

Les Pages Jaunes d'Enerpac



Pages Jaunes d'Enerpac

pour

mieux comprendre l'hydraulique !

Si le choix d'équipements hydrauliques ne fait pas partie de votre routine journalière, vous apprécierez ces pages.

Les 'Pages Jaunes' sont conçues pour vous aider à bénéficier de la technologie hydraulique. Elles vous aideront à mieux comprendre les bases de l'hydraulique et les montages ainsi que les techniques hydrauliques les plus couramment utilisées. Mieux vous choisirez votre équipement, plus vous apprécierez l'hydraulique.

Prenez le temps de parcourir ces 'Pages Jaunes', vous bénéficierez encore plus des systèmes de bridage hydraulique et mécanique Enerpac.



www.enerpac.fr

Consultez notre site web pour la « Global Lifetime Warranty » ou contactez un centre de service agréé



Palettisation

Flexible Machining Systems

136 - 137

Enerpac répond à plusieurs normes de qualité. Ces normes sont conformes à celles qui sont exigées pour la gestion des affaires et de l'administration, pour le développement des produits et la fabrication.

Dans sa poursuite continue de l'excellence, Enerpac a beaucoup travaillé pour obtenir la certification ISO 9001.

Agréées UL

Tous les composants électriques utilisés avec les produits Enerpac sont, lorsque cela est possible, agréés UL.

Canadian Standards Association



Les ensembles motopompes électriques Enerpac répondent aux exigences pour l'étude, l'assemