mouvement de la cabine

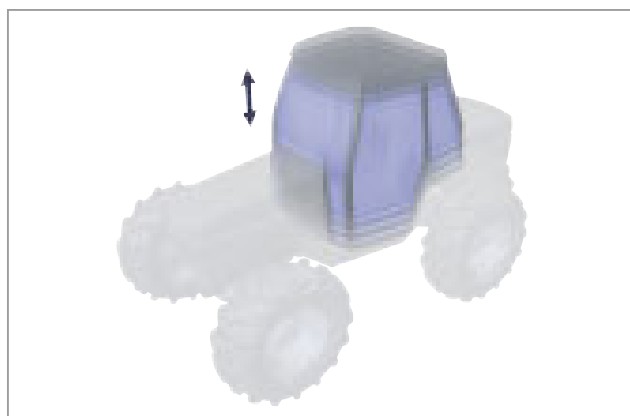


Fig. 5 Vibrations par sollicitation verticale de la cabine avant optimisation



Fig. 6 Vibrations par sollicitation verticale de la cabine après optimisation

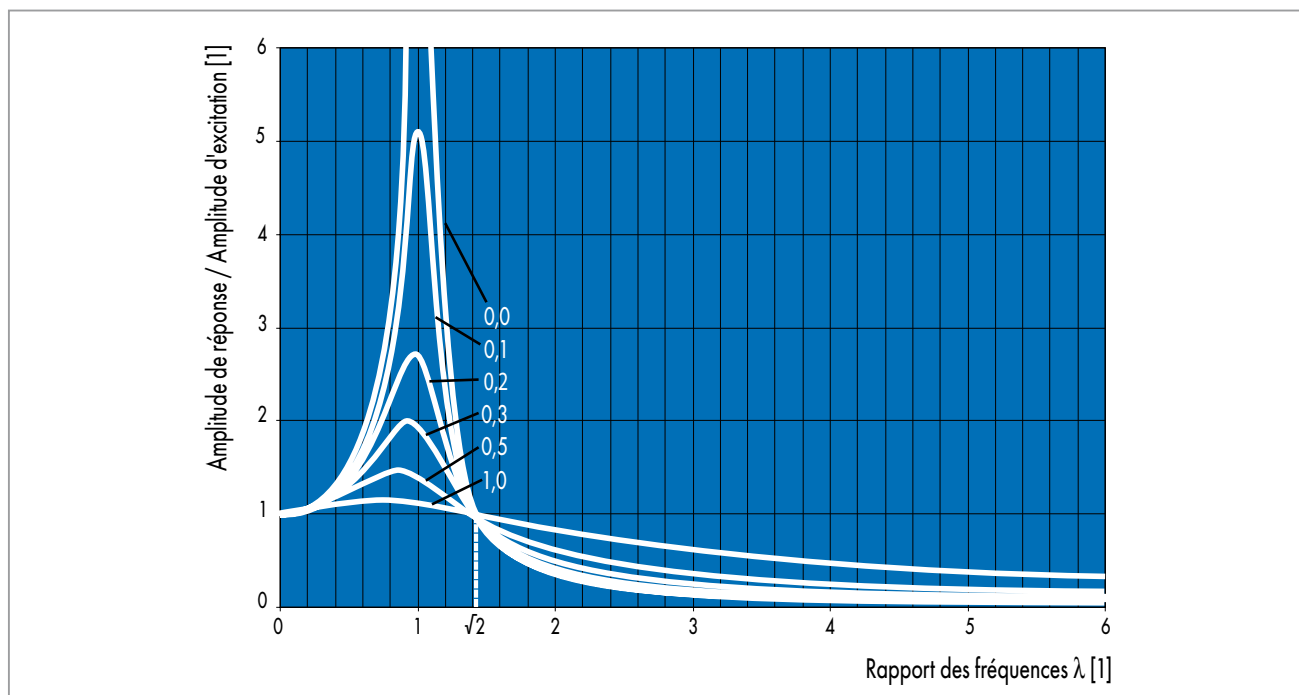


Diagramme 2 Courbe de transmissibilité (rapport entre l'amplitude de réponse et l'amplitude de d'excitation)

L'utilisation ciblée d'un amortissement permet de réduire considérablement les amplitudes des vibrations. Dans des suspensions avec des composants en élastomère, il est possible de préconiser un rapport de fréquences supérieur à 2,5 jusqu'à 3 et au-dessus.

- D > 0 correspond à l'acier et d'autres matériaux comparables
- D ~ 0,1 correspond au caoutchouc naturel NR
- D ~ 0,25 correspond au matériau AEM, d'une dureté Shore élevée
- D ~ 0,1... 0,3... éléments à amortissement hydraulique.

En augmentant l'amortissement, la réduction des amplitudes diminue à partir d'un rapport de fréquences supérieur à  $\sqrt{2}$  ( $\rightarrow$  Fig. 2). Lorsque l'amplitude est sensiblement réduite avec un rapport de fréquences supérieur à  $\sqrt{2}$ , il faut réduire l'amortissement. C'est le conflit d'objectifs qui se pose lors de la conception d'une suspension vibratoire et lors du choix d'un support approprié.

La réduction de l'amplitude de vibrations est déterminée à l'aide du degré d'isolation  $i$ . Un degré d'isolation de 80 % signifie que seulement 20 % de l'amplitude initiale appliquée sur un élément de support sont retransmis par celui-ci.

# Procédure de définition

## Problème

A partir du degré d'isolation  $i$  souhaité, il faut choisir un élément de support approprié.

## Indications

Il faudra parcourir les étapes suivantes à plusieurs reprises jusqu'à ce que le critère soit rempli selon les objectifs (procédé itératif).

### Calcul 1 (→ Déflexion statique)

Dans une première étape, on choisit le degré d'isolation (étape 1) dans le diagramme 3. Si la fréquence d'excitation est connue (étape 2), il est possible de déterminer la déflexion nécessaire (étape 3) pour obtenir l'isolation souhaitée. Pour ce faire, on trace, en partant de la valeur souhaitée sur l'axe de la fréquence d'excitation, une ligne horizontale imaginaire vers la ligne oblique de l'isolation souhaitée (étape 2). A partir du point d'intersection, on trace une perpendiculaire qui coupe l'axe de la déflexion en un point (étape 3). Ce point d'intersection indique la déflexion nécessaire pour obtenir l'isolation souhaitée. Le diagramme peut également être utilisé d'une autre manière. Il est, par exemple, possible de vérifier si un élément de support choisi permet d'obtenir l'isolation nécessaire pour la fréquence d'excitation en question.

### Calcul 2 (→ Réaction du support / Effort)

Ensuite, il est conseillé de déterminer la réponse du support (effort  $F$ ) selon la répartition des charges de la masse à suspendre. Il est ainsi possible de déterminer la déflexion statique  $s_{\text{déf}} \sim s_{\text{maxi}} / F_{\text{maxi}} * F$  à partir des valeurs  $s_{\text{maxi}}$  et  $F_{\text{maxi}}$  du produit choisi dans le catalogue. Sous charge, la déflexion statique devrait, au maximum, correspondre à 80 % de  $s_{\text{maxi}}$ . Sous charge et avec des sollicitations dynamiques importantes, elle devrait au maximum être égale à 50 % de  $s_{\text{maxi}}$ . En rè-

gle générale, il est possible de définir plusieurs produits pour faire un choix. Mais le but est d'avoir une même déflexion et un même type de support pour une masse à suspendre.

### Calcul 3 (→ Indications)

Il est recommandé de vérifier la déflexion à choisir en appliquant un coefficient de sécurité qui tient compte d'un surplus d'amplitude (→ Diagramme 2) de la masse suspendue à l'aide de la fonction d'amplification d'une suspension simple. Plus de détails sur les fonctions d'amplification se trouvent dans les ouvrages spécialisés sur la technique antivibratoire. De nombreuses explications sur l'utilisation du coefficient de sécurité se trouvent dans le chapitre Indications.

## Critères

Compte tenu du coefficient de sécurité, la déflexion en fonction de la réaction du support devrait correspondre à la déflexion pour l'isolation souhaitée.

Le choix d'un degré d'isolation  $i$  devrait se faire avec une certaine flexibilité car il ne faut pas négliger :

- les dimensions géométriques
- le type de construction
- l'assemblage et le montage
- les déplacements nécessaires
- les limitations nécessaires des oscillations
- le passage de la zone de résonance
- l'isolation vibratoire dans d'autres directions
- la plage de températures
- les fluides
- et d'autres exigences.

# Déflexion statique

A l'aide du diagramme 3, il est possible de déterminer, au travers des étapes 1 à 3, la déflexion nécessaire qui conduit vers le degré d'isolation [i] exigé.

Etape 1 : Choisir le degré d'isolation souhaité

Etape 2 : Choisir la fréquence d'excitation

Etape 3 : Relever la valeur de déflexion

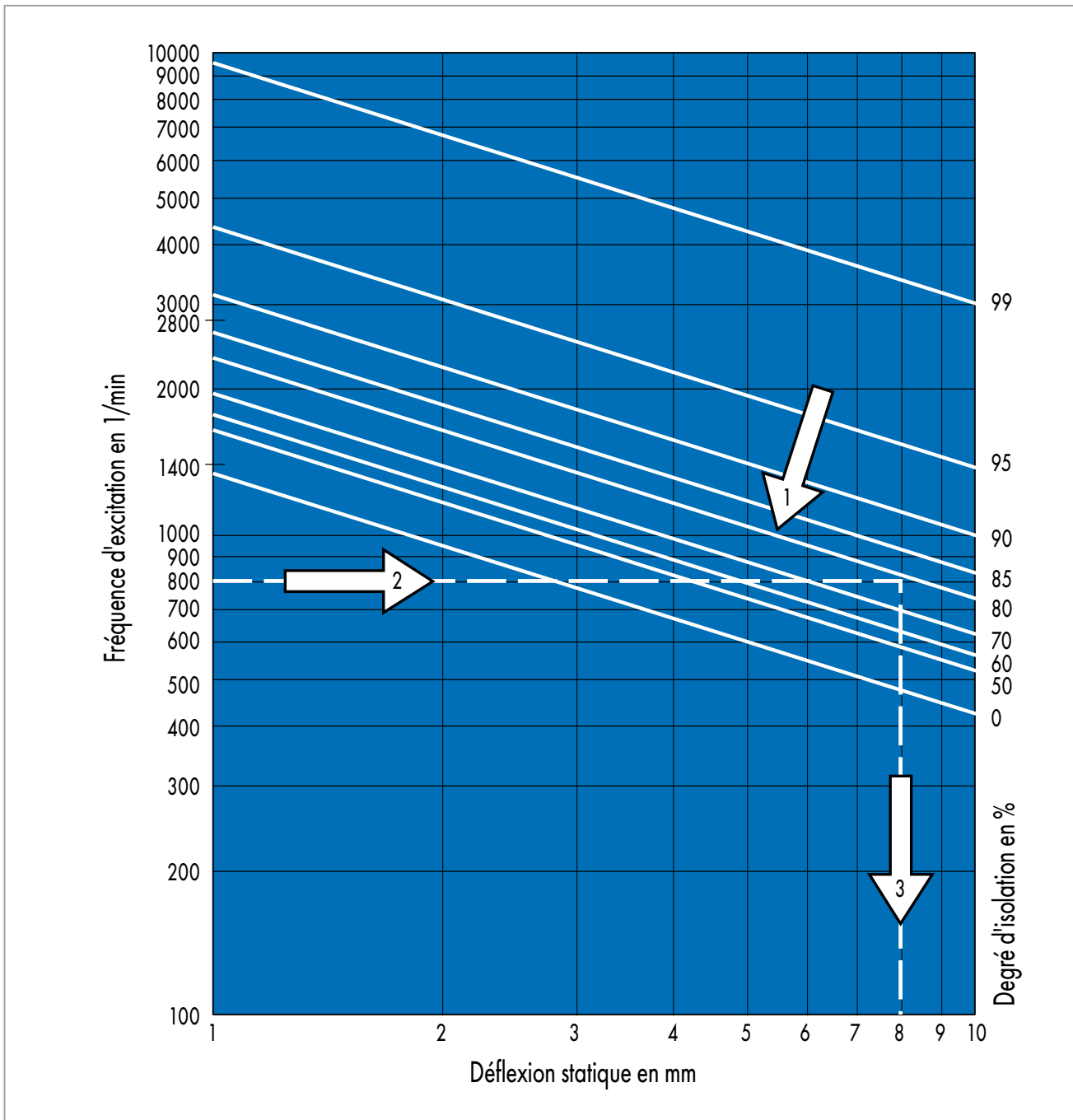


Diagramme 3 Détermination de la déflexion statique en fonction de la fréquence d'excitation et du degré d'isolation exigé

# Réaction du support / Charges

Pour bien positionner la masse (des considérations de construction jouent ici un rôle important), il est nécessaire de connaître les réactions du support. Ceci sera

expliqué à l'aide d'une suspension avec quatre points de fixation et un centre de gravité qui ne se trouve pas au milieu.

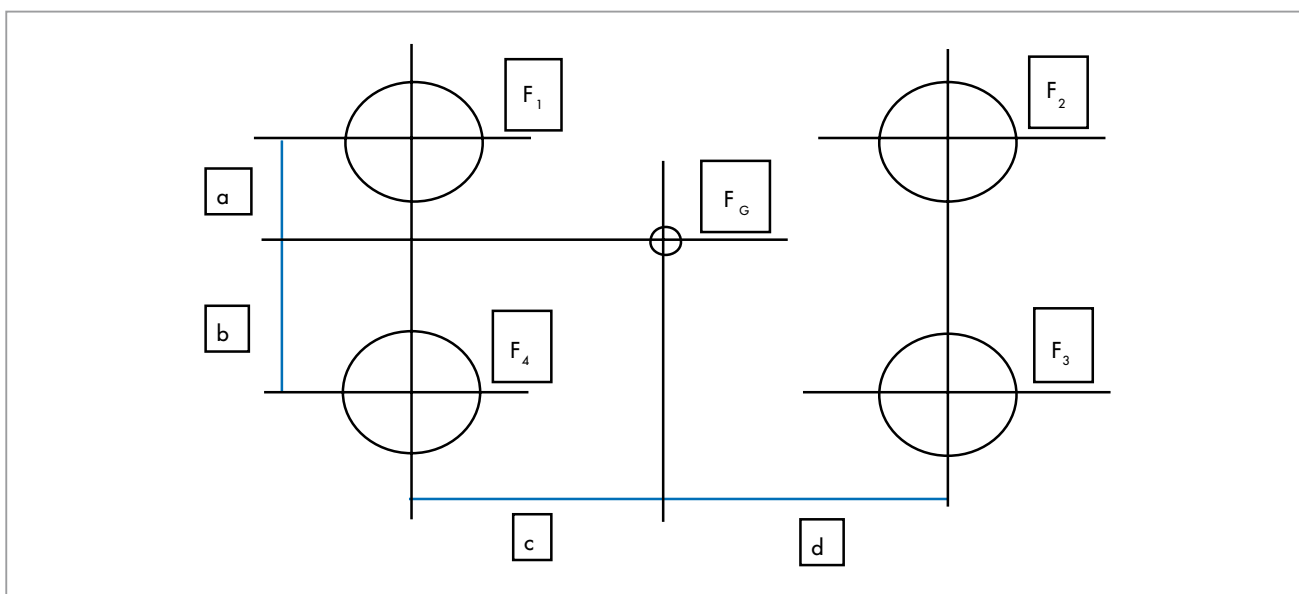


Fig. 7 Exemple

Rapport entre les réactions du support et le poids de la masse

$$[4] \quad F_1 = F_G \cdot \frac{b}{a+b} \cdot \frac{d}{c+d}$$

$$[5] \quad F_2 = F_G \cdot \frac{b}{a+b} \cdot \frac{c}{c+d}$$

$$[6] \quad F_3 = F_G \cdot \frac{a}{a+b} \cdot \frac{c}{c+d}$$

$$[7] \quad F_4 = F_G \cdot \frac{a}{a+b} \cdot \frac{d}{c+d}$$

Distance des points de fixation par rapport au centre de gravité

<b>Ecart</b>	a	100 mm
	b	110 mm
	c	100 mm
	d	110 mm

<b>Réaction du support</b>	F <sub>1</sub>	1098 N
	F <sub>2</sub>	998 N
	F <sub>3</sub>	907 N
	F <sub>4</sub>	998 N

Tab. 2 Distance des points de fixation et réactions du support (charges)

## Exemple de calcul

<b>Masse [m]</b>	400 kg
<b>Accélération due à la gravité [g]</b>	environ 10 m/s <sup>2</sup>
<b>Poids [F<sub>G</sub>]</b>	4000 N

Tab. 1 Masse et poids

# Indications

## Coefficient de sécurité pour la sélection des produits à l'aide de la déflexion

Les explications suivantes se réfèrent à plusieurs reprises à la figure 8. Pour la conception de la suspension et le choix du produit (voir la procédure de définition), il est recommandé d'appliquer, en plus, l'équation suivante (sans tenir compte de la compression rémanente).

$$[8] \quad 0 \leq s_{\text{maxi}} - s_{\text{déf}} - S \cdot A$$

Cette recommandation est valable pour la déflexion maximale. Lorsqu'un élément est monté, il est comprimé sous la charge.

Le point maximal de déflexion est désigné comme point de travail. Le respect de la formule fait que le support est sollicité dans la zone quasi linéaire de la courbe caractéristique charge - déflexion. Le coefficient de sécurité sera expliqué avec plus de détails plus loin dans le texte. En règle générale, il est recommandé d'utiliser, pour le coefficient S, une valeur de ~2 ou supérieure. Avec un faible amortissement dans la zone de résonance ( $D = 0,1$  ou inférieur), il est tout à fait possible qu'il y ait une augmentation de l'amplitude de vibrations de 5 ou plus (→ Diagramme 2). Il faudra choisir un coefficient de sécurité d'autant plus grand.

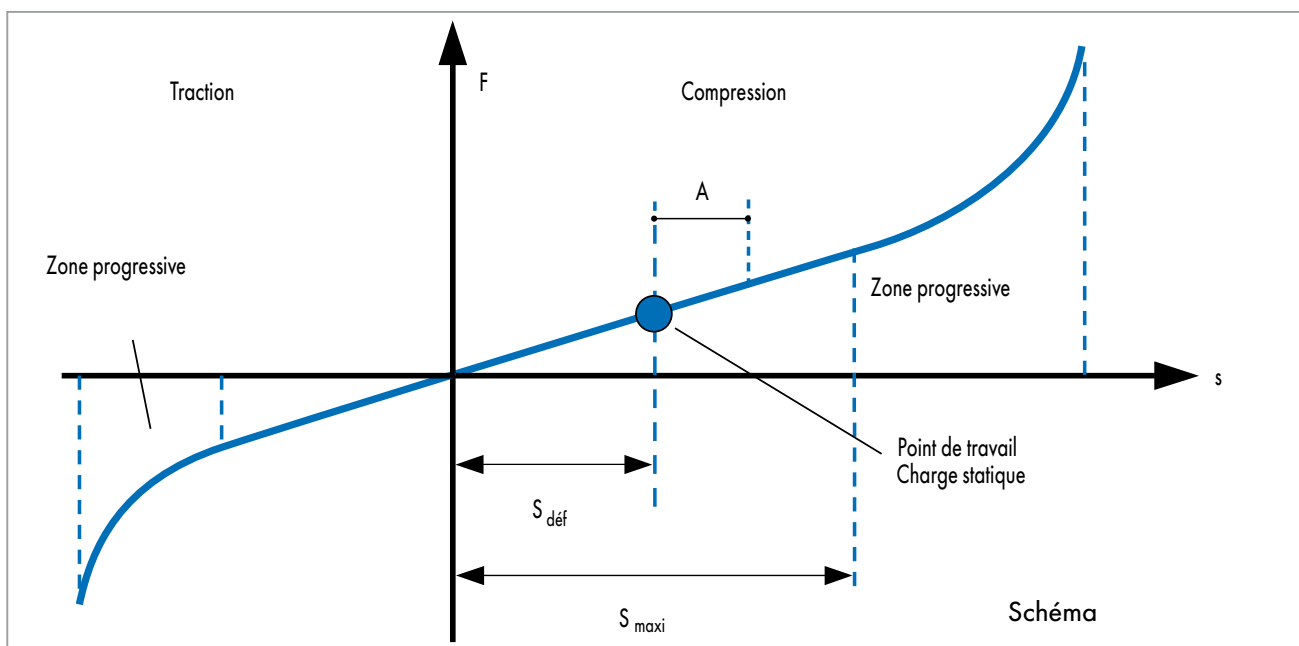


Fig. 8 Point de travail et amplitude de vibrations

## Compression rémanente des composants en élastomère

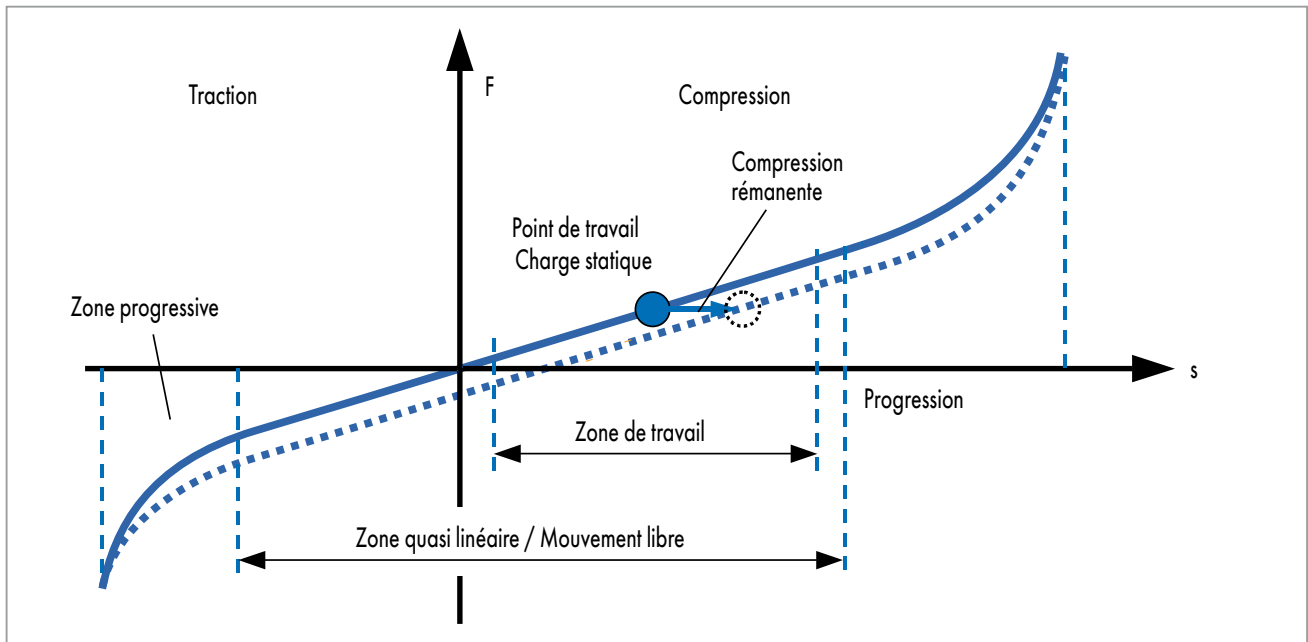


Fig. 9 Compression rémanente des composants en élastomère

### Autres remarques au sujet de la compression rémanente

La compression rémanente des composants en élastomère est un phénomène qui, sous charge statique, provoque une déflexion supplémentaire non réversible qui est fonction du temps et qui dépend toujours du composant et de l'application.

Pour simplifier cet aspect, on peut se baser, pour de nombreuses applications, sur une compression rémanente de 20 % de la déflexion après 3 ans. A température élevée et dans le cas d'une sollicitation dynamique importante du composant, cette valeur peut être atteinte plus rapidement. Si nécessaire, il faudra également tenir compte des données suivantes : mélange élastomère, charge, sollicitation dans l'élastomère, conception géométrique du composant en élastomère, position du composant par rapport à la charge statique principale, etc.

### Exemple d'un problème plus complexe

En raison de restrictions au niveau du logement, il y a une exigence concrète par rapport à la valeur de compression rémanente pour utiliser de manière optimale les supports et atteindre une bonne isolation.

#### Etape 1

Définition d'une valeur limite admissible pour la compression rémanente.

$$[9] \quad s_{\text{compmaxi}} = 0,2 \cdot s_{\text{déf}}$$

La compression rémanente sous charge statique doit correspondre à 20 % de la déflexion. Au-delà, les supports devront être remplacés.

#### Etape 2

Définition d'une déflexion maximale admissible sous charge statique.

$$[10] \quad s_{\text{défmaxi}} \leq 0,5 \cdot s_{\text{maxi}}$$

L'expérience a montré que cette définition était souvent appropriée pour des composants exposés à une forte sollicitation dynamique.

### Etape 3

Détermination d'une valeur de déflexion statique pour des analyses plus approfondies.

$$[11] \quad s_{\text{déf}} = 0,5 \cdot s_{\text{maxi}}$$

Cette définition sert à trouver un compromis optimal entre une isolation élevée compte tenu de la compression rémanente et une bonne utilisation de la déflexion quasi linéaire du composant.

### Etape 4

Définition d'une inéquation pour la conception et la sélection d'un support.

[12]

$$0 \leq s_{\text{maxi}} - s_{\text{déf}} - S \cdot A - s_{\text{compmaxi}}$$

$$0 \leq s_{\text{maxi}} - s_{\text{déf}} - S \cdot A - 0,2 \cdot s_{\text{déf}}$$

$$0 \leq s_{\text{maxi}} - s_{\text{déf}} - 0,2 \cdot s_{\text{déf}} - S \cdot A$$

$$0 \leq s_{\text{maxi}} - s_{\text{déf}} \cdot (1-0,2) - S \cdot A$$

$$0 \leq 1 - \frac{s_{\text{déf}}}{s_{\text{maxi}}} (1-0,2) - S \cdot \frac{A}{s_{\text{maxi}}}$$

$$0 \leq 1 - 0,5 \cdot (1-0,2) - S \cdot \frac{A}{s_{\text{maxi}}}$$

$$0 \leq 1 - 0,4 - S \cdot \frac{A}{s_{\text{maxi}}}$$

$$0 \leq 0,6 - S \cdot \frac{A}{s_{\text{maxi}}}$$

Cette inéquation [12] se base sur les hypothèses suivantes :

- fonctionnement stationnaire dans la zone de résonance
- possibilité de considérer le système vibrant comme système ressort-masse
- amortissement existant, même s'il est faible
- courbe caractéristique linéaire.

Après avoir déterminé la déflexion maximale nécessaire, il est possible de choisir un support approprié dans la gamme des produits.

#### Exemple :

Si le coefficient de sécurité est choisi en fonction de la valeur maximale de l'augmentation de l'amplitude dans la zone de résonance et que des amplitudes d'excitation se produisent, ces valeurs maximales de déflexion selon l'inéquation [12] peuvent en résulter.

En choisissant un amortissement plus élevé, la déflexion maximale nécessaire diminue et le choix possible de supports appropriés s'agrandit. La déflexion peut aussi être limitée, avec efficacité, par des butées.

En principe, les supports sont choisis de telle sorte que la plus faible fréquence d'excitation soit isolée. Dans ce cas, les calculs développés ici ne sont pas nécessaires. Veuillez vous reporter aux explications sur les objectifs conflictuels dans la technique antivibratoire.

### Explications au sujet du coefficient de sécurité

Dans le cas des systèmes vibrants à faible amortissement, de grandes amplitudes de vibrations peuvent être générées à proximité et dans la zone même de la fréquence propre. Pour analyser ces systèmes avec des vibrations forcées (excitations permanentes), l'augmentation maximale de l'amplitude de réponse pour un certain rapport de fréquences (résonance) joue un rôle aussi important que le rapport entre l'amplitude de réponse et l'amplitude d'excitation à la fréquence de fonctionnement stationnaire du système d'excitation (isolation, voir pages précédentes). Pour faire cette évaluation, on se sert des fonctions d'amplification qu'on retrouve dans les ouvrages spécialisés. Pour la résonance, on doit suivre la relation suivante :

$$[13] \quad S \geq V_{\text{maxi}}$$

(S pour coefficient de sécurité, V pour facteur d'amplitude)

L'amplitude d'excitation peut, par exemple, être mesurée ou déterminée lors d'une analyse détaillée du système d'excitation pendant la conception. Si le cas stationnaire ne s'applique plus, il y a un passage de plus en plus rapide au point de résonance et les amplitudes ne sont pas générées de la même manière, ce qui fait que moins d'énergie est introduite dans le système vibrant. Une augmentation de l'amortissement réduit également les amplitudes de vibrations au point de résonance. Il y a donc la possibilité d'utiliser des supports avec un  $s_{\text{maxi}}$  plus faible. Ainsi il est possible de choisir des supports plus petits. Selon le diagramme 2, cela peut présenter un certain désavantage pour l'isolation à la fréquence de fonctionnement. Le compromis à trouver dépend des critères de sélection du degré d'isolation.

## Sollicitations trop importantes dues aux chocs

Dans de nombreux systèmes de suspension, l'objectif conflictuel consiste à exiger une bonne isolation à la fréquence de fonctionnement ainsi qu'une limitation efficace des amplitudes générées par des sollicitations par chocs. On ne souhaite ni faire des concessions en termes de confort et d'acoustique ni admettre des mouvements du composant au-delà de certaines limites pour éviter des détériorations.

Sur des systèmes de suspension oscillants, des sollicitations par des chocs peuvent conduire à l'excitation d'une vibration dans la zone de la fréquence propre. Etant donné que l'apport en énergie est limité à une seule fois, la vibration dans la zone de la fréquence de résonance ne peut pas augmenter sans limite dans le temps. Mais des chocs importants provoquent des amplitudes de réponse non négligeables qui ont une incidence négative sur le confort et l'acoustique et peuvent détériorer les composants.

Pour ces exigences, les supports optimaux sont ceux qui présentent une raideur faible au niveau du point de travail (déflexion sous charge statique) et disposent de butées pour limiter les amplitudes. Ce sont des composants qui doivent faire face à des exigences d'isolation élevées. Mais les à-coups ne devraient se produire que rarement et ne pas dépasser les efforts maximaux indiqués pour les produits.

Pour de nombreux composants, des butées sont déjà prévues et pourront être mises à disposition. Comme exemple, on peut citer quelques produits de ce catalogue : articulations hydro-élastiques, supports coniques, supports cunéiformes et supports V.

## Installation de machines, assemblages, appareils, armoires etc. sans ancrage au sol.

Une machine doit être installée sans ancrage au sol dans un atelier. L'emplacement définitif sera déterminé dans deux ans seulement. En raison des machines à proximité, la présence d'huile sur le sol ne peut pas être exclue.

## A quoi faut-il faire attention pendant l'installation ?

Lors de la sélection des supports (supports M, plots ou autres), il faudra choisir des élastomères résistants à l'huile, comme le NBR. La déflexion (voir aussi : réactions du support) des supports devraient être quasi identique. Dans ce cas, on pourra également se servir de l'inéquation [8] pour déterminer la déflexion. Les excitations dans le sens horizontal doivent être évitées ; dans tous les cas, il faudra en tenir compte pendant la conception.

## Y a-t-il d'autres indications ?

La stabilité de l'installation peut être améliorée par un centre de gravité bas et un grand espacement horizontal, si possible identique, pour chaque support par rapport au centre de gravité. Si nécessaire, un châssis supplémentaire pourra être intégré. La présence d'huiles ou de graisses lubrifiantes sur le sol réduit la stabilité de l'installation. C'est d'autant plus important lorsque les excitations vibratoires horizontales sont importantes ou se conjuguent avec des excitations verticales importantes et que le sol de l'atelier est lisse. La probabilité d'un contact des supports avec de l'huile pourra être réduite en installant des bacs d'huile pour les machines à proximité.

Pour le réglage de la hauteur de la machine, on peut utiliser un ajustement (support M) ou des solutions comparables. Si l'emplacement définitif de la machine a été choisi et les supports ont assuré leur fonction, ces derniers pourront être conservés. Il faudra éventuellement vérifier la conception et le choix de la déflexion en fonction de l'isolation souhaitée et de la charge statique. S'il n'a été possible de répondre à ces exigences qu'en choisissant un compromis, on pourra maintenant trouver une autre solution optimisée (support V, support machine ou d'autres éléments similaires). L'objectif de ces propositions est d'assurer la stabilité de l'installation.

# Montage

Le montage est une étape essentielle avant l'utilisation d'un élément antivibratoire. Un montage adéquat assure le bon fonctionnement et a une grande influence sur la durée de vie de l'élément.

**Pour que le montage soit fiable, il faut veiller à bien positionner les composants. Assurez-vous que les points suivants sont respectés :**

- les éléments cylindriques sous charge radiale doivent être centrés et orthogonaux par rapport à la ligne symétrique axiale
- les éléments cylindriques sous charge radiale dont la partie intérieure n'est pas centrée doivent être positionnés de telle sorte que le plus grand écart de l'axe de l'armature intérieure par rapport à l'axe de l'armature extérieure soit réduit
- les éléments cylindriques doivent avoir la possibilité de reprendre des charges / vibrations au niveau de toute leur géométrie cylindrique
- les éléments cylindriques sous charge axiale doivent être centrés et coaxiaux par rapport à l'axe de la charge principale
- les éléments non cylindriques avec un axe de symétrie décalé et soumis à une charge axiale doivent être centrés et coaxiaux par rapport à l'axe de la charge principale
- les éléments non cylindriques avec un axe de symétrie décalé et soumis à une charge radiale doivent être centrés et orthogonaux par rapport à la symétrie axiale.

**Avant de commencer le montage, il faut faire attention aux points suivants :**

- les faces de montage pour les assemblages vissés sur le support ainsi que sur le châssis et la masse à suspendre doivent être planes et ne pas présenter des détériorations ou des salissures
- les taraudages et les tiges filetées doivent être appropriés pour pouvoir être utilisés avec des vis et écrous du commerce
- les faces pour un emmanchement longitudinal ne doivent présenter aucune détérioration ou pollution
- les filetages ne doivent présenter aucune détérioration ou pollution
- les géométries des raccords et les faces en contact doivent être planes et exemptes de fluides et de particules solides, comme les bavures
- les zones de mouvement des éléments, notamment les faces exposées en élastomères, ne doivent pas être en contact avec des arêtes vives, des pointes ou d'autres éléments annexes
- les éléments ne doivent pas être montés à proximité d'une source de chaleur ni être exposés à la chaleur. Sur les éléments fortement sollicités en dynamique, la chaleur propre à l'élément peut s'accumuler et empêcher un refroidissement qui peut être nécessaire
- pendant la préparation du montage, l'élément ne doit pas être exposé à des sollicitations imprévues
- pendant la préparation du montage, la protection anti-corrosion de l'élément ne doit pas être détériorée.

Pendant la réalisation du montage et l'application des efforts, il faut respecter les instructions suivantes :

- les efforts de montage doivent être appliqués régulièrement sur les faces de contact des éléments qui transmettent la force
- sur des éléments cylindriques avec des armatures à paroi faible, les efforts d'emmanchement et d'emboîtement ainsi que les efforts d'arrachement doivent être répartis régulièrement sur les faces avant des armatures
- les charges doivent s'appuyer complètement sur les faces de bride prévues pour le montage
- avec des assemblages vissés, les efforts doivent être appliqués sur de grandes surfaces planes, par exemple en utilisant des rondelles d'appui
- les principales charges axiales doivent être régulièrement réparties sur les faces de raccord par toutes les géométries de raccord
- les principales charges radiales doivent être régulièrement réparties sur les faces de raccord par toutes les géométries de raccord
- les alésages pour l'emmanchement des éléments doivent être chanfreinés avec un angle de  $\leq 15^\circ$  et sur une longueur de 3 mm environ (en fonction des tolérances de l'alésage et du diamètre extérieur de l'élément)
- les tiges prévues pour l'emmanchement dans les éléments doivent être chanfreinées avec un angle de  $\leq 15^\circ$  et sur une longueur de 3 mm environ (en fonction des tolérances de la tige et du diamètre intérieur de l'élément)
- les extrémités des vis doivent être insérées au moins 1,25 fois dans l'alésage
- pendant le montage, le composant en élastomère ne doit pas être chauffé ou refroidi au-delà des limites admissibles (voir la description du produit)
- l'élément ne doit pas être exposé à des sollicitations imprévues
- pendant le montage, la protection anticorrosion de l'élément ne doit pas être détériorée
- pendant l'assemblage dans des logements longitudinaux, il faudra utiliser des fluides réduisant le frottement. Souvent, l'huile simple pour machines est suffisante. Attention : il faudra attendre environ 1 jour après le montage avant d'appliquer des charges
- lors de la fixation des brides, il faudra utiliser des rondelles d'appui.

## Normes

- Il faut s'assurer que les alésages débouchants pour les tiges filetés correspondent à la norme DIN EN 20273
- Pour le montage, il est préconisé d'utiliser des vis et des accessoires selon DIN/ISO.

## Résultat du montage

- La compensation d'un léger déport ou déplacement angulaire, dû au montage, est possible en fonction du composant
- Il faut veiller à ce que les géométries de raccord, après application de la charge statique, soient précontraintes.

## Utilisation, application des efforts

- Les efforts de butée de l'élément doivent être appliqués dans la direction de la sollicitation principale.

## Environnement du produit, logement

- Il faut veiller à ce que les éléments de fixation, les berceaux, les châssis, etc. ne limitent pas la zone de mouvement des éléments
- La zone de mouvement des éléments et surtout les surfaces exposées en élastomères ne doivent pas entrer en contact avec des arêtes vives, des pointes ou d'autres éléments annexes.

## Protection anticorrosion

- Lorsqu'on applique la protection anticorrosion sur le composant en élastomère, il faut veiller à ne pas l'échauffer au-delà des limites admissibles (voir description du produit)
- Il faut s'assurer que, pendant l'application de l'agent anticorrosion, le composant en élastomère n'entre pas en contact avec des solvants, des acides, des bases ou avec des fluides contenant des solvants.

## Elastomères - Caractéristiques de base et d'utilisation

Les propriétés de base d'un élastomère sont principalement déterminées par le polymère de base utilisé. Les caractéristiques techniques dépendent cependant de la composition du mélange et peuvent, dans certaines limites, être influencées et adaptées à chaque application.

Parmi la grande diversité des élastomères de base disponibles et des mélanges spéciaux déjà élaborés par Freudenberg, il est possible de trouver, pour chaque application, l'élastomère qu'il faut.

### ACM

Ces vulcanisats à base de caoutchouc polyacrylate (ACM) présentent une excellente résistance à l'ozone, aux rayons UV, aux intempéries et également aux températures élevées. En principe, les vulcanisats ACM se caractérisent par un amortissement considérablement plus élevé que celui des matériaux NR et NBR, mais leur résistance à basse température est limitée.

### AEM

Ces vulcanisats à base de caoutchouc éthylène-acrylate VAMAC® (AEM) comportent, dans la chaîne principale de polymères, des groupes d'éthylène, ce qui les rend plus appropriés pour une utilisation à basse température et leur confère une meilleure résistance à l'eau et au glycol. Par contre, ils ne résistent pas aux acides et aux lessives. Leur résistance à l'huile minérale est limitée. Les vulcanisats AEM se caractérisent aussi par leur amortissement élevé.

### CR

Le caoutchouc chloroprène (CR) se différencie du caoutchouc naturel par sa meilleure résistance thermique et sa bonne résistance aux intempéries et à l'ozone. Les vulcanisats CR présentent une résistance moyenne aux graisses et aux huiles ainsi que de bonnes caractéristiques d'inflammabilité. Par contre, le CR est inférieur au NR en termes d'amortissement et d'utilisation à basses températures.

### EPDM

Le caoutchouc éthylène-propylène est le bon choix lorsqu'une résistance aux fluides polaires est requise (par exemple, eau, vapeur d'eau, fluides aqueux et glycol). De plus, l'EPDM présente une excellente résistance à l'ozone, aux UV et aux intempéries ainsi qu'une excellente tenue à basse et haute température (-50 °C

à 130 °C, en pointe de courte durée jusqu'à 140 °C à 150 °C). Par rapport au NR, le matériau EPDM est nettement moins résistant. Il ne résiste pas aux huiles minérales et aux graisses.

### HNBR, FKM, ...

Outre les matériaux indiqués, nous proposons de nombreux mélanges spéciaux. Nous transformons aussi, par exemple, du caoutchouc nitrile hydrogéné (HNBR) ou du caoutchouc fluoré (FKM).

### NBR

Le caoutchouc butadiène-acrylonitrile est un composé polymère en butadiène et nitrile acrylique. La partie nitrile acrylique (ACN) peut représenter entre 18 et 50 % de la formulation. Le NBR est un matériau standard, notamment approprié pour les applications avec des huiles minérales ainsi qu'avec des fluides non polaires. Avec une teneur faible en ACN, le matériau montre une très bonne flexibilité par basses températures (environ -38 °C), mais une résistance moins bonne aux huiles et aux carburants. Une forte teneur en ACN permet d'obtenir une résistance optimale aux huiles et aux carburants, mais la flexibilité par basses températures est moins bonne (-3 °C environ).

### NR

Le caoutchouc naturel (NR) conserve ses excellentes propriétés mécaniques sur une large plage de températures (-45 °C à 100 °C). Pour cette raison, il reste le caoutchouc le plus utilisé dans la technique antivibratoire. Les vulcanisats en caoutchouc naturel se distinguent par une excellente solidité associée à une faible vitesse de fissuration (grande résistance au déchirement) qui repose sur un effet d'auto-renforcement par cristallisation d'allongement. Contrairement aux caoutchoucs de synthèse, ceci est également valable pour des vulcanisats très souples, même s'ils ne sont pas chargés. Sa grande élasticité est associée à un faible angle de perte qui n'entraîne qu'un faible échauffement sous sollicitation dynamique. Le comportement au froid est très bon, alors que la résistance à la chaleur est limitée. Par une optimisation ciblée du matériau, il est possible d'améliorer cette caractéristique pour pouvoir atteindre des températures de pointe de 100 °C. Les vulcanisats NR ne résistent pas aux huiles minérales et aux graisses.

# Aperçu des matériaux

Elastomère de base	Caoutchouc naturel			Caoutchouc butadiène-acrylonitrile (NBR)		Poly-acrylate	Caoutchouc éthylène-acrylate	Caoutchouc chloroprène		Caoutchouc éthylène-propylène	
Abréviations des mélanges selon la norme ISO	NR			NBR		ACM	AEM	CR		EPDM	
Référence	NR 11	NR 39	NR 97	NBR 38	NBR 68	ACM 18	AEM 33	CR 56	CR 57	EPDM 22	EPDM 32
Plage de dureté (Shore A)	35 à 80	40 à 75	40 à 75	45 à 85	45 à 85	50 à 75	55 à 85	40 à 80	40 à 80	50 à 80	45 à 80
Résistance à la traction	très élevée	élevée	élevée	élevée	élevée	faible à moyenne	moyenne à élevée	élevée	élevée	moyenne à élevée	moyenne à élevée
Elasticité aux chocs	très élevée	élevée	élevée	moyenne	moyenne	faible	faible	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne
Amortissement interne	très faible	faible	faible	moyen	moyen	élevé	élevé	moyen	moyen	moyen	moyen
Flexibilité par basses températures (jusqu'à ..°C)	-45	-40	-45	-40	-25	-5	-20	-30	-30	-40	-40
Température maxi. en continu (°C)	+60	+90	+90	+80	+90	+120	+120	+100	+100	+130	+120
Température maxi. en pointe (°C)	+80	+100	+100	+100	+110	+150	+150	+130	+130	+150	+130
Compression rémanente	moyenne	très bonne	très bonne	bonne	bonne	moyenne	moyenne	moyenne	moyenne	très bonne	bonne
Résistance au vieillissement et aux intempéries	moyenne à bonne	moyenne à bonne	moyenne à bonne	bonne	bonne	très bonne	très bonne	bonne	bonne	très bonne	bonne
Résistance aux huiles minérales	moyenne	moyenne	moyenne	très bonne	très bonne	très bonne	moyenne	moyenne	moyenne	faible	faible
Résistance aux acides et lessives dilués (basse température)	bonne	bonne	bonne	bonne	bonne	faible	faible	médiocre	médiocre	très bonne	bonne
Eau, 80 °C	moyen	moyen	moyen	bon	bon	faible	faible	moyen	moyen	très bon	bon

Tab. 3

## Aperçu

Présélection ..... 762

## Eléments à amortissement hydraulique

Articulation hydro-élastique .....	764
Support hydro-élastique DL .....	766
Support hydro-élastique VL .....	768
Support hydro-élastique KL .....	770

## Eléments amortisseurs en élastomère

Articulation élastique .....	772
Articulation AR .....	775
Rotule élastique .....	776
Support conique .....	777
Support "V" .....	779
Support "MO" .....	780
Support machine .....	783
Support sandwich .....	784
Support longitudinal .....	785
Support cunéiforme .....	786
Support double "U" .....	787
Support cylindrique .....	788
Plot .....	790
Support "M" .....	791
Support pour instruments .....	792
Support "O" .....	793
Entretoise élastique .....	795
Support cylindrique évidé .....	796
Ressort multicouche .....	797
Dispositif de réglage de la hauteur .....	798
Butées adhésées .....	799
Rondelles de centrage et autres rondelles .....	800
Bloc d'assemblage pour tubes .....	801

## Roues d'entraînement adhésées

Roue adhésée pour chaînes .....	803
Poulie avec revêtement élastomère .....	804
Roue découplée pour chaînes .....	805
Pignon droit découplé .....	806

## Eléments de découplage

.....	807
-------	-----

Présélection Technique Antivibratoire

Le tableau se base sur de longues années d'expérience en tant que fournisseur et suit l'évolution des connaissances.

	Articulation hydro-élastique	Support hydro-élastique DL	Support hydro-élastique VL	Support hydro-élastique KL	Articulation élastique	Rotule élastique	Support conique	Support "Y"	Support "MO"	Support machine	Support sandwich	Support longitudinal
Conduites d'aération et de gaz brûlés, ...									●			
Composants ou ensembles électriques / électroniques					●		●					
Instruments, appareils, indicateurs, ...					●							
Leviers, biellettes de direction, éléments d'accouplement, ...					●	●						
Cabines, accessoires, ...	●	●	●	●	●		●				●	
Radiateurs					●				●			
Zones de fixation en général	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Appareils de mesure	●	●	●	●				●				
Accouplements élastiques	●	●	●	●	●	●	●	●				
Pompes	●	●	●	●	●		●	●		●	●	
Mélangeurs, séparateurs, centrifugeuses, malaxeurs, ...	●	●	●	●	●		●	●		●	●	
Agitateurs	●	●	●	●	●	●	●		●		●	
Suspensions de tamis					●							
Habillages									●			
Laminoirs								●		●	●	●
Articulations sans entretien					●	●						●
Machines-outils	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●
Moteurs, assemblages, compresseurs, ...	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●
Sous-ensembles, éléments rapportés ...	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Machines stationnaires et transmissions,...	●	●	●	●	●		●	●		●	●	●
Réglage de la hauteur												
Limitation des mouvements												
Tubes hydrauliques et pneumatiques												

Technique Antivibratoire

	Support cunéiforme	Support double "U"	Support cylindrique	Plot	Support "M"	Support pour instruments	Support "O"	Entretoise élastique	Support cylindrique évidé	Ressort multicouche	Composants supplémentaires	Articulation AR	Bloc d'assemblage pour tubes	Roue dentée adhérisée	Poulie avec revêtement élastomère	Roue dentée découpée	Pignon droit découpé	Éléments de découplage
		●	●				●			●			●					
		●	●			●	●			●	●							●
		●	●			●	●			●	●							
										●	●							
	●									●								
			●							●	●							
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●							
		●	●		●	●	●			●	●							
			●	●				●		●	●							
	●		●							●	●							
	●		●	●	●					●								
			●	●														
												●						
			●			●				●	●							
			●			●												
	●	●	●	●	●	●	●	●	●									
	●		●							●	●			●	●	●	●	●
	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●							●
	●		●		●				●	●					●		●	●
										●								
										●								
													●					

Technique Antivibratoire

## Articulation hydro-élastique

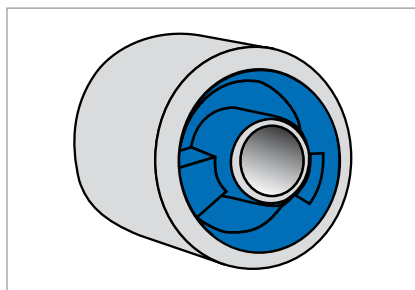


Fig. 1 Articulation hydro-élastique

### Description

Les articulations hydro-élastiques se composent de ressorts en élastomère et disposent d'un système d'amortissement hydraulique intégré. Elles sont particulièrement appropriées lorsque la fréquence d'excitation du système est inférieure à sa fréquence propre.

### Avantages

- Amortissement en fonction de la fréquence et de l'amplitude
- Limitation intégrée des déflexions
- Torsion possible dans tous les axes
- Facilité de montage
- Conformité RoHS.

### Application

Les articulations hydro-élastiques sont utilisées pour la suspension de moteurs à combustion, de cabines, de pompes et de compresseurs, notamment sur les engins de Travaux Publics et les machines agricoles.

### Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	35, 45, 55, 62, 68 Shore A

### Conditions d'utilisation

Efforts de compression, direction Z	1100 N à 4200 N	Effort maximal admissible
Température maxi.	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
Température mini.	jusqu'à -45 °C	

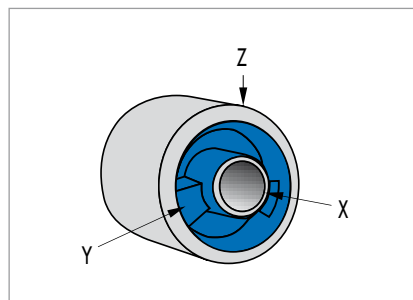


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

Elles conviennent particulièrement bien, lorsque la fréquence d'excitation du système est inférieure à sa fréquence propre. Elles assurent un amortissement élevé dans la plage des fréquences propres du système et présentent de bonnes caractéristiques d'isolation au-dessus de cette plage.

Dans le système de suspension, il est possible de réduire considérablement les vibrations qui propagent ou font rayonner le son et qui sont principalement provoquées par des amplitudes d'excitation

ou par des efforts dynamiques dans la plage des fréquences audibles. Intégré dans l'articulation, le mécanisme hydraulique avec amortissement en fonction des fréquences et des amplitudes a été conçu pour agir dans la direction Z. Si l'amortissement maximal de l'articulation est ajusté en fonction de la fréquence critique (résonance) de la masse à suspendre, l'amplification de résonance peut être considérablement réduite. Pour les fréquences plus élevées, il est possible d'utiliser les bonnes caractéristiques d'isolation des éléments composites en élastomère. Les raideurs des articulations hydro-élastiques augmentent dans l'ordre X, Z, Y. Les articulations sont conçues pour être principalement sollicitées dans la direction radiale (Z) et axiale (X), mais elles peuvent aussi reprendre des efforts en torsion et en conique. Suivant la version, des limiteurs de course (HD) sont intégrés dans la direction Z, avec ou sans renfort.

## Spécifications techniques

L'élément se compose d'une pièce composite élastomère / métal avec des zones d'appui disposées en V, des butées, des chambres remplies de fluides et des canaux de trop-plein. La pièce composite est installée dans une armature extérieure et remplie de fluides.

## Assemblage & Montage

- Les articulations hydro-élastiques sont équipées, sur la face extérieure, pour la fixation par emmanchement et, sur le diamètre intérieur, pour le montage sur un axe
- Si un emmanchement n'est pas souhaité, les articulations hydro-élastiques peuvent être fixées par collage, par exemple avec Loctite
- La compensation d'un faible déport, dû au montage, est possible en fonction du composant
- Les articulations hydro-élastiques doivent être centrées et perpendiculaires par rapport à l'axe de la charge radiale principale et, si possible, il faut utiliser toute la zone cylindrique de l'armature extérieure comme surface d'appui
- Les armatures intérieures doivent, si possible, servir de surface d'appui sur toute la zone cylindrique de l'alésage
- Par rapport à la masse, il faut positionner l'articulation de sorte à réduire l'écart maximal de l'axe de l'armature intérieure par rapport à l'axe de l'armature extérieure.

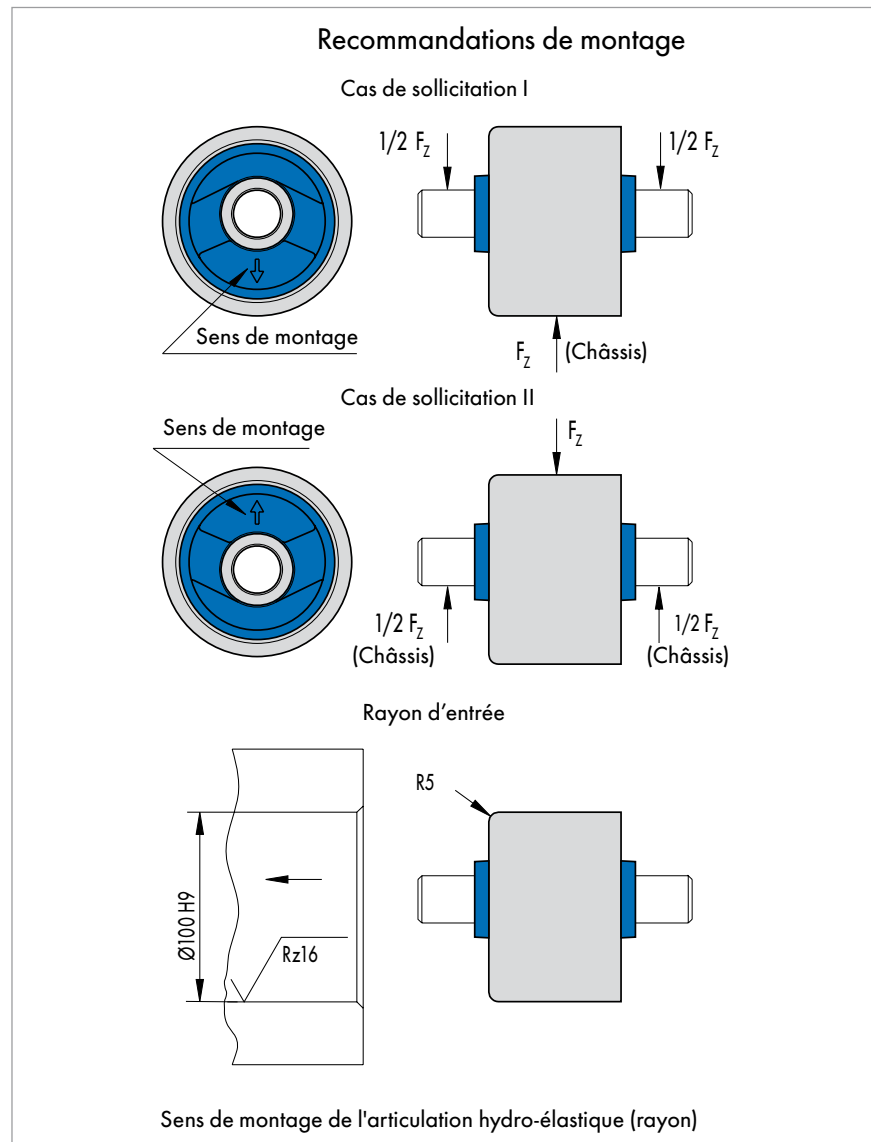


Fig. 3 Recommandations de montage : articulation hydro-élastique

# Support hydro-élastique DL

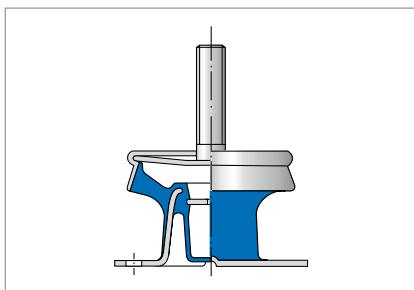


Fig. 1 Support hydro-élastique DL

## Description

Les supports hydro-élastiques sont des supports en élastomère à amortissement hydraulique. Ils sont particulièrement bien adaptés pour résoudre le problème que rencontre chaque constructeur pour la suspension d'une masse qui est excitée sur une large bande de fréquences. En particulier lorsque le système est soumis à des basses fréquences, entre 5 Hz et 15 Hz, une suspension doit présenter à la fois un amortissement élevé pour le domaine de la fréquence propre et une bonne isolation au-delà de cette plage de fréquences (suspension hypercritique).

## Avantages

- Amortissement sélectif en fonction des fréquences et des amplitudes
- Raideur transversale
- Intégration d'une possibilité de réglage de la hauteur de la charge
- Variante HD pour des applications particulièrement "critiques"
- Conformité RoHS.

## Application

Les supports hydro-élastiques DL sont utilisés pour la suspension de pompes, de compresseurs et de moteurs sur des véhicules utilitaires et des bateaux ainsi que pour la suspension d'accessoires de véhicules, notamment des cabines.

## Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	40, 45, 50, 55, 60, 65 Shore A

## Conditions d'utilisation

Efforts de compression, direction Z	700 N à 1700 N	Effort maximal admissible
Température maxi.	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
Température mini.	jusqu'à -45 °C	

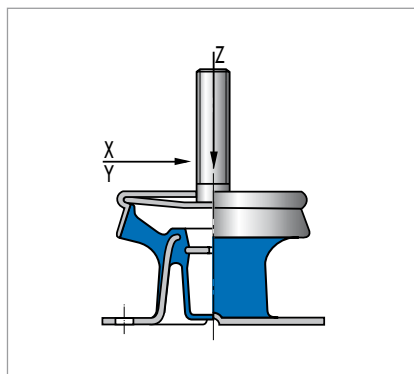


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

Les articulations hydro-élastiques DL sont notamment utilisées sur tout type de véhicules. Il s'agit d'assurer une suspension des moteurs qui soit aussi souple que possible, pour obtenir une bonne isolation des bruits transmis par la structure. Pour des excitations à basses fréquences, proches de la fréquence propre du système masse-ressort (à savoir moteur-suspension), une telle suspension souple est souvent à l'origine d'amplitudes élevées inadmissibles au niveau du moteur. Les supports hydro-élastiques DL possèdent des caractéristiques souples, assurant ainsi une déflexion statique importante.

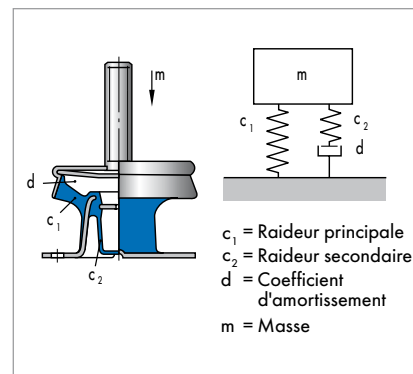


Fig. 3 Principe de fonctionnement

Intégré dans le support, le mécanisme hydraulique avec amortissement en fonction des fréquences et des amplitudes a été conçu pour agir dans la direction Z. Si l'amortissement maximal du support est ajusté en fonction de la fréquence critique (résonance) de la masse à suspendre, l'amplification de résonance peut être considérablement réduite. Pour les fréquences plus élevées, il est possible d'utiliser les bonnes caractéristiques d'isolation des éléments composites en élastomère. Les supports hydro-élastiques ont une plus grande souplesse dans la direction Z que dans les directions X, Y. Ils sont conçus pour être principalement sollicités dans les directions radiale et axiale, mais ils peuvent également supporter des efforts en conique. Pour l'application de la charge statique principale, il faudra choisir l'axe longitudinal.

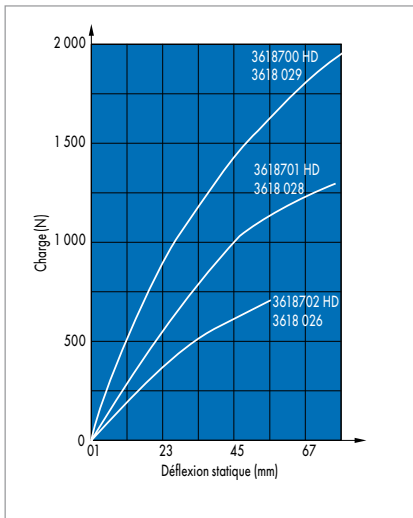


Fig. 4 Courbes caractéristiques statiques suivant la direction Z

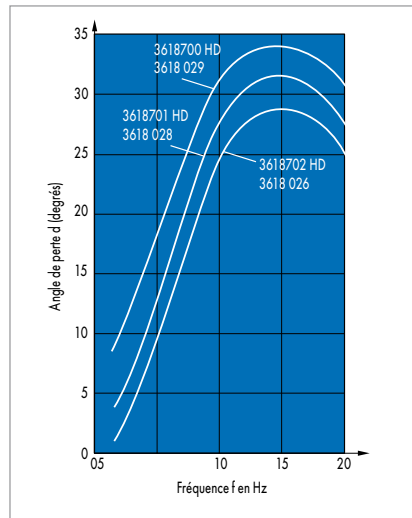


Fig. 5 Angle de perte en fonction de la fréquence

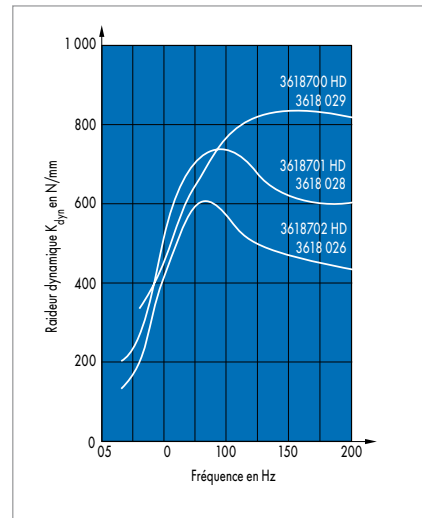


Fig. 6 Raideur dynamique en fonction de la fréquence

### Spécifications techniques

L'élément se compose d'un support conique avec un ressort expansif adhérisé à l'intérieur et, sur la face opposée, une rondelle de fixation sertie avec une tige filetée. Le ressort expansif est rempli avec un fluide spécial. Entre le ressort expansif et la rondelle de fixation se trouve un pointeau permettant de régler les paramètres spécifiques de l'amortissement hydraulique.

### Assemblage & Montage

- Les supports hydro-élastiques sont équipés pour un assemblage vissé sur l'armature et sur la bride du support conique
- La compensation d'un faible déport ou déplacement angulaire, dû au montage, est possible en fonction du composant
- Il faut veiller à ce que les faces à visser du châssis et de la masse à suspendre soient planes
- La zone au-dessous de la fixation par bride ne doit pas comporter d'angles vifs, de bavures ou de copeaux pour ne pas détériorer la partie en élastomère
- Par rapport à la charge statique, le support doit être positionné de telle sorte que la rondelle de fixation et la bride soient précontraintes l'une par rapport à l'autre
- Pour un fonctionnement très critique avec de nombreux chocs importants (citons comme exemple les roues à bandage plein pour chariots élévateurs), il faudra choisir la variante HD.

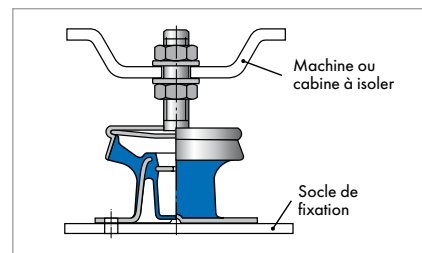


Fig. 7 Recommandations de montage : support hydro-élastique DL

## Support hydro-élastique VL

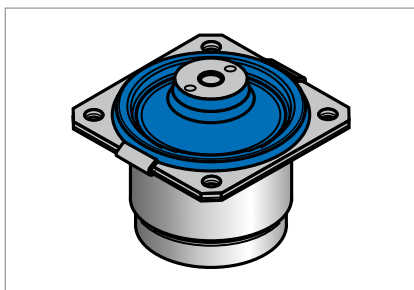


Fig. 1 Support hydro-élastique VL

### Description

La conception du support, le fluide choisi et le mécanisme hydraulique assurent l'amortissement caractéristique sur une large bande. Dans des cas où les fréquences d'excitation dans la plage des basses fréquences présentent un grand écart, l'utilisation de ce support hydro-élastique permet une suspension optimale. En réduisant considérablement la raideur de l'une des chambres à fluide, on obtient, par rapport à des supports hydro-élastiques sans cette structure, une solution optimisée pour résoudre le conflit entre une réduction vibratoire efficace et une bonne isolation des bruits provenant de la structure.

### Avantages

- Amortissement sur une large bande avec de grandes amplitudes
- Amortissement considérablement réduit pour les petites amplitudes
- Ressort élastomère optimisé
- Conception compacte
- Conformité RoHS.

### Application

Le support hydro-élastique VL présente une vaste plage d'applications. Il est surtout utilisé pour la suspension de cabines et de moteurs sur les engins de Travaux Publics et les machines agricoles.

Il convient aussi à la suspension de machines et d'installations avec un passage difficile de la résonance.

### Matériau

Matériau standard	Dureté	Version spéciale
Caoutchouc naturel NR 11	40, 45, 50, 55, 60, 65 Shore A	Sur demande

### Conditions d'utilisation

<b>Charges axiales, direction Z</b>	3000 N à 8500 N	Effort maximal admissible
<b>Température maxi.</b>	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
<b>Température mini.</b>	jusqu'à -45 °C	

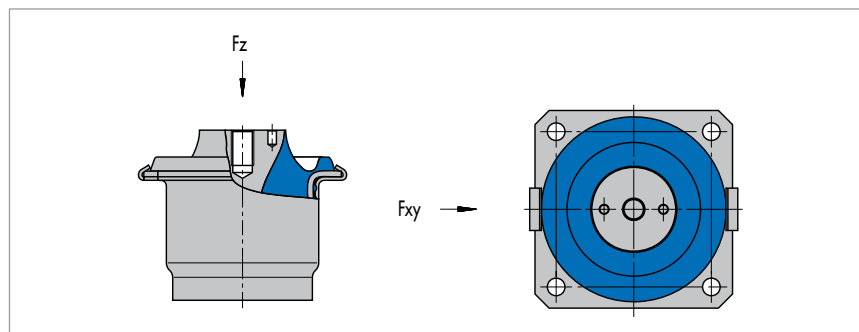


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

Intégré dans le support, le mécanisme hydraulique, dont l'amortissement varie en fonction des fréquences et des amplitudes, a été conçu pour agir dans la direction Z. L'effet d'amortissement sur une large bande de fréquences reste efficace, même si la masse à suspendre change. Lorsque les amplitudes d'excitation sont petites, le support hydro-élastique VL présente un amortissement considérablement réduit. Il a une plus grande souplesse dans la direction Z

que dans les directions X, Y. Cet élément a été conçu pour être principalement sollicité dans les directions axiale et radiale, mais il supporte aussi de faibles charges en conique. Pour l'application de la charge principale statique, il faudra choisir l'axe longitudinal.

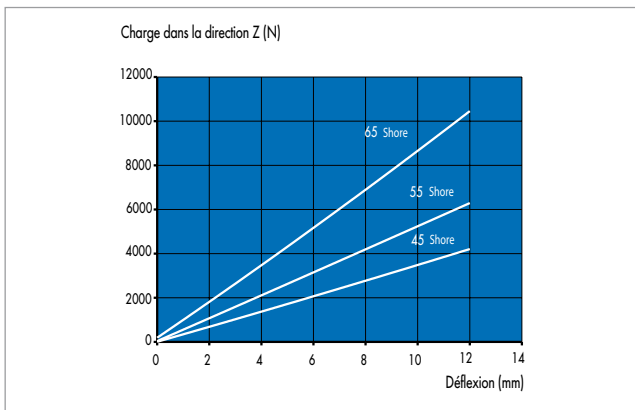


Fig. 3 Courbes caractéristiques charge-déflexion 036 18 704

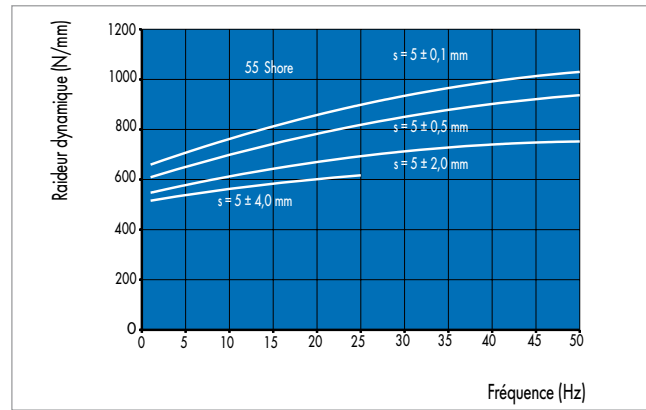


Fig. 4 Raideur dynamique 036 18 704 ; 55 Sh A

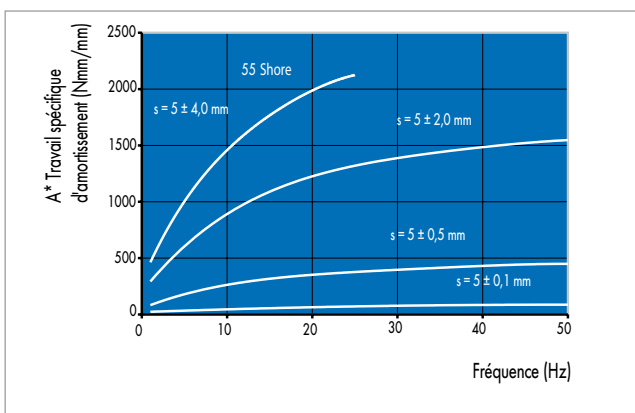


Fig. 5 Effet d'amortissement spécifique 036 18 704 ; 55 Sh A

### Spécifications techniques

L'élément se compose d'un support conique dont l'armature extérieure est munie d'une bride rectangulaire et d'alésages. De plus, il comporte une armature intérieure avec un taraudage central, sur laquelle est fixée une rondelle qui saillit dans une chambre remplie de fluide. Cette chambre est constituée par le support conique et un creuset fixé sur le support et dont le fond est fermé par une membrane.

### Assemblage & Montage

- Les supports hydro-élastiques VL sont équipés pour un assemblage vissé
- La compensation d'un faible déport, dû au montage, est possible en fonction du composant
- La zone plane de la bride nécessite un appui sur toute la surface
- Il faut s'assurer que la face d'assemblage avec la masse à suspendre est plane et complètement en contact avec l'armature intérieure du support
- Par rapport à la charge statique, l'élément doit être positionné de telle sorte que l'armature intérieure du support conique et la bride soient précontraintes l'une par rapport à l'autre.

# Support hydro-élastique KL

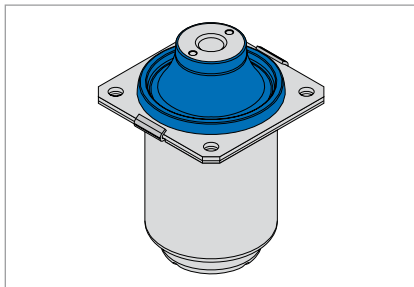


Fig. 1 Support hydro-élastique KL

## Description

Le nouveau support hydro-élastique KL est très bien approprié pour des systèmes de suspension nécessitant une excellente qualité en termes de confort et d'acoustique. Il est possible de l'adapter à l'application spécifique du client.

## Avantages

- Possibilité d'une adaptation des caractéristiques à l'application spécifique
- Amortissement sélectif en fonction des fréquences et des amplitudes
- Bonne isolation avec de faibles amplitudes d'excitation
- Ressort élastomère optimisé
- Raideur transversale réglable à deux niveaux
- Possibilité de compléter le composant avec des butées robustes pour des mouvements de traction
- Conformité RoHS.

## Application

En utilisant le support hydro-élastique KL, il est possible d'obtenir un amortissement efficace sur une bande étroite et dans une large plage de fréquences, ce qui ouvre de nombreux domaines d'utilisation à cet élément de liaison élastique, par exemple pour la suspension de cabines, d'accessoires, de moteurs, de pompes et de compresseurs.

## Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	40, 45, 50, 55, 60, 65 Shore A

## Conditions d'utilisation

<b>Charges axiales, direction Z</b>	1900 N à 8200 N	Effort maximal admissible
<b>Température maxi.</b>	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
<b>Température mini.</b>	jusqu'à -45 °C	

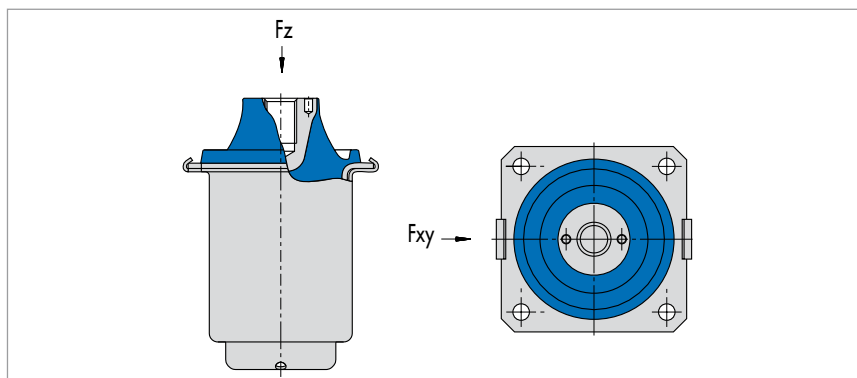


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

Il est possible de monter cet élément avec différents composants pour obtenir, de manière ciblée, des caractéristiques définies qui reposent essentiellement sur les propriétés d'amortissement hydraulique s'ajoutant aux caractéristiques du support conique. Intégré dans le support, le mécanisme hydraulique, dont l'amortissement varie en fonction de la fréquence et de l'amplitude, est conçu pour agir dans la direction Z. En ajustant l'amortissement maximal du support en fonction de la fréquence critique (résonance) de la masse suspendue, il est possible de réduire considérablement l'amplification de résonance. Lorsque les amplitudes d'excitation sont petites (bruit provenant de la structure), ces éléments présentent un amortissement très faible. Les supports hydro-élastiques KL disposent d'une plus grande souplesse dans la direction Z que dans les directions X, Y. La raideur est réglable à deux niveaux.

Les supports sont conçus pour être principalement chargés dans les directions axiale et radiale, mais peuvent également supporter des efforts en conique. Pour l'application de la charge statique principale, il faudra choisir l'axe longitudinal.

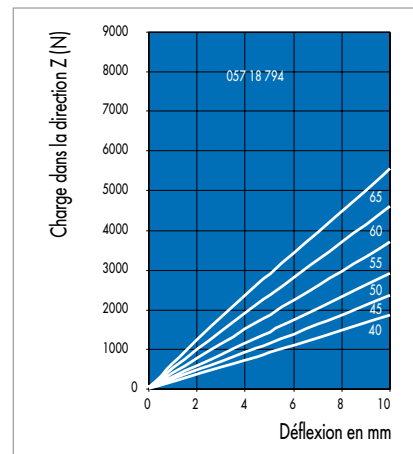


Fig. 3 Courbes caractéristiques statiques suivant la direction Z

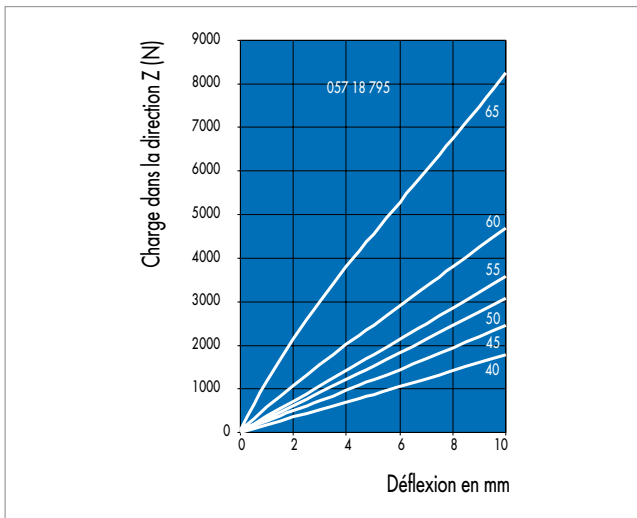


Fig. 4 Courbes caractéristiques statiques suivant la direction Z

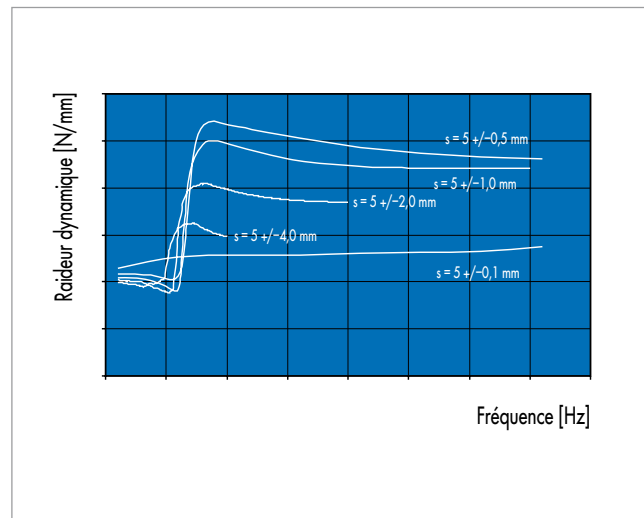


Fig. 5 Raideur dynamique

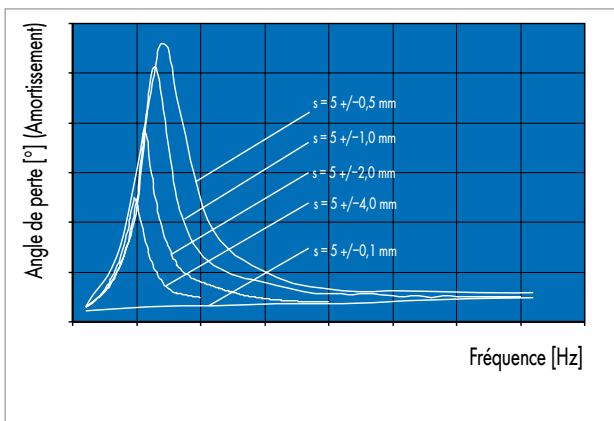


Fig. 6 Angle de perte en fonction de la fréquence (exemple, qualitatif)

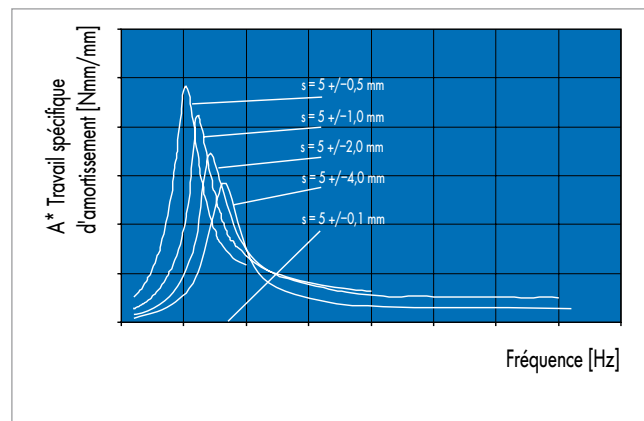


Fig. 7 Effet d'amortissement spécifique en fonction de la fréquence (exemple, qualitatif)

### Spécifications techniques

L'élément se compose d'un support conique et d'un système hydraulique rempli d'un fluide d'amortissement spécial, constitué d'une armature cylindrique en tôle d'acier et d'un soufflet étanche au fluide.

### Assemblage & Montage

- Sur le noyau et sur la bride, les supports hydro-élastiques KL sont équipés pour un assemblage vissé
- La compensation d'un faible déport axial, radial ou angulaire, dû au montage, est possible en fonction du composant
- La zone plane de la bride nécessite un appui sur toute la surface

- Le diamètre de l'alésage de montage ne doit dépasser le diamètre (108 mm) de l'armature que de quelques centièmes de mm ou se limiter à un léger ajustement d'emmanchement
- Il faut s'assurer que la zone d'assemblage de la masse à suspendre est plane et entièrement en contact avec la partie métallique intérieure du support
- Par rapport à la charge statique, le support doit être positionné de telle sorte que la partie métallique intérieure du support conique et la bride soient précontraintes l'une par rapport à l'autre.

Technique Antivibratoire

## Articulation élastique

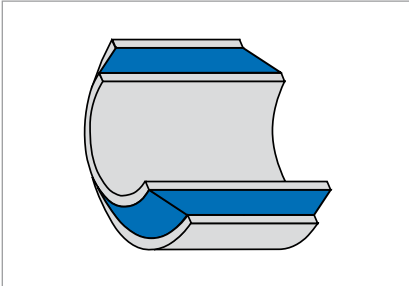


Fig. 1 Articulation élastique

### Description

Les articulations élastiques amortissent ou isolent des vibrations radiales et axiales sans nécessité d'entretien. Elles peuvent reprendre des efforts en torsion ainsi qu'en conique.

### Avantages

- Absence d'entretien
- Réduction de la transmission des bruits provenant de la structure
- Compensation des tolérances de fabrication
- Utilisation possible comme élément d'accouplement dans la transmission

- Déformation réduite sous charge radiale
- Possibilité d'une sollicitation importante dans la direction radiale
- Conformité RoHS.

### Application

Comme éléments de liaison élastique, ces articulations couvrent une gamme étendue d'applications. Elles sont couramment utilisées comme éléments articulés sur des vibreurs ou comme supports élastiques pour les arbres, les axes, mais aussi pour les éléments de direction et d'accouplement.

### Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc éthylène-acrylate AEM 23, AEM 33	60 Shore A
Caoutchouc naturel NR 11, NR 91, NR 39, NR 97	40, 45, 60, 70 Shore A
Caoutchouc butadiène-acrylonitrile NBR 68	60 Shore A

## Conditions d'utilisation

<b>Charges radiales</b>	350 N à 460000 N	Effort maximal admissible
<b>Charges axiales</b>	120 N à 60000 N	Effort maximal admissible
<b>Température maxi.</b>	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
<b>Température mini.</b>	jusqu'à -45 °C	

En dehors des dimensions indiquées (voir liste dimensionnelle), les articulations élastiques peuvent être fournies dans différentes versions pour des applications avec des charges jusqu'à 460 kN. Les articulations élastiques peuvent subir des déformations radiales, axiales, des efforts en torsion ainsi que, de manière très limitée, en conique. L'application des efforts prépondérants devrait être perpendiculaire à l'axe longitudinal et centrée par rapport à l'extension longitudinale (charge radiale).

Pour les sollicitations dynamiques, il faut minorer les valeurs  $s_a$  et  $s_r$  d'environ 50 %.

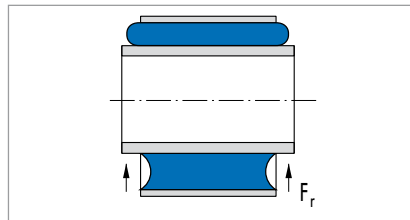


Fig. 2 Charge radiale

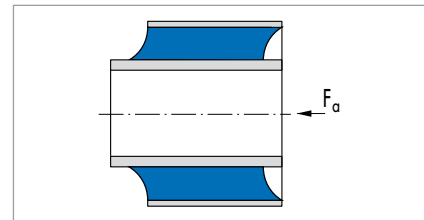


Fig. 3 Charge axiale

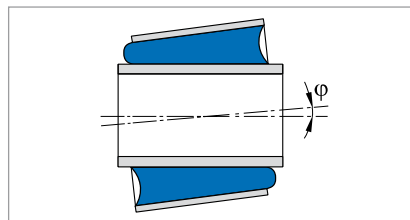


Fig. 4 Sollicitation en conique

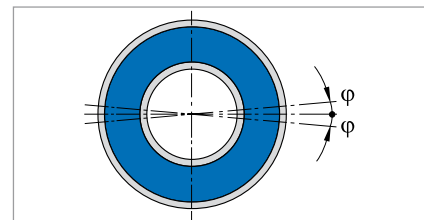


Fig. 5 Couple de torsion

## Spécifications techniques

Les articulations élastiques se composent de deux armatures dont l'une se trouve à l'intérieur et l'autre à l'extérieur, et qui sont reliées par une couche d'élastomère adhésivée. La partie élastomère est précontrainte, ce qui est possible par une déformation plastique des pièces métalliques, à savoir la réduction du diamètre extérieur de l'armature extérieure et l'agrandissement du diamètre intérieur de l'armature intérieure. La durée de vie est ainsi considérablement prolongée.

### Assemblage & Montage

- A l'intérieur et à l'extérieur, les articulations élastiques sont équipées pour un montage par emmanchement
- La compensation d'un faible déport ou déplacement angulaire, dû au montage, est possible en fonction du composant
- Si possible, les armatures doivent servir de surface d'appui sur toute la zone de contact cylindrique
- Les efforts d'emmanchement et d'arrachement doivent être répartis régulièrement sur les faces avant des armatures de précision.

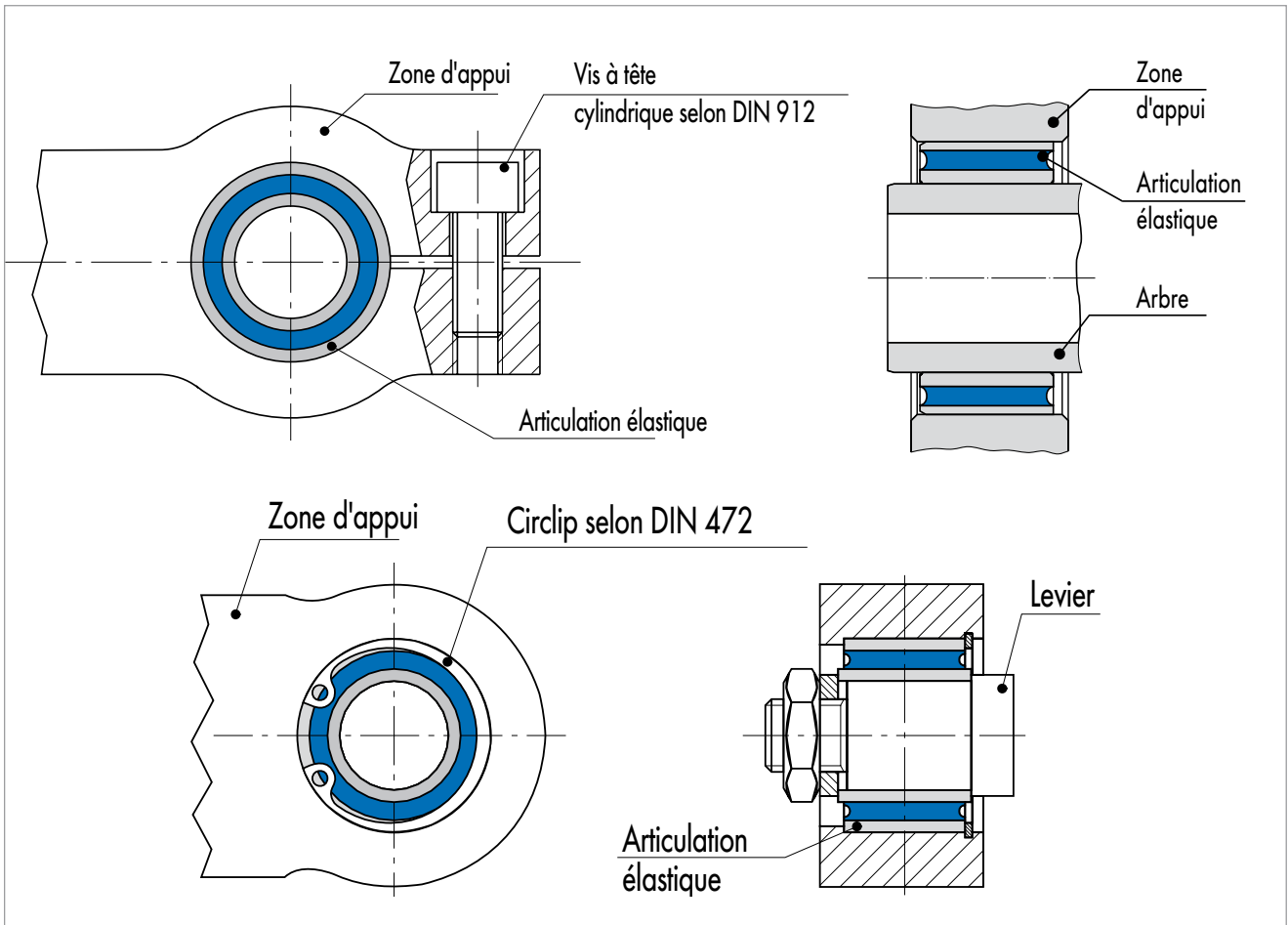


Fig. 6 Recommandations de montage : articulation élastique

## Articulation AR

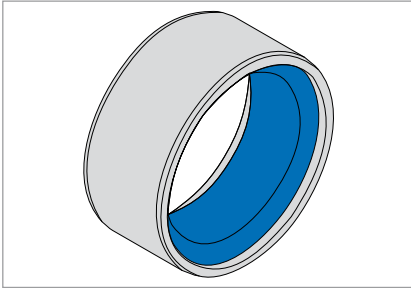


Fig. 1 Articulation AR

### Description

Les articulations AR reprennent des efforts radiaux. Elles assurent ainsi l'isolation et compensent les tolérances de l'axe. Le déport radial de la masse à suspendre est également limité.

### Avantages

- Faible poids
- Encombrement réduit
- Auto-centrage
- Compensation des tolérances
- Conformité RoHS.

### Application

Les articulations AR sont particulièrement bien appropriées comme éléments de liaison élastiques pour la suspension d'organes auxiliaires, de composants électroniques, de petits assemblages, de pompes et de compresseurs pour les applications mobiles et stationnaires.

### Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11, NR 13	50, 60, 70 Shore A
Caoutchouc butadiène-acrylonitrile NBR 68	50, 60, 70 Shore A
Caoutchouc chloroprène CR 57	50, 60, 70 Shore A

### Conditions d'utilisation

Les articulations AR présentent des raideurs différentes dans les directions axiale et radiale. La raideur radiale est un multiple de la raideur axiale. Il est recommandé de positionner les articulations de telle sorte que la sollicitation principale soit perpendiculaire à l'axe et centrée par rapport à l'extension longitudinale.

### Spécifications techniques

L'articulation AR avec alésage central débouchant se compose d'une section de tube avec une couche d'élastomère adhérisée sur la surface intérieure. Cette couche peut être structurée dans le sens axial ou radial. Pendant le montage, cette couche d'élastomère est comprimée dans le sens radial, ce qui assure l'auto-maintenance de l'articulation, l'adhérence entre l'élastomère et l'axe ainsi qu'une durée de vie prolongée. La raideur radiale dépend du degré de la précontrainte. Dans la direction axiale, les charges appliquées devront être faibles.

### Assemblage & Montage

- Les articulations AR sont conçues pour le montage par emmanchement dans un alésage
- Les dimensions intérieures sont adaptées pour l'emmanchement d'un axe avec précontrainte
- La compensation d'un faible déport axe / alésage, dû au montage, est possible en fonction du composant
- Les efforts d'emmanchement et d'arrachement doivent être appliqués régulièrement sur les faces avant de la section du tube.

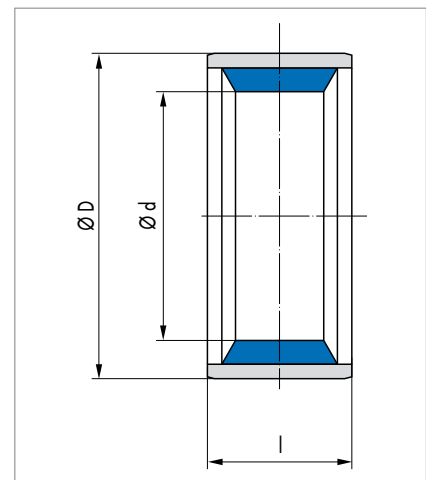


Fig. 2 Schéma dimensionnelle de l'articulation AR

# Rotule élastique

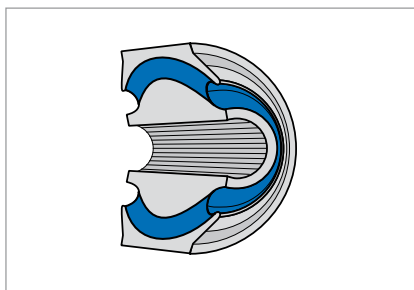


Fig. 1 Rotule élastique

## Description

Les rotules élastiques peuvent reprendre des charges axiales, radiales ainsi que des efforts en torsion et en conique. Elles conviennent donc parfaitement aux systèmes articulés sans entretien, soumis à des efforts de torsion multidirectionnels.

## Avantages

- Système articulé ne nécessitant aucun entretien
- Déformation réduite sous charge radiale
- Reprise d'efforts plus importants en conique
- Torsion possible dans tous les axes
- Conformité RoHS.

## Application

Les rotules élastiques sont notamment montées au niveau des points de fixation, des leviers de frein ou aux extrémités des biellettes de direction sur les cars et les poids-lourds. Dans les applications industrielles, elles servent d'accouplements élastiques.

## Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11, NR 13	50, 60, 65, 70 Shore A

## Conditions d'utilisation

<b>Charges radiales</b>	1200 N à 46000 N	Effort maximal admissible
<b>Charges axiales</b>	1600 N à 20000 N	Effort maximal admissible
<b>Température maxi.</b>	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
<b>Température mini.</b>	jusqu'à -45 °C	

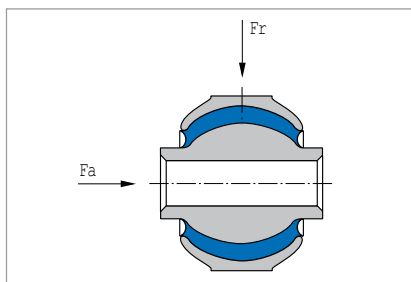


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

## Spécifications techniques

Ces éléments de construction se composent d'une sphère intérieure et d'une cage métallique extérieure, reliées entre elles par une couche d'élastomère vulcanisée et adhésivée des deux côtés. Les rotules élastiques sont constituées de caoutchouc précontraint. Comme c'est le cas pour les articulations élastiques, la longévité des rotules est considérablement influencée par le choix du calibre (voir le chapitre sur les articulations élastiques).

## Assemblage & Montage

- En règle générale, la rotule sphérique est équipée, du côté de la partie métallique extérieure, pour un montage par emmanchement, et, du côté de la partie métallique intérieure, pour un axe vissé
- La partie métallique intérieure est conçue, soit pour être fixée par em-

En règle générale, les rotules sphériques présentent une plus grande raideur dans la direction radiale que dans la direction axiale. Elles admettent des angles de rotation de 4° à 9° sur les trois axes.

manchement libre et être serrée contre un palier, soit pour être emmanchée sur un axe

- La compensation d'un faible déport ou déplacement angulaire, dû au montage, est possible en fonction du composant
- Si possible, il faut utiliser toute la face cylindrique de la cage extérieure comme surface d'appui
- En cas d'axes avec extrémités filetées, il faut s'assurer d'un contact suffisant entre l'axe lisse et l'alésage
- Lorsque les armatures intérieures sont fines, il faut, si possible, se servir de toute la zone intérieure de la partie cylindrique de l'alésage comme surface d'appui
- Les efforts d'emmanchement et d'arrachement doivent se répartir régulièrement sur les faces avant des armatures de précision.

## Support conique

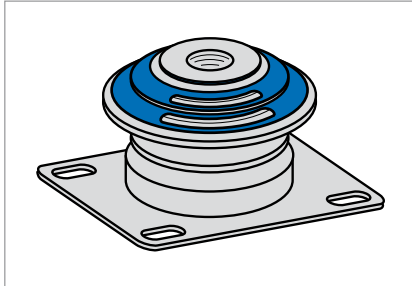


Fig. 1 Support conique

### Description

Les supports coniques isolent des vibrations pour des sollicitations verticales, isolent contre les bruits et peuvent, parallèlement, reprendre des efforts horizontaux importants (par exemple, des efforts de freinage). Les supports coniques en version standard sont fournis sans rondelles. Vous trouverez les rondelles et butées adaptées dans les chapitres "Rondelles de centrage et autres rondelles" et "Butées adhésives".

### Avantages

- Longue durée de vie
- Déflexion optimale
- Auto-centrage sous charge axiale
- Conformité RoHS.

### Application

Les supports coniques conviennent notamment à l'utilisation comme élément de liaison pour la suspension de moteurs, d'assemblages et d'accessoires, aussi bien en application stationnaire que sur des véhicules et bateaux.

### Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11, NR 39	35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 76, 80 Shore A
Caoutchouc butadiène-acrylonitrile NBR 68	55, 65, 70 Shore A
Caoutchouc éthylène-acrylate AEM 33	55, 60 Shore A

### Conditions d'utilisation

<b>Charges axiales</b>	500 N à 30000 N	Effort maximal admissible
<b>Température maxi.</b>	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
<b>Température mini.</b>	jusqu'à -45 °C	

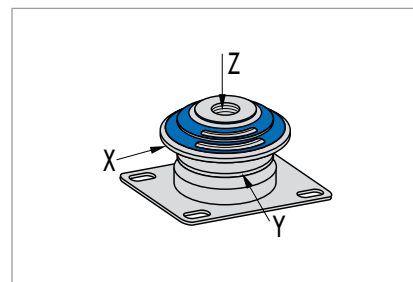


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

Au niveau de la suspension du moteur, la bonne disposition des supports coniques permet d'obtenir une faible rigidité de roulis, ce qui réduit les vibrations au niveau des points de fixation et permet un fonctionnement silencieux. La masse doit principalement être reprise par l'axe longitudinal (+Z). La gamme des supports coniques comporte une grande variété de versions permettant de trouver la solution optimale pour tous les cas d'utilisation et de montage. Il est, par exemple, possible d'intégrer une butée de sécurité positive.

### Spécifications techniques

L'élément se compose de deux armatures dont l'une se trouve à l'extérieur et l'autre à l'intérieur. L'armature extérieure est munie d'une bride comportant plusieurs trous, alors que l'armature intérieure dispose d'un alésage débouchant avec ou sans filetage, ou d'un alésage fileté borgne. Les deux armatures coniques convergentes sont reliées par une couche d'élastomère.

### Assemblage & Montage

- Les supports coniques sont équipés pour un assemblage vissé
- La compensation d'un faible déport, dû au montage, est possible en fonction du composant
- Les faces à visser sur le châssis et sur la masse à suspendre doivent être planes
- Il faut s'assurer que le fond de la bride est complètement en contact avec les faces de fixation sur le châssis
- Par rapport à la charge statique, le support doit être disposé de telle sorte que l'armature intérieure et la bride soient précontraintes l'une par rapport à l'autre
- Des efforts en traction sont à éviter ou à limiter à l'aide des butées et des rondelles de centrage existantes.

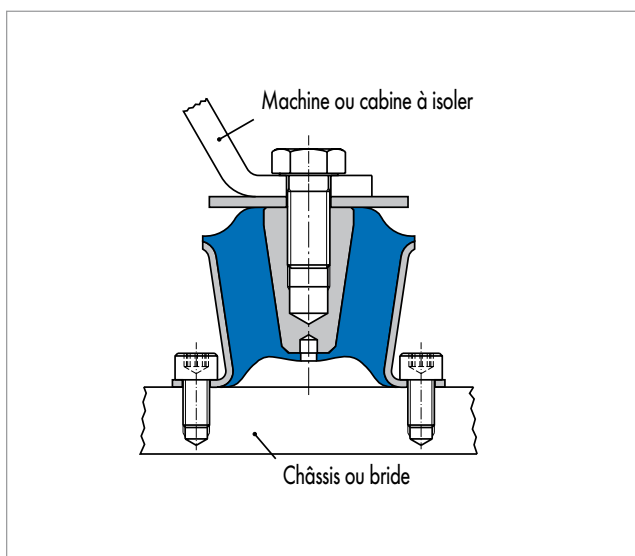


Fig. 3 Montage sur un socle

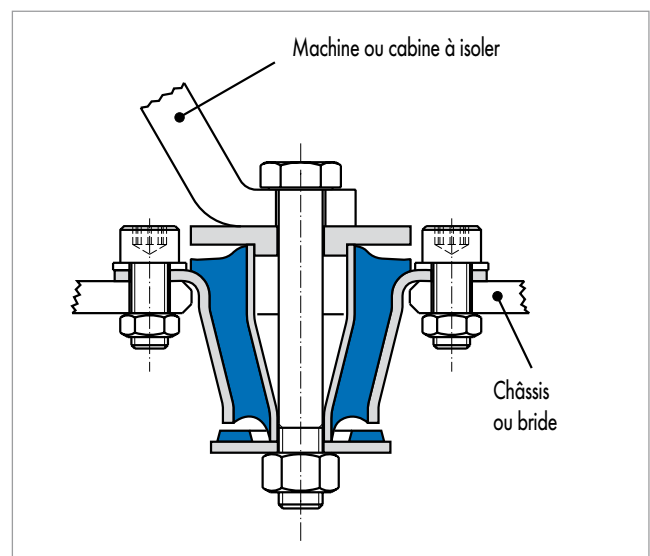


Fig. 4 Montage par une bride

## Support "V"

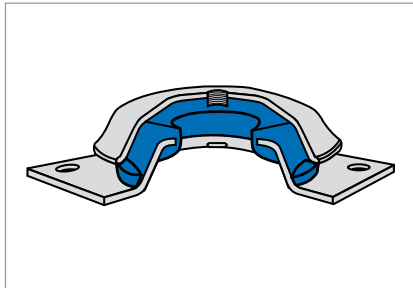


Fig. 1 Support "V"

### Description

Les supports "V" sont, dans de nombreux cas, une solution optimale pour résoudre des problèmes d'isolation vibratoire et phonique.

### Avantages

- Protection optimale contre la corrosion par une galvanisation sans chrome
- Facilité de montage
- Absence d'entretien
- Bonne isolation, même pour des sollicitations en basses fréquences
- Conformité RoHS.

### Application

Les supports "V" sont appropriés pour la suspension des moteurs thermiques ou électriques, des pompes, des compresseurs et des machines-outils. Ils sont également utilisés dans le secteur maritime. Il existe des variantes avec homologation par le "Lloyds Register of Shipping".

### Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	40, 45, 50, 60, 65, 70 Shore A

### Conditions d'utilisation

Charges axiales, direction Z	500 N à 32000 N	Effort maximal admissible
Température maxi.	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
Température mini.	jusqu'à -45 °C	

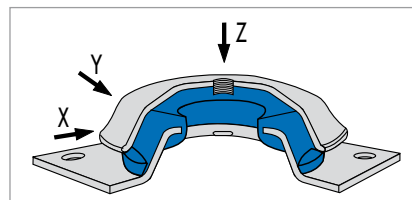


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

Les supports "V" se distinguent par la limitation efficace des déflexions dans la direction verticale (Z). La raideur identique dans les deux directions horizontales (X, Y) permet un bon positionnement latéral de l'assemblage à isoler, de la machine ou du moteur. Il existe également des variantes avec une butée intégrée limitant la course dans la direction Z. Toutes les variantes des supports "V" ont une déflexion radiale limitée. La partie supérieure en forme de cloche sert de protection contre une déflexion trop forte et contre la projection accidentelle de fluides (de l'huile, par exemple). Dans le cas d'une surcharge extrême, les parties supérieure et inférieure se bloquent. La butée de fin de course progressive et une fine couche d'élastomère sur le collier de la partie inférieure empêchent tout contact métal-métal. La direction principale de charge est perpendiculaire aux plans de fixation et centrée par rapport à la cloche.

### Spécifications techniques

Les supports "V" se composent d'un élément métallique sous forme de cloche avec filetage ainsi que d'une plaque de fixation avec une bride rectangulaire et des alésages débouchants. Les deux parties métalliques sont superposées dans le même sens et reliées par une couche d'élastomère adhésivée.

### Assemblage & Montage

- Les supports "V" sont équipés pour un assemblage vissé
- La compensation d'un faible déport, dû au montage, est possible en fonction du composant
- Les faces à visser du châssis et de la masse à suspendre doivent être planes
- Par rapport à la charge statique, il faut positionner le support de telle sorte que la cloche et la bride soient précontraintes l'une par rapport à l'autre.

## Support "MO"

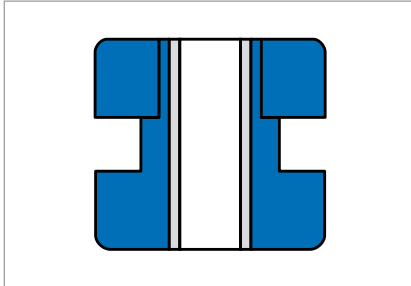


Fig. 1 Support "MO" 753

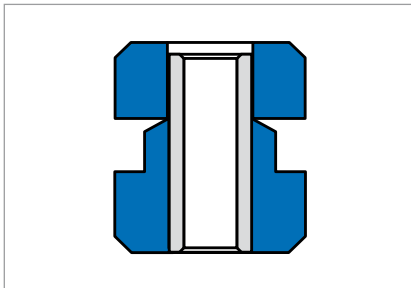


Fig. 2 Support "MO" 754

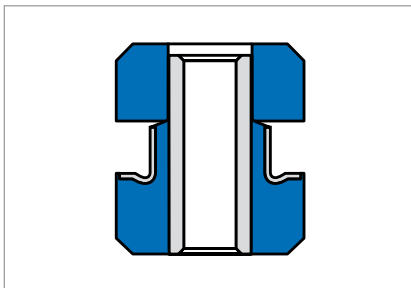


Fig. 3 Support "MO" 755

### Description

Les supports "MO" se composent de deux parties, dont l'une est en caoutchouc et l'autre en caoutchouc-métal. Ils sont utilisés comme éléments de liaison élastiques.

### Avantages

- Limitation maîtrisée du déport radial
- Conception compacte
- Bonnes caractéristiques d'isolation dans le sens longitudinal
- Conformité RoHS.

### Application

Les applications possibles des supports "MO" sont nombreuses. Ils peuvent être utilisés pour la suspension d'assemblages, d'organes secondaires, de radiateurs, voire même de petites cabines dans la construction de véhicules, mais également pour l'isolation des conduites d'aération et de gaz brûlés dans le secteur maritime.

### Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc chlorobutadiène CR 57	42, 45, 50, 55, 60, 64, 75 Shore A

## Conditions d'utilisation

<b>Charges radiales</b>	1000 N à 2800 N	Effort maximal admissible
<b>Charges axiales</b>	1800 N à 2400 N	Effort maximal admissible
<b>Température maxi.</b>	jusqu'à +100 °C, pointe de courte durée jusqu'à +130 °C	
<b>Température mini.</b>	jusqu'à -30 °C	

Dans les directions horizontales (X, Y) les supports "MO" présentent une raideur identique. La raideur étant plus faible en direction Z, des déflexions plus importantes sont possibles assurant ainsi une bonne isolation. La limitation de la déflexion intervient plus rapidement dans le sens radial que dans le sens axial. Il est conseillé d'appliquer la charge principale dans la direction de l'axe longitudinal.

## Spécifications techniques

Le support "MO" avec alésage débouchant central se compose d'une partie élastomère et d'une partie élastomère-métal adhésivée par vulcanisation. Ces ensembles emboîtés forment une gorge de fixation. Ce support peut être complété avec des éléments plans ou sphériques pour limiter la déflexion axiale et aboutir ainsi à une courbe caractéristique progressive. En même temps, ces éléments servent de sécurité positive.

### Assemblage & Montage

- Les supports "MO" sont conçus pour un assemblage vissé par l'alésage central
- La compensation d'un faible déport, dû au montage, est possible en fonction du composant
- Lorsque les couples de serrage sont élevés, il faudra se servir d'une entretoise
- En fonction de la qualité du matériau choisi, on peut utiliser une vis d'une classe de résistance supérieure
- La réalisation du diamètre extérieur de l'entretoise devrait admettre un léger jeu par rapport au diamètre intérieur  $d_1$  du support "MO"
- L'alésage débouchant de l'entretoise pour la vis de fixation devra être choisi selon la norme DIN EN 20273
- Pour l'assemblage vissé de la partie élastomère, il faudra veiller à disposer de grandes surfaces planes pour l'application des efforts
- Le support "MO" doit être positionné de telle sorte que la partie caoutchouc-métal puisse être vissée directement sur le composant à isoler
- La partie en élastomère doit être montée avec une rondelle (pour la rondelle, merci de consulter le chapitre "Rondelles de centrage et autres rondelles")
- Il faut veiller à ce que l'alésage  $S_D$  soit muni, des deux côtés, d'un rayon
- Pour les supports "MO" avec renfort d'acier (type 3), ce n'est nécessaire que sur le côté de la partie en caoutchouc.

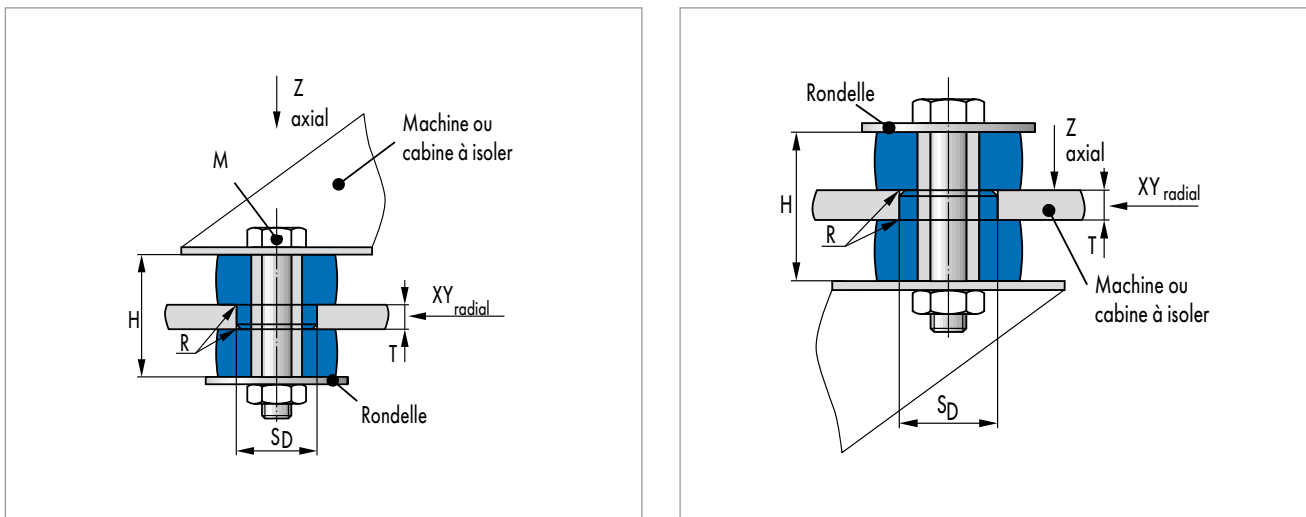


Fig. 2 Recommandations de montage : supports "MO" avec les directions des efforts

# Support machine

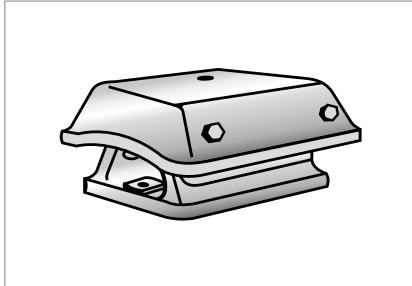


Fig. 1 Support machine

## Description

La conception spéciale du support machine permet de protéger les supports sandwich intégrés contre toute détérioration mécanique et les projections d'huile.

## Avantages

- Possibilité de remplacement des éléments élastomère en réutilisant les parties métalliques de fixation
- Protection des éléments élastiques contre toute détérioration et contre des projections d'huile
- Déflexion réduite dans la direction Z
- Conformité RoHS.

## Application

Les supports machines sont utilisés principalement pour la suspension de machines lourdes, de compresseurs, de moteurs, etc. Leur emploi permet une diminution importante des vibrations transmises par les machines et assemblages au sol et aux bâtiments environnants.

## Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	45, 50, 55, 60, 70 Shore A

## Conditions d'utilisation

<b>Charges axiales, direction Z</b>	1400 N à 16000 N	Effort maximal admissible
<b>Température maxi.</b>	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
<b>Température mini.</b>	jusqu'à -45 °C	

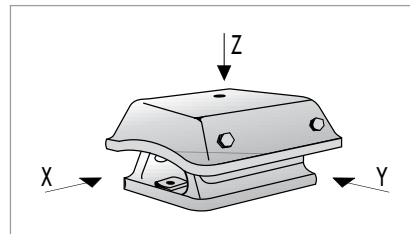


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

La sollicitation combinée des supports sandwich intégrés en compression-cisaillement assure une très grande longévité et une bonne isolation des vibrations, même en basses fréquences (c'est-à-dire pour des petites vitesses de rotation). A l'aide des alésages et filetages de série, il est facile de fixer le support au sol ou sous la machine. Outre les efforts de compression (direction Z), l'ancrage au sol autorise les efforts de cisaillement (directions X et Y). La principale direction de sollicitation est perpendiculaire aux plans de fixation et centrée par rapport au chapeau.

## Spécifications techniques

Le support machine se compose d'un chapeau métallique de forme rectangulaire et d'un deuxième élément métallique avec des faces latérales légèrement inclinées et une bride. Entre les deux parties métalliques superposées, des supports sandwich sont fixés à l'aide de vis. Les deux parties métalliques comportent des alésages débouchants ou filetés.

## Assemblage & Montage

- Les supports machines sont équipés pour un assemblage vissé
- La compensation d'un faible déport, dû au montage, est possible en fonction du composant
- Il faut veiller à ce que les faces à visser du châssis et de la masse à suspendre soient planes
- Par rapport à la charge statique, le support doit être disposé de telle sorte que le chapeau et la bride soient précontraints l'un par rapport à l'autre.

## Support sandwich

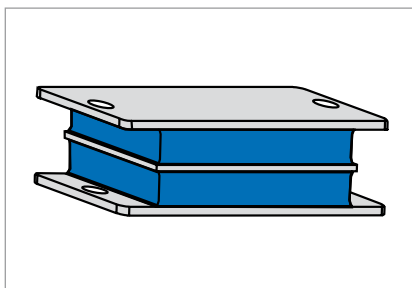


Fig. 1 Support sandwich

### Description

Ces supports conviennent à des cas particuliers d'application. Selon le positionnement et l'isolation vibratoire choisie, ils peuvent être chargés en compression, en cisaillement ou en compression-cisaillement.

### Avantages

- Facilité d'intégration dans les assemblages
- Facilité de montage
- Dans une large mesure, les caractéristiques élastiques peuvent être adaptées à la construction
- Conformité RoHS.

### Application

Les supports sandwich sont utilisés pour la suspension de machines, de moteurs ou d'ensembles dans la construction mécanique et automobile.

### Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	45, 50, 55, 60, 65, 70 Shore A

### Conditions d'utilisation

Efforts de cisaillement, directions X, Y	440 N à 7500 N	Effort maximal admissible
Efforts de compression, direction Z	1200 N à 98000 N	Effort maximal admissible
Température maxi.	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
Température mini.	jusqu'à -45 °C	

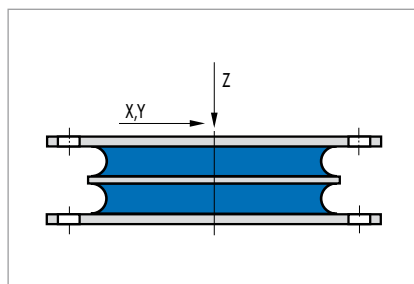


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

Selon le positionnement ou l'isolation vibratoire choisie, ils peuvent être chargés en compression (direction Z), en cisaillement (directions X, Y) ou en compression-cisaillement (le support est orienté suivant un angle précis). Une utilisation optimale et une sollicitation dynamique maximale sont atteintes lorsque les supports sont chargés en compression-cisaillement. La charge maximale admissible dépend de la surface d'application de l'effort, de la forme, de l'épaisseur et de la dureté du caoutchouc. Pour la tenue en endurance des supports, il faut tenir compte non seulement des charges statiques, mais aussi des efforts dynamiques et des déports. La raideur des supports sandwich dans la direction des efforts de cisaillement (X, Y) et dans la direction des efforts de compression (Z) varie en fonction de la largeur, de la longueur, de l'épaisseur et du nombre total d'éléments dans le composant. Par

rotation du support vers la charge statique, il est possible de faire varier l'impact des raideurs. La charge principale peut être reprise verticalement ou de manière angulaire par rapport aux plans de fixation.

### Spécifications techniques

Les supports sandwich se composent de plaques métalliques parallèles superposées, reliées par des couches d'élastomère.

### Assemblage & Montage

- Les supports sandwich sont équipés pour un assemblage vissé
- La compensation d'un faible déport, dû au montage, est possible en fonction du composant
- Il faut veiller à ce que les faces à visser sur le châssis et sur la masse à suspendre soient planes
- Les plaques métalliques doivent être complètement en contact avec le châssis et la masse à suspendre
- Le positionnement du support par rapport à la charge statique doit assurer la précontrainte des plaques métalliques extérieures entre elles.

# Support longitudinal

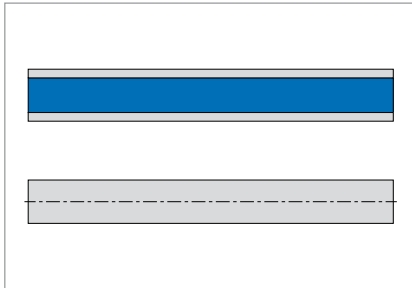


Fig. 1 Support longitudinal

## Description

Les supports longitudinaux sont utilisés partout où il n'est pas possible de se servir des plots par manque de place ou en raison d'une sollicitation trop importante.

## Avantages

- Suspension adaptable suivant le cas d'utilisation
- Adaptation flexible suivant le type de sollicitation
- Utilisation universelle
- Conformité RoHS.

## Application

Les supports longitudinaux de Simrit sont appropriés pour la suspension de moteurs, installations, assemblages et plaques de fondation très lourds. Ils conviennent à la suspension de moteurs de bateaux, de gros moteurs stationnaires, de tours, de treuils d'ascenseurs ainsi que de machines vibrantes.

## Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel	57 Shore A

## Conditions d'utilisation

Longueur des supports longitudinaux en mm	25 à 2000
---	-----------

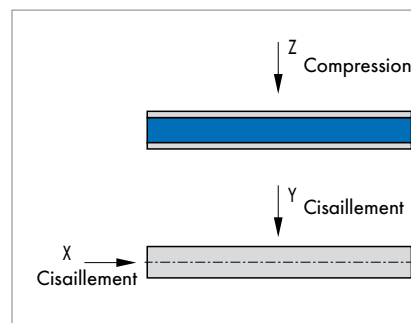


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

Les supports sont disponibles dans une longueur de 2000 mm. Il faut veiller à ce que la longueur ne soit pas inférieure à la largeur du profil. Sous charge statique, il est possible de comprimer l'élastomère d'environ 10 %.

## Spécifications techniques

Le support se compose de deux parties métalliques entre lesquelles une couche d'élastomère est adhésivée par vulcanisation.

## Assemblage & Montage

- Pour la fixation du support, il est possible d'intégrer ultérieurement des filetages en fonction de l'utilisation
- Les supports longitudinaux peuvent également être montés sans vissage supplémentaire, lorsque la déflexion dépasse largement l'amplitude maximale.

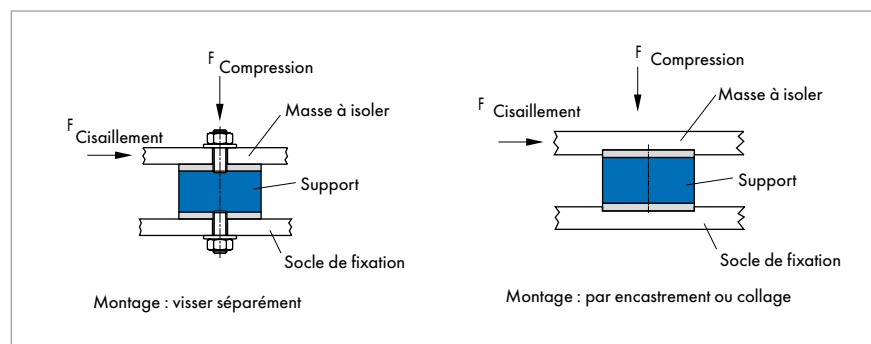


Fig. 3 Recommandations de montage : support longitudinal avec les directions de sollicitation.

Technique Antivibratoire

## Support cunéiforme

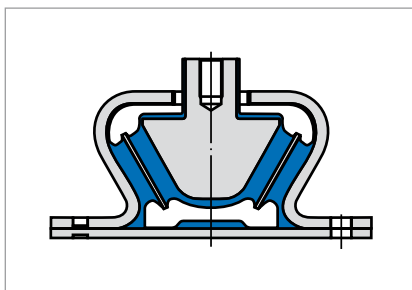


Fig. 1 Support cunéiforme

### Description

Les supports cunéiformes sont appropriés, en application mobile et stationnaire, pour des moteurs légers, moyens et lourds. Le mélange en caoutchouc naturel à bonne tenue thermique rend les supports cunéiformes très résistants, même sous fortes charges thermiques.

### Avantages

- Élément robuste
- Faible déformation sous déflexion dans la direction Z
- Limitation efficace de la déflexion et du débattement
- Limitation du déplacement horizontal
- Construction étroite pour le montage sur des profilés en acier
- Conformité RoHS.

### Application

Les domaines d'application des supports cunéiformes vont des machines agricoles et des engins de Travaux Publics jusqu'à la suspension des générateurs sur les moteurs de bateaux.

### Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 39	40, 42, 45, 50, 60 Shore A

### Conditions d'utilisation

Efforts de compression, direction Z	1750 N à 14000 N	Effort maximal admissible
Température maxi.	jusqu'à +80 °C, pointe de courte durée jusqu'à +100 °C	
Température mini.	jusqu'à -45 °C	

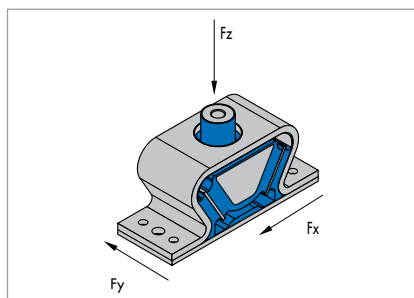


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

Les supports cunéiformes présentent une limitation de course dans toutes les directions, la déflexion dans la direction Z étant particulièrement robuste. De plus, le support dispose, dans la direction Z, d'une butée très souple. Les raideurs dépendent, dans une large mesure, de l'épaisseur, de la longueur, de la hauteur et de l'angle par rapport à l'axe Z. L'utilisation de tôles intermédiaires permet, par exemple, de doubler, pour le moins, la raideur Z en gardant le même encombrement. La sollicitation statique principale doit être perpendiculaire aux plans de fixation.

### Spécifications techniques

Le support cunéiforme se compose, d'une part, d'un étrier de forme oméga, muni d'une bride et d'un trou débouchant et, d'autre part, d'une armature intérieure avec taraudage passant, en partie, à travers le trou de l'étrier. Entre les deux parties métalliques se trouvent des couches d'élastomère en forme de V, adhésivées par vulcanisation.

### Assemblage & Montage

- Les supports cunéiformes sont équipés pour un assemblage vissé
- Tout déport de l'armature intérieure par rapport à la bride, qui n'est pas dû à la charge, doit être évité
- La compensation d'un faible déport dû au montage est possible en fonction du composant
- Il faut veiller à ce que les faces de fixation du châssis et de la masse à suspendre soient planes et parallèles.

# Support double "U"

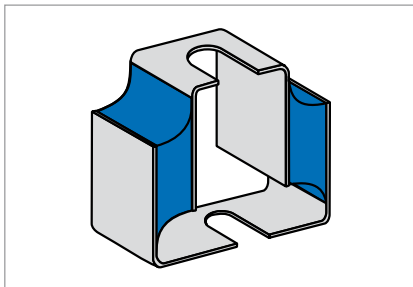


Fig. 1 Support double "U"

## Description

Ces supports sont surtout appropriés pour des fonctions d'isolation. Etant donné leurs raideurs différentes dans les trois directions de charge, ils sont adaptés aux efforts qui proviennent des éléments mécaniques.

## Avantages

- Bonne isolation dans la direction Z
- Limitation efficace des chocs dans le sens de la charge
- Déformation quasiment linéaire
- Courbe caractéristique linéaire
- Conformité RoHS.

## Application

Les domaines d'utilisation sont, entre autres, la suspension d'instruments et d'assemblages pour les isoler des vibrations provenant de la structure ainsi que la compensation des tolérances et des dilatations thermiques.

## Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	45, 50, 60, 70 Shore A

## Conditions d'utilisation

Cisaillement $F_z/F_y$	120 N à 2000 N	Effort maximal admissible
Température maxi.	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
Température mini.	jusqu'à -45 °C	

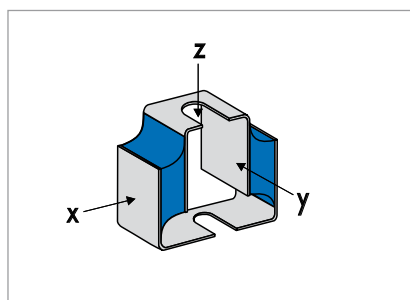


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

Ils sont conçus de telle sorte que les raideurs en cisaillement augmentent dans l'ordre Y, Z et X. Par leur structure, ils limitent les chocs forts dans le sens de la déflexion (+Z). Par rotation du support autour de la charge statique (axe Z), il est possible de faire varier l'impact des raideurs. La charge principale +Z doit être appliquée verticalement par rapport aux plans de fixation.

## Spécifications techniques

Ces supports se composent de deux profils acier en forme de "U" qui s'emboîtent et qui sont reliés par une couche d'élastomère adhésivée.

## Assemblage & Montage

- Les supports double "U" sont conçus pour un assemblage vissé par l'intégration de gorges correspondantes
- Tout déport des profils "U" entre eux, qui n'est pas dû à la charge, doit être évité
- La compensation d'un faible déport ou déplacement angulaire, dû au montage, est possible en fonction du composant
- Il faut veiller à ce que les faces à visser des profils "U" soient, sur toute leur surface, en contact avec le châssis ou la masse à suspendre.

## Support cylindrique

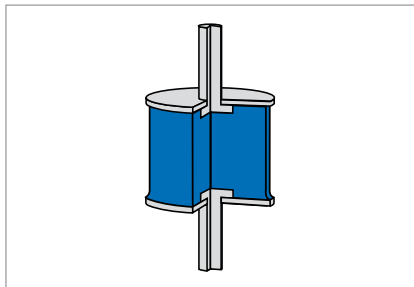


Fig. 1 Support cylindrique

### Description

Les supports cylindriques sont des composants très répandus qui permettent de compenser des écarts de tolérances et de fabrication entre les éléments de construction assemblés. Ils servent également d'amortisseurs de choc. Les supports cylindriques avec une partie élastomère en retrait de l'armature réduisent la sollicitation de l'élastomère dans les extrémités en cas d'un déport radial et prolongent ainsi la durée de vie. Des supports cylindriques simples avec un arrêt de la partie élastomère sur le diamètre extérieur de l'armature peuvent également être fournis.

### Avantages

- Mêmes raideurs dans les directions radiales X et Y
- Disponibilité d'une version à 6 pans pour un montage aisé
- Conformité RoHS.

### Application

Les supports cylindriques sont utilisés pour la suspension d'assemblages, de moteurs, de compresseurs, de pompes, de machines d'essai et d'autres éléments similaires.

### Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	45, 55, 60, 70, 75, 80 Shore A
Caoutchouc éthylène-acrylate AEM 23, AEM 33	60 Shore A
Caoutchouc chloroprène CR 56, CR 57	45, 60 Shore A

### Conditions d'utilisation

<b>Charges radiales</b>	14 N à 24000 N	Effort maximal admissible
<b>Charges axiales</b>	18 N à 80000 N	Effort maximal admissible
<b>Température maxi.</b>	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
<b>Température mini.</b>	jusqu'à -45 °C	

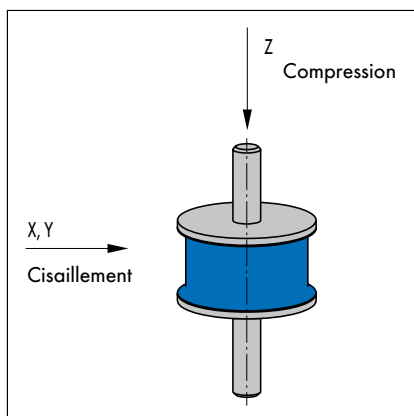


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

Les supports cylindriques présentent la même raideur en cisaillement dans les directions X, Y. En compression, la raideur  $F_{\text{maxi}}$  dans la direction Z correspond, en fonction du composant, à 1 à 10 fois la valeur de la raideur en cisaillement. Les efforts prépondérants sont appliqués dans les directions X et Y (cisaillement), puisque cela permet d'obtenir une isolation optimale.

### Spécifications techniques

Le support cylindrique se compose de deux disques métalliques avec une couche d'élastomère adhésivée. Ces disques peuvent être munis d'une tige filetée ou d'un filetage. Les supports cylindriques peuvent être livrés avec une partie en élastomère en retrait de l'armature ou s'arrêtant sur le diamètre extérieur de l'armature. Les supports avec une partie élastomère en retrait de l'armature ont été conçus pour résister à un allongement de ~10 %, cas fréquent de rebond avec des charges dynamiques élevées. Avec les mêmes contraintes, la conception en retrait de l'armature permet d'obtenir une durée de vie prolongée sous une forte charge dynamique.

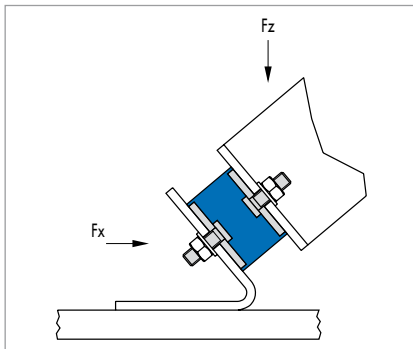


Fig. 3 Sollicitation en compression et cisaillement

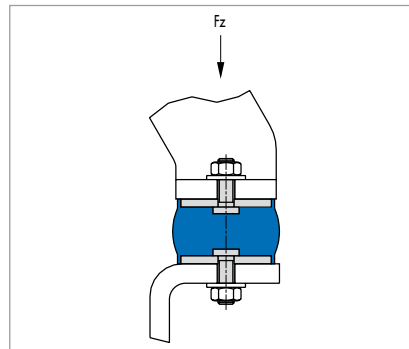


Fig. 4 Sollicitation en compression

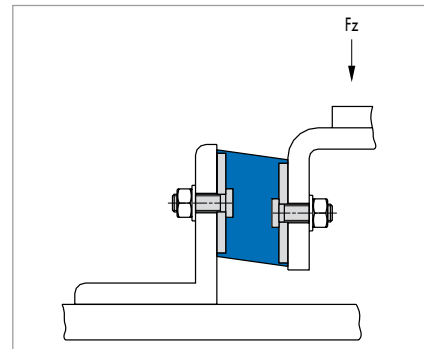


Fig. 5 Sollicitation en cisaillement

### Assemblage & Montage

- Les supports cylindriques sont équipés pour un assemblage vissé
  - Un défaut d'alignement des disques métalliques, qui n'est pas dû à la charge, doit être évité
  - La compensation d'un faible déport dû au montage est possible en fonction du composant
  - Les alésages débouchants pour les tiges filetées et les passages pour les vis de fixation doivent être réalisés selon la norme DIN EN 20273
- Il faut veiller à ce que la structure soit complètement en contact avec les faces à visser
  - Les faces à visser du châssis et de la masse à suspendre doivent être planes
  - Pour la variante combinant une rondelle de fixation de forme circulaire avec une autre à six pans, il faut, en premier, fixer le côté avec la rondelle circulaire
  - La résistance des vis / écrous doit correspondre à une valeur d'au moins 4.6.

# Plot

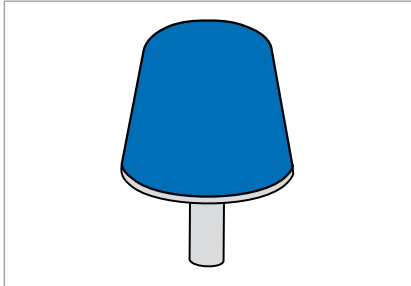


Fig. 1 Plot

## Description

Les plots se distinguent par leur caractère robuste. La vaste gamme dimensionnelle permet une utilisation universelle.

## Avantages

- Reprise et amortissement efficaces des chocs
- Facilité de montage
- Conformité RoHS.

## Application

Les plots servent surtout de limitation élastique des courses, d'amortisseurs de chocs pour des assemblages et machines, que cela soit en application mobile ou non, ainsi que de butées.

## Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	40, 45, 50, 55, 60, 70 Shore A

## Conditions d'utilisation

Charges axiales	37 N à 18300 N	Effort maximal admissible
Température maxi.	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
Température mini.	jusqu'à -45 °C	

Les plots ayant une partie caoutchouc en retrait de l'armature ont été spécialement conçus pour des charges dynamiques élevées. La forme conique du plot (vu en coupe transversale) permet une courbe caractéristique avec une raideur plus faible qu'avec une conception cylindrique. Avec la même déflexion, les plots

dont la partie élastomère est en retrait de l'armature présentent une durée de vie nettement plus longue. Les plots cylindriques qui se heurtent contre une face plane peuvent générer des bruits dus au choc. Les plots coniques réduisent considérablement ces bruits.

## Spécifications techniques

Les plots se composent d'une partie élastomère dont la face avant est adhésivée par vulcanisation sur une plaque munie d'une tige filetée ou d'un filetage. La partie élastomère peut être de forme conique ou de forme cylindrique. Il existe également une version avec une partie élastomère en retrait de l'armature.

## Assemblage & Montage

- Les plots sont équipés pour un assemblage vissé
- Il faut s'assurer que la plaque métallique est complètement en contact avec la structure
- La face à visser du châssis et la face de contact de la masse à suspendre doivent être planes
- Les alésages débouchants pour les tiges filetées seront réalisés selon la norme DIN EN 20273
- L'axe central des plots doit être coaxial par rapport à la direction du choc
- Le couple ne doit pas être repris par la partie en élastomère.

## Support "M"

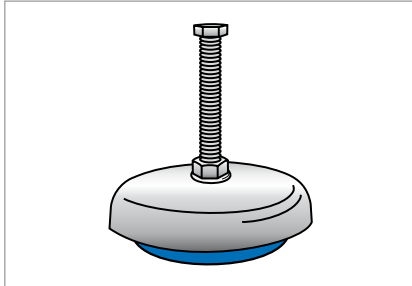


Fig. 1 Support "M"

### Description

De faible encombrement en hauteur, les supports "M" présentent une bonne fonction d'isolation et la possibilité d'un réglage de la hauteur de la charge.

### Avantages

- Elastomère résistant à l'huile
- Installation sans fixation au sol
- Réduction de la transmission des bruits provenant de la structure
- Bonnes caractéristiques d'isolation
- Intégration d'une possibilité de réglage de la hauteur de la charge
- Conformité RoHS.

### Application

Les supports "M" servent à installer des ensembles, même lourds, sans fixation au sol. Ils offrent la possibilité d'ajuster la hauteur de la machine et l'isolent efficacement des vibrations.

D'un montage aisé, les supports facilitent l'installation et le déplacement des machines, même lourdes, puisqu'ils ne sont pas fixés au sol.

### Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc butadiène-acrylonitrile NBR 68	45, 55, 60, 65, 70, 75, 85 Shore A

### Conditions d'utilisation

Efforts de compression, direction Z	1200 N à 55000 N	Effort maximal admissible
Température maxi.	jusqu'à +90 °C, pointe de courte durée jusqu'à +110 °C	
Température mini.	jusqu'à -20 °C	

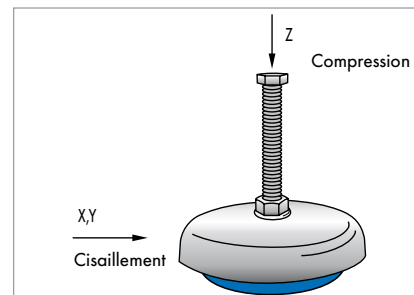


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

Les supports "M" présentent une raideur qui augmente en fonction de la déflexion dans la direction Z. Etant donné l'absence d'ancrage au sol ou au châssis, les efforts de cisaillement doivent être évités. La masse est reprise par l'axe longitudinal. Sur demande, il est possible de fournir, pour des applications spéciales (par exemple dans l'industrie alimentaire, l'industrie chimique ou la construction navale), des supports "M" en acier inoxydable et dans des mélanges spéciaux de caoutchouc.

### Spécifications techniques

Les supports "M" se composent de deux parties métalliques reliées par une couche d'élastomère adhésivée par vulcanisation. Une vis de réglage permet la mise à niveau de la machine. Le mélange spécial à base de nitrile (Perbunan) utilisé pour réaliser ces supports "M" est résistant à l'huile.

### Assemblage & Montage

- Les supports "M" sont conçus pour la fixation à l'aide d'une vis de réglage sur la masse à suspendre et pour une installation sans ancrage au sol
- Les faces de fixation sur la masse à suspendre et sur la surface d'appui doivent être parallèles et la surface d'installation doit être plane
- L'écrou sert à fixer le socle de la machine sur le support
- L'écrou qui se trouve dans le creuset intérieur n'est pas sollicité par le poids de la machine
- Il ne faut, en aucun cas, placer le socle de la machine entre deux écrous
- Les alésages débouchants pour les tiges filetées et les passages pour les vis de fixation doivent être réalisés selon la norme DIN EN 20273
- Les faces de fixation du châssis et de la masse à suspendre doivent être planes
- Les supports "M" peuvent également être montés sans vissage supplémentaire lorsque la déflexion est nettement plus importante que l'amplitude maximale.

## Support pour instruments

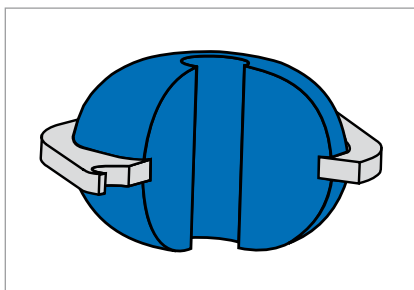


Fig. 1 Support pour instruments

### Description

Ces supports servent à protéger des instruments sensibles contre les chocs et les sollicitations dynamiques.

### Avantages

- Réduction de la transmission des bruits provenant de la structure
- Conception compacte
- Facilité de montage
- Raideurs identiques dans les directions radiales
- Conformité RoHS.

### Application

Les supports pour instruments sont avant tout des éléments de liaison. Ils servent principalement à l'isolation des vibrations des composants électroniques, des appareils de mesure et de précision. Pour des applications mobiles, ils protègent les instruments sensibles contre les sollicitations dynamiques extérieures. Dans le secteur industriel, ils isolent aussi des tableaux d'instruments ou des panneaux de distribution par rapport aux bruits qui proviennent de leur plan de fixation.

### Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	40, 50, 60 Shore A

### Conditions d'utilisation

Charges axiales	80 N à 260 N	Effort maximal admissible
Température maxi.	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
Température mini.	jusqu'à -45 °C	

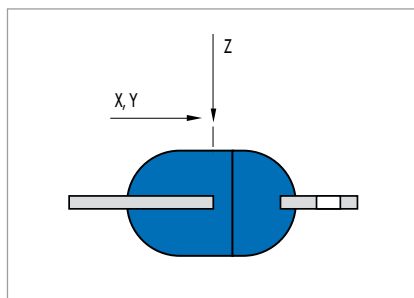


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

En règle générale, les supports présentent la même raideur dans toutes les directions de translation. La limitation des déflexions intervient, en règle générale, plus rapidement dans la direction radiale que dans la direction axiale. La charge statique doit principalement être reprise par l'axe longitudinal.

### Spécifications techniques

Les supports pour instruments se composent d'une rondelle d'appui et d'une partie élastomère emmanchée ou adhésivée par vulcanisation, avec un alésage central débouchant. Dans la bride de la rondelle d'appui se trouvent des trous débouchants. Une armature métallique de renfort peut être intégrée au centre de la partie en élastomère par vulcanisation.

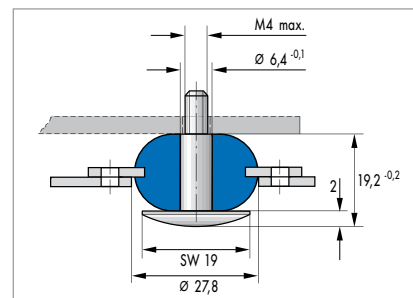


Fig. 3 Schéma de montage avec vis SW19

### Assemblage & Montage

- Les supports pour instruments sont équipés pour un assemblage vissé
- Un faible déport éventuel, dû au montage, de la vis de fixation centrale par rapport à la bride ou un déplacement angulaire est possible
- Les supports pour instruments doivent être installés dans l'axe de la charge statique prépondérante
- Le logement pour la partie en élastomère doit être sans bavure et dépasser, d'au moins quelques centièmes de millimètre, le diamètre extérieur de la partie en élastomère
- Lors du choix de la longueur de la vis centrale et de la définition du logement, il faudra tenir compte de la déflexion nécessaire
- Lors de la fixation de la bride, il faudra utiliser des rondelles d'appui et lors du vissage à travers la partie élastomère, il faudra veiller à disposer d'une large face plane pour l'application de l'effort.

# Support "O"

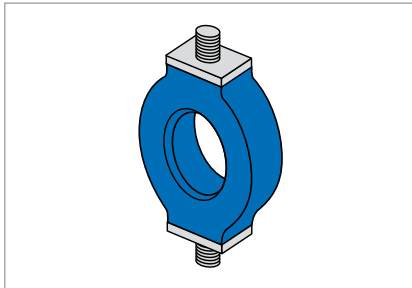


Fig. 1 Support "O"

## Description

Les supports "O", appelés également supports basses fréquences en raison de leurs caractéristiques d'élasticité, servent à l'isolation d'instruments et de composants électriques ou électroniques, soumis à de faibles amplitudes de vibrations, ainsi qu'à la fixation d'assemblages légers et d'appareils de mécanique de précision.

## Avantages

- Réduction de la transmission des bruits provenant de la structure
- Conception compacte
- Différentes déformations possibles
- Facilité de montage
- Conformité RoHS.

## Application

La structure du support "O" permet une bonne isolation vibratoire pour des charges qui surviennent souvent au niveau de la construction d'instruments et d'appareils.

## Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	40, 45, 60 Shore A
Caoutchouc butadiène-acrylonitrile NBR 68	60 Shore A
Caoutchouc éthylène-propylène-diène EPDM 22	60 Shore A

## Conditions d'utilisation

<b>Charges axiales</b>	20 N à 215 N	Effort maximal admissible
<b>Température maxi.</b>	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C pour le NR 11	
<b>Température mini.</b>	jusqu'à -45 °C pour le NR 11	

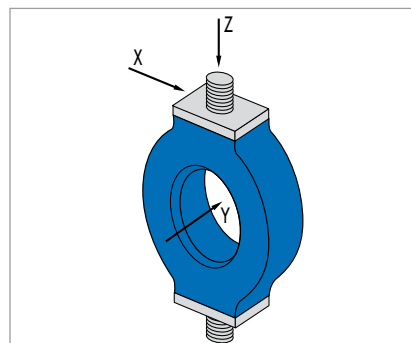


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

Les raideurs des supports "O" augmentent dans l'ordre X, Y et Z. Suivant leur disposition, il est donc possible d'obtenir une isolation optimale des vibrations. La charge principale s'applique suivant l'axe longitudinal des tiges filetées (direction Z).

### Spécifications techniques

Le support se compose d'un élément en élastomère en forme d'anneau sur lequel deux plaques de fixation sont adhérisées.

### Assemblage & Montage

- La compensation d'un faible déport, dû au montage, est possible en fonction du composant
- Les alésages débouchants pour les tiges filetées doivent être réalisés selon la norme DIN EN 20273
- Pour les plaques de fixation, il faut veiller à ce qu'elles soient complètement en contact avec les faces de la structure.

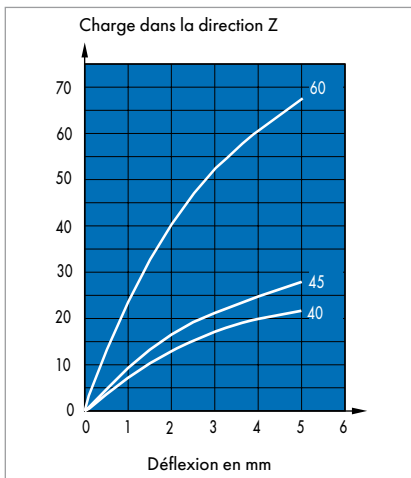


Fig. 3 Courbe caractéristique du support "O" avec la référence 055 18 001

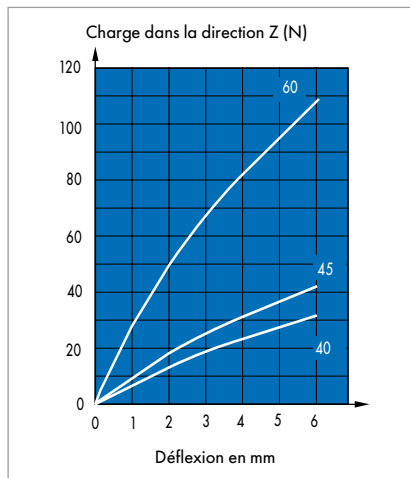


Fig. 4 Courbe caractéristique du support "O" avec la référence 055 18 002

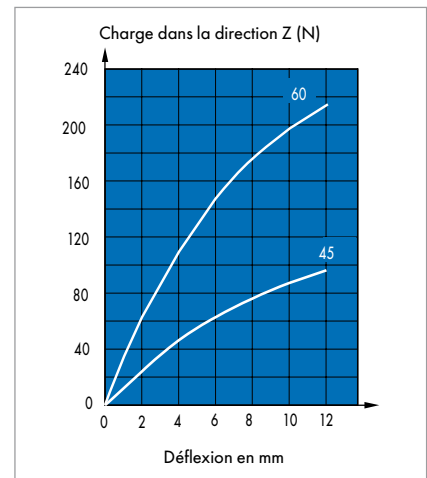


Fig. 5 Courbe caractéristique du support "O" avec la référence 055 18 003

# Entretoise élastique

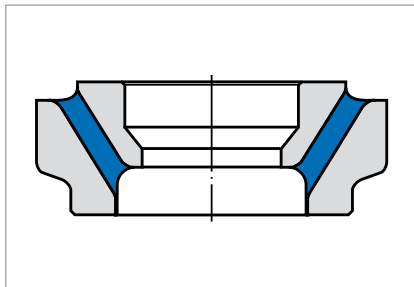


Fig. 1 Entretoise élastique

## Description

Les entretoises élastiques admettent des mouvements radiaux, axiaux et angulaires.

## Avantages

- Bonne isolation dans la direction Z
- Facilité de montage
- Ecart d'appui variable
- Conformité RoHS.

## Application

Les entretoises élastiques sont particulièrement bien adaptées pour assurer la liaison souple entre un mécanisme sollicité en dynamique, comme les moteurs et les boîtes de vitesses, et un composant fixe, comme par exemple un châssis.

## Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	50, 60, 70 Shore A

## Conditions d'utilisation

<b>Charges axiales, direction Z</b>	10500 N à 25300 N	Effort maximal admissible
<b>Température maxi.</b>	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C	
<b>Température mini.</b>	jusqu'à -45 °C	

Les entretoises présentent la même raideur dans les directions radiales (X et Y). Le rapport entre la raideur dans les directions radiales et dans la direction axiale varie en fonction de l'angle conique de la couche d'élastomère. Les entretoises élastiques sont surtout conçues pour des sollicitations dans le sens radial et dans le sens axial. Avec une précontrainte axiale définie, elles peuvent être utilisées en tandem. Les entretoises admettent et limitent les mouvements radiaux, axiaux et angulaires. Les efforts prépondérants doivent être repris par l'axe longitudinal ou dans une direction perpendiculaire à cet axe.

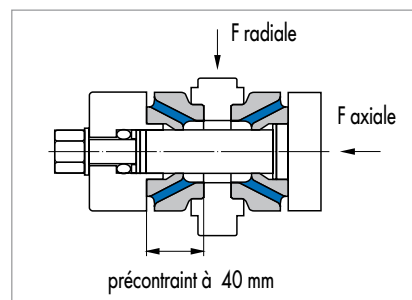


Fig. 2 Recommandations de montage : entretoise élastique avec les directions des efforts

## Spécifications techniques

Les entretoises élastiques se composent de deux tubes coniques, reliés par une couche d'élastomère.

## Assemblage & Montage

- Les entretoises élastiques sont équipées pour une fixation par emmanchement
- La compensation d'un faible déport dû au montage est possible en fonction du composant
- Les entretoises doivent être centrées et perpendiculaires par rapport à l'axe de la charge radiale principale. Toute la zone cylindrique de contact à l'intérieur et à l'extérieur doit servir de surface d'appui

- Lors d'un montage en tandem dans le sens opposé, il faut s'assurer que les parties métalliques intérieures et extérieures des entretoises soient précontraintes les unes par rapport aux autres
- La souplesse du matériau permet de compenser des déports dans toutes les directions.

## Support cylindrique évidé

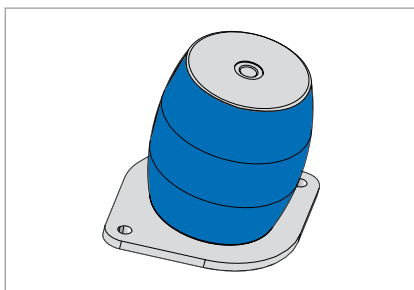


Fig. 1 Support cylindrique évidé

### Description

Les supports cylindriques évidés supportent des charges verticales importantes et isolent des vibrations de faibles amplitudes.

### Avantages

- Faces de fixation parallèles
- Montage avec des vis standard
- Dissipation de la chaleur
- Faible taux de métal
- Conformité RoHS.

### Application

Les supports cylindriques évidés permettent de suspendre des masses qui, après la déflexion, sont soumises à de faibles amplitudes vibratoires ou qui en génèrent eux-mêmes. Il est donc possible d'utiliser ces supports pour certains types de moteurs, compresseurs, assemblages, dispositifs de montage, mais aussi pour des armoires de commande lourdes, des dispositifs de régulation, des postes de contrôle stationnaires et des systèmes de mesure.

### Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	45, 55, 65 Shore A

### Conditions d'utilisation

Charges axiales	9000 N à 20000 N
Température maxi.	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C
Température mini.	jusqu'à -45 °C

Les supports cylindriques évidés possèdent des raideurs différentes dans les directions axiales et radiales. Pour des charges axiales, la raideur est un multiple de celle sous des charges radiales.

### Spécifications techniques

Les supports cylindriques évidés se distinguent par leur forme ovoïde et leur alésage central débouchant intégré dans la partie élastomère. Sur l'une des faces avant se trouve une rondelle métallique avec un filetage central, solidaire de la partie élastomère par vulcanisation. Sur

Il est recommandé de choisir, comme direction principale des efforts, l'axe longitudinal et de centrer la charge sur la surface de montage.

la face avant opposée, plusieurs écrous sont intégrés dans la partie élastomère par vulcanisation. Lors de la conception de l'ensemble, il faudra tenir compte de la forme ovoïde. Ces supports devraient uniquement être utilisés sous précontrainte axiale. Il faut veiller à ce que les dépôts radiaux éventuels restent très faibles.

### Assemblage & Montage

- Les supports sont équipés pour un montage vertical par assemblage vissé
- L'écart radial par rapport aux parties de la console doit être suffisant
- La présence de fluides sur les surfaces de montage n'est pas admise. Il faut également éviter la présence de copeaux métalliques ou d'arêtes vives dans la zone de montage
- Une ventilation de l'alésage central dans la partie élastomère est avantageuse
- Un déport radial ou angulaire des faces de fixation, dû au montage, doit être évité
- Il faut veiller à ce que la précontrainte de serrage soit régulière.

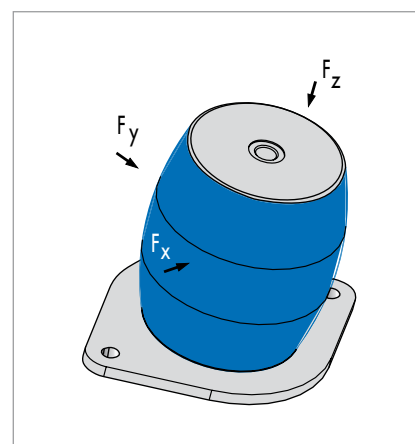


Fig. 2 Direction des efforts prépondérants

# Ressort multicouche

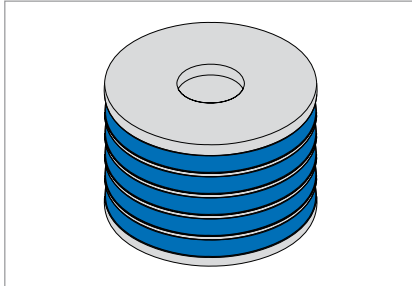


Fig. 1 Ressort multicouche

## Description

Les ressorts multicouches servent notamment au découplage des vibrations pour des sollicitations horizontales. Sur le plan vertical, ces éléments sont très raides.

## Avantages

- Bonnes caractéristiques d'isolation dans la direction radiale
- Raideur dans la direction axiale
- Facilité de montage
- Conformité RoHS.

## Application

Le ressort multicouche est un support élastique approprié pour la suspension de sous-ensembles tels que les moteurs ou boîtes de vitesses.

## Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	40, 50, 60, 70 Shore A
Caoutchouc naturel NR 39, 37	60 Shore A
Caoutchouc chloroprène CR 57	60 Shore A

## Conditions d'utilisation

<b>Charges axiales, direction Z</b>	29000 N à 800000 N	Effort maximal admissible
<b>Température maxi.</b>	jusqu'à +100 °C	
<b>Température mini.</b>	jusqu'à -45 °C	

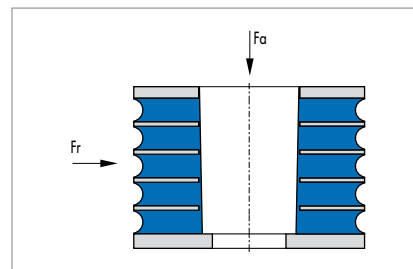


Fig. 2 Directions des efforts prépondérants

Les ressorts multicouches présentent la même raideur dans les directions X et Y. Dans la direction verticale (Z) leur raideur est plus importante. Il est possible de faire varier l'impact des raideurs en orientant le support vers la charge statique. Les ressorts multicouches sont conçus pour supporter des charges principalement dans les directions axiale et radiale. Mais il est également possible de les soumettre à une charge angulaire par rapport à la sollicitation verticale principale. La masse doit être reprise par l'axe longitudinal.

## Spécifications techniques

Le ressort multicouche se compose d'au moins deux parties métalliques superposées et parallèles, reliées par des couches élastomère intermédiaires adhésives. Il est conçu pour servir de surface d'appui, mais il est également possible de l'installer en cisaillement par rapport à la charge verticale principale.

## Assemblage & Montage

- La compensation d'un faible déport ou déplacement angulaire, dû au montage, est possible en fonction du composant
- Les ressorts multicouches doivent être disposés principalement dans l'axe de la charge axiale. La charge doit être répartie régulièrement sur la totalité des surfaces planes des parties métalliques extérieures
- Les supports doivent être montés de telle sorte que les parties métalliques extérieures soient précontraintes l'une par rapport à l'autre
- Lors d'un montage avec un angle par rapport à la charge verticale principale, il faut veiller à ce que le contact sur le côté soit suffisant, à savoir que les parties métalliques extérieures soient complètement en contact. Il faut s'assurer qu'elles sont précontraintes l'une par rapport à l'autre.

# Dispositif de réglage de la hauteur

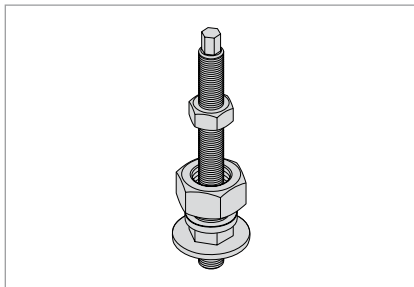


Fig. 1 Dispositif de réglage de la hauteur

## Description

Le dispositif de réglage de la hauteur permet d'optimiser l'utilisation de différents composants.

## Avantages

- Élément robuste
- Facilité de montage
- Optionnel
- Conformité RoHS
- Pour assurer un vissage optimal, tous les composants sont protégés contre la corrosion selon EN 12476 Fe/Zn 6-10 ph/r/3.

## Application

Le dispositif de réglage peut être utilisé dans de nombreuses applications pour la mise à niveau des sous-ensembles, des accouplements élastiques, de la suspension des boîtes de vitesses, des moteurs et des compresseurs.

## Matériau

Matériau standard	Version spéciale
Acier 5.8	Sur demande

## Conditions d'utilisation

Diamètre du filetage de la tige	M12, M16, M20, M24
---------------------------------	--------------------

Les éléments de réglage peuvent être utilisés, selon la version, avec des brides dont la hauteur correspond au diamètre de filetage ou est supérieure à celui-ci. La masse doit être reprise par l'axe longitudinal.

## Spécifications techniques

Le dispositif de réglage est un élément supplémentaire permettant d'ajuster la hauteur en fonction de l'application du client. Il se compose d'une tige filetée avec un écrou d'écartement, de deux autres écrous et d'une rondelle.

## Assemblage & Montage

- Les dispositifs de réglage doivent être vissés avec l'extrémité du filetage non polygonal sur une profondeur qui correspond au moins à 1,25 fois le diamètre du filetage ou plus
- La charge à mettre à niveau doit être placée sur le grand écrou et être sécurisée à l'aide du petit écrou.

## Butée adhésivée

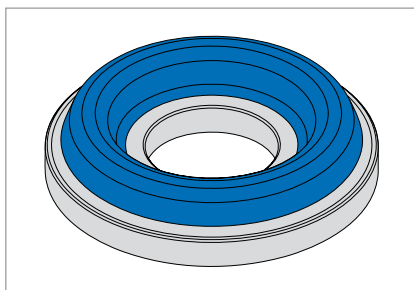


Fig. 1 Butée adhésivée

### Description

Les butées adhésivées sont utilisées, dans de nombreuses applications, pour limiter efficacement les débattements.

### Avantages

- Élément robuste
- Facilité de montage
- Optionnelle
- Conformité RoHS.

### Application

Les butées limitent avec efficacité les mouvements des charges sur des assemblages, des machines et des dispositifs d'arrêt qu'ils soient mobiles ou stationnaires. Elles sont surtout utilisées pour limiter le mouvement axial des supports coniques ou des articulations élastiques.

### Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc naturel NR 11	60, 70, 80 Shore A
Caoutchouc butadiène-acrylonitrile NBR 68	70 Shore A

### Conditions d'utilisation

Diamètre extérieur en mm	40, 49, 65, 75, 90
Température maxi.	jusqu'à +60 °C, pointe de courte durée jusqu'à +80 °C
Température mini.	jusqu'à -45 °C

La raideur et l'amortissement des butées revêtues d'élastomère dépendent essentiellement de la section arrondie, de l'épaisseur de la couche d'élastomère ainsi que du type d'élastomère utilisé. Elles présentent la même raideur dans les directions radiales (X et Y) ; dans le sens axial, leur raideur est largement plus importante. La structure trapézoïdale de la couche d'élastomère (vue en coupe transversale) permet d'obtenir, avec les mêmes dimensions, diamètres et épaisseurs, une courbe caractéristique plus "souple" que ce n'est le cas avec une structure rectangulaire. La structure en retrait entraîne une raideur plus faible dans la direction axiale et permet, en règle générale, d'atteindre, avec les mêmes déflexions, une durée de vie plus longue. La raideur axiale augmente fortement de la variante I à la variante III. La masse doit être reprise par l'axe longitudinal.

### Spécifications techniques

L'élément se compose d'une rondelle avec ou sans alésage, sur laquelle une couche d'élastomère est adhésivée sur une face.

### Assemblage & Montage

- Il faut centrer les butées et les positionner verticalement par rapport à la charge axiale principale. Toute la zone de contact plane, qui se trouve en face de la couche d'élastomère, doit servir d'appui
- Il faut s'assurer que les éléments de fixation, tels que les vis, ne limitent pas la zone mobile des faces de butée.

## Rondelles de centrage et autres rondelles

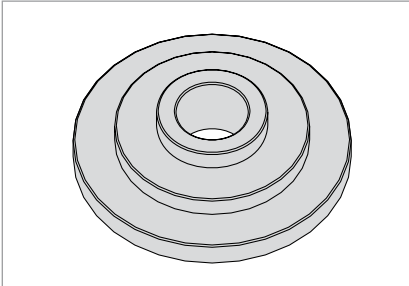


Fig. 1 Rondelles de centrage et autres rondelles

### Matériau

Acier

au moins 270 N à 340 N

### Conditions d'utilisation

Diamètre extérieur en mm

35, 40, 48, 50, 60, 70, 75, 80,  
100, 104, 110

La masse doit être reprise par l'axe longitudinal.

### Description

Les rondelles sont des accessoires simples et économiques. Elles sont disponibles dans différentes dimensions.

### Avantages

- Élément robuste
- Facilité de montage
- Optionnelles
- Conformité RoHS.

### Application

Ces rondelles sont souvent utilisées comme butées pour la partie élastomère de certains supports coniques, supports MO ou articulations élastiques.

### Spécifications techniques

Les rondelles sont des accessoires composés d'un disque éventuellement étagé avec un alésage central.

### Assemblage & Montage

- Pour le montage, il est recommandé d'utiliser des vis et d'autres éléments selon la norme DIN.

## Bloc d'assemblage pour tubes

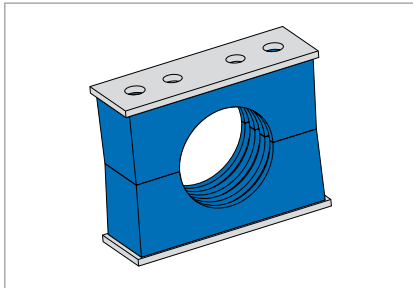


Fig. 1 Bloc d'assemblage

### Description

Les blocs d'assemblage permettent de réduire la transmission, vers la structure porteuse, des vibrations générées par les pulsations dans des conduites et tubes où circulent des fluides. Dans le sens inverse, ils amortissent la transmission, vers d'autres points de fixation, des vibrations le long des conduites ou tubes.

### Avantages

- Faces de fixation parallèles
- Montage avec vis standard, colliers de serrage selon DIN
- Possibilité d'un assemblage préalable comportant jusqu'à 6 tubes
- Possibilité d'utiliser différents diamètres de tube
- Caractéristiques "Fail Safe" à l'intérieur des supports de fixation
- Excellente résistance thermique jusqu'à 90 °C
- Bonne compatibilité avec de nombreuses huiles
- Bonne protection contre la corrosion sans chrome
- Conformité RoHS.

### Matériau

Matériau standard	Dureté
Caoutchouc chloroprène CR 57	45, 55, 65 Shore A

### Conditions d'utilisation

Ces blocs sont utilisés pour découpler des tubes ou des conduites de leurs structures porteuses ou pour amortir leur mouvement relatif. Leur conception est appropriée à cet effet et l'élastomère choisi est optimal pour des températures jusqu'à 90 °C en continu. La raideur radiale correspond à un multiple de la raideur axiale. Les rainures intégrées dans

### Application

L'application principale est le découplage ou la réduction du mouvement dynamique relatif entre les conduites et tubes dans lesquels circulent des fluides et leur structure porteuse. Ces éléments conviennent à toutes les applications où des fluides sont refoulés et où les pressions pulsatoires sont importantes. Il s'agit, par exemple, de moissonneuses-batteuses, d'engins de Travaux Publics, de machines de transformation et de traitement, d'unités stationnaires et mobiles d'alimentation en pression, équipés avec des tubes à huile ou des conduites.

la zone de fixation des tubes et orientées dans le sens de la circonférence permettent de découpler des amplitudes d'excitation ayant des effets acoustiques. Comme direction principale de sollicitation, il est recommandé de choisir le sens des vis.

Température maxi.	jusqu'à + 100 °C, pointe de courte durée jusqu'à +130 °C
Température mini.	jusqu'à -30 °C

### Spécifications techniques

Les blocs d'assemblage pour tubes ont une simple forme de cube et peuvent, en règle générale, servir pour 1 à 6 tubes, voire plus. Des armatures, permettant une répartition régulière des efforts de serrage sur les logements des tubes, sont intégrées par vulcanisation. Des douilles pour le guidage des vis et le positionnement des armatures sont emboîtées. Le long de l'alésage, la zone de fixation des tubes présente des rainures circumférentielles qui servent à modifier la raideur pour les faibles amplitudes vibratoires. Les dépôts axiaux doivent rester faibles.

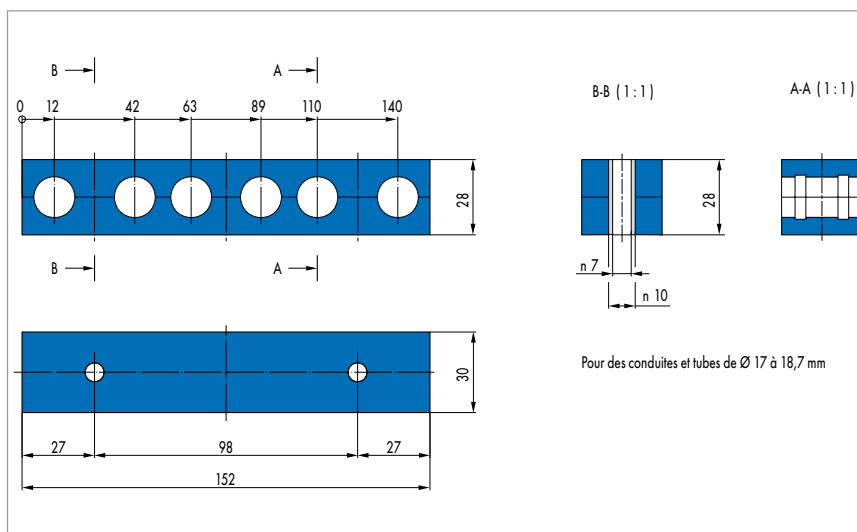


Fig. 2 Schéma dimensionnel du type 039 18 775

### Assemblage & Montage

- Les blocs d'assemblage sont équipés pour un assemblage vissé
- Il faut veiller à ce que les deux éléments du support soient bien en contact
- La présence de fluides sur les surfaces de montage n'est pas admise. Des copeaux métalliques ou des arêtes vives / cailloux ne sont admis ni dans la zone de montage ni entre les parties élastomères ni entre les parties élastomères et les armatures
- Pour les blocs pour plusieurs tubes, il faut s'assurer que toutes les vis sont présentes
- Toute accumulation de chaleur provoquée par des couvertures ou des éléments similaires doit être évitée
- Il faut veiller à ce que la précontrainte de serrage soit régulière.

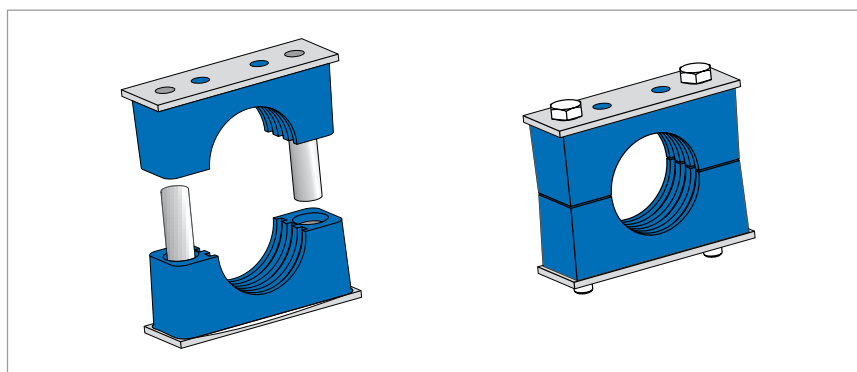


Fig. 3 Montage du type 038 18 7777

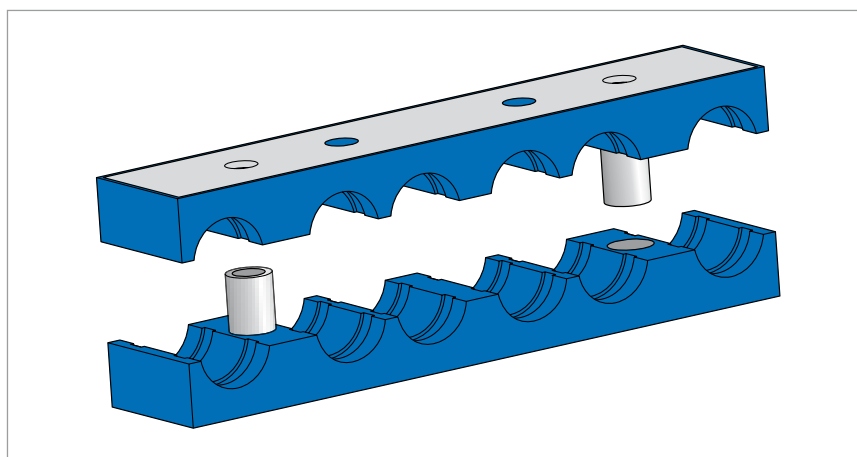


Fig. 4 Montage du type 039 18 776 HD

## Roue adhésivée pour chaînes

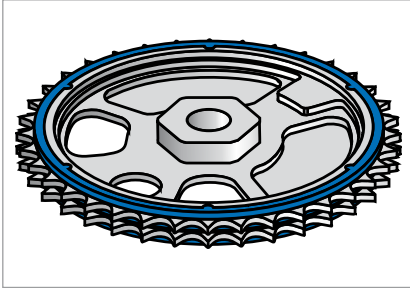


Fig. 1 Roue adhésivée pour chaînes

### Description

Dans les moteurs, on utilise, en partie, des pignons ou des roues dentées pour l'entraînement du vilebrequin, de l'arbre à cames et des organes secondaires. L'entraînement par chaîne présente l'avantage d'une longue durée de vie et d'un entretien réduit. Mais les systèmes d'entraînement par chaîne provoquent souvent des bruits relativement élevés. Pour cette raison, Simrit a mis au point des roues dentées adhésivées en acier ou en matière frittée pour les entraînements par chaînes tournant à vitesse élevée. Des pistes définies en élastomère, adhésivées sur les deux faces des couronnes dentées réduisent le bruit. L'effet d'amortissement est obtenu par le fait que la chaîne touche l'élastomère avant d'atteindre le fond de la gorge. Des bruits provoqués par les vibrations de la chaîne sont ainsi amortis avec succès.

### Avantages

- Constructions d'une durée de vie prolongée avec une excellente résistance à l'abrasion et un fonctionnement silencieux de la chaîne grâce à une grande expertise en pièces composites en élastomère et grâce à des élastomères HNBR spécialement mis au point à cet effet
- Réduction sensible du bruit d'environ 1 à 3 dB (A) pour des vitesses moyennes.

### Application

- Moteurs avec entraînement par chaîne
- Roues dentées en acier ou matière frittée pour des entraînements par chaînes tournant à vitesse élevée.

### Matériau

Elastomère	HNBR
Roue	Acier

### Conditions d'utilisation

Fluides	Huile moteur
Température	-25 à +140 °C

### Indications

- Articles non standard
- La représentation du produit est donnée à titre d'exemple
- Des articles spécifiques peuvent être livrés sur demande.

## Poulie avec revêtement élastomère

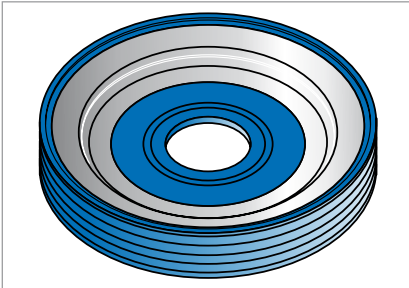


Fig. 1 Poulie avec revêtement élastomère

### Description

La poulie avec gorge revêtue d'élastomère est utilisée pour amortir les vibrations et les bruits. Dans les motos, on utilise en partie des poulies et des courroies pour la transmission de puissance. Dans certaines plages de vitesses, ces poulies se mettent à vibrer provoquant ainsi des bruits. Pour résoudre ce problème, Simrit a développé une poulie avec une partie élastomère optimisée et surmoulée. Les vibrations de la poulie sont ainsi amorties et les bruits minimisés.

### Avantages

- Longue durée de vie grâce à une grande expertise des pièces composées en élastomère et grâce aux élastomères HNBR élaborés spécialement à cet effet.
- Réduction importante des vibrations et des bruits.

### Application

- Entraînement par pignons droits des organes secondaires des moteurs Diesel, pignon droit d'un compresseur d'air
- Moteurs pour engins de Travaux Publics et machines agricoles.

### Matériau

Elastomère	HNBR
Poulie	Acier

### Conditions d'utilisation

Fluides	Huile moteur
Température	-25 à +140 °C

### Indications

- Articles non standard
- La représentation du produit est donnée à titre d'exemple
- Des articles spécifiques peuvent être livrés sur demande.

## Roue découplée pour chaînes

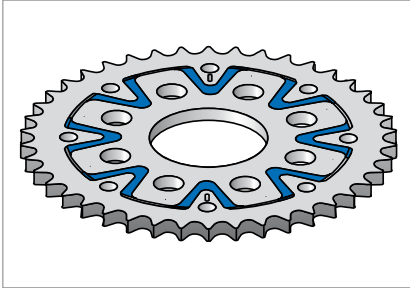


Fig. 1 Roue découplée pour chaînes

### Description

Dans le moteur, on utilise parfois des pignons ou des roues dentées pour l'entraînement du vilebrequin, de l'arbre à cames et des organes secondaires. Dans le cas d'un entraînement par chaîne, la cinétique denture - chaîne s'apparente à celle d'un train de pignons. Les éléments de la chaîne s'insèrent dans les entre-dents de sorte que les deux flancs soient en contact.

L'entraînement par chaîne dentée provoque des vibrations lorsque la chaîne est détendue. Simrit a mis au point, pour ce cas, une roue de renvoi qui, par l'intégration d'élastomère entre la partie intérieure fixée sur l'arbre et la roue dentée extérieure, permet un découplage vibratoire de l'arbre par rapport à la couronne dentée. Les vibrations et les bruits sont ainsi fortement réduits. L'élastomère étant incompressible, une transmission de force fiable reste assurée.

### Avantages

- Réduction importante des bruits d'environ 1 à 3dB (A)
- Longue durée de vie grâce à une grande expertise au niveau des pièces composites en élastomère et grâce aux élastomères HNBR élaborés spécialement à cet effet.

### Application

- Roue de renvoi pour l'entraînement par chaîne d'un moteur Diesel
- Roues dentées en acier ou en matières frittées pour l'entraînement par chaîne à vitesses élevées
- Gros et moyens moteurs Diesel avec entraînement par roue / pignon droit pour engins de Travaux Publics, tracteurs et autres machines agricoles.

### Matériau

Elastomère	HNBR
Roue	Acier

### Conditions d'utilisation

Fluides	Huile moteur
Température	-25 à +140 °C
Pression	3 bar maxi.

### Indications

- Articles non standard
- La représentation du produit est donnée à titre d'exemple
- Des articles spécifiques peuvent être livrés sur demande.

## Pignon droit découplé

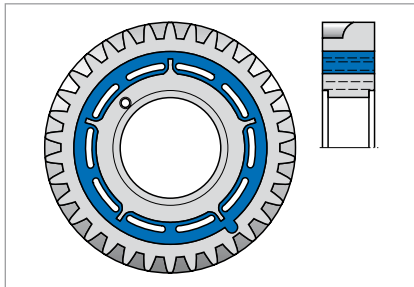


Fig. 1 Pignon droit découplé

### Description

Les pignons droits sont utilisés pour la commande de l'arbre à cames et les organes secondaires dans les moteurs Diesel. Ces organes secondaires sont notamment à l'origine de vibrations indésirables qui provoquent des bruits et gênent le fonctionnement régulier du moteur. Solution : les pignons droits sont isolés sur le plan radial, reliés par un élément en élastomère et donc découplés. Les vibrations et les bruits sont ainsi fortement réduits.

### Avantages

- Réduction du bruit d'environ 1 à 3 dB (A)
- Longue durée de vie grâce à une grande expertise au niveau des pièces composites en élastomère et grâce aux élastomères HNBR élaborés spécialement à cet effet.

### Application

- Pignons pour engrenages droits
- Pignons pour arbres à cames
- Gros et moyens moteurs Diesel avec engrenage droit pour machines de Travaux Publics, tracteurs et autres machines agricoles.

### Matériau

Elastomère	HNBR
Pignon droit	Acier

### Conditions d'utilisation

Fluides	Huile moteur
Température	-25 à +140 °C
Pression	3 bar maxi.

### Indications

- Articles non standard
- La représentation du produit est donnée à titre d'exemple
- Des articles spécifiques peuvent être livrés sur demande.

## Éléments de découplage

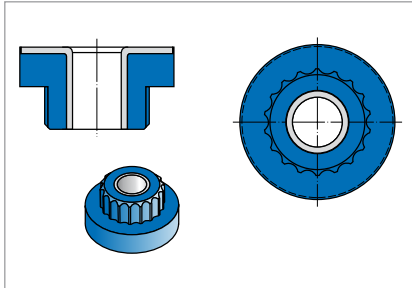


Fig. 1 Éléments de découplage

### Description

Pour réduire les vibrations et les bruits dans le moteur et les organes secondaires, différents éléments de construction en élastomère et métal peuvent être utilisés. Ceux-ci permettent, entre autres, d'assurer la suspension élastique et l'étanchéité des composants métalliques dans les bacs à huile et les caches-culbuteurs, sur le bloc moteur et sur les soupapes d'injection. Un exemple concret est la commande du moteur sur des véhicules utilitaires, qui est fixée avec des vis sur le véhicule. Dans ce cas, des pièces composites en élastomère sont utilisées pour assurer le découplage vibratoire élastique.

### Avantages

- Découplage vibratoire et acoustique
- Réduction du nombre de composants par l'utilisation de pièces composites en élastomère
- Conception spécifique possible grâce à la vaste gamme d'élastomères.

### Application

- Suspension élastique et étanchéité de composants métalliques dans les bacs à huile, les cache-culbuteurs sur le bloc moteur et sur les soupapes d'injection
- Fixation de la commande du moteur (électronique)
- Moteurs et organes secondaires pour engins de Travaux Publics, tracteurs et autres machines agricoles.

### Matériau

Pièce composite en métal et élastomère (avec / sans adhérisation)

<b>Elastomère</b>	VMQ de faible dureté (Shore)
<b>Support</b>	Acier

### Conditions d'utilisation

<b>Fluides</b>	Huile moteur, projections d'eau
<b>Température</b>	-25 à +140 °C

### Indications

- Articles non standard
- La représentation du produit est donnée à titre d'exemple
- Des articles spécifiques peuvent être livrés sur demande.

[www.simrit.com](http://www.simrit.com)

**simrit**<sup>®</sup>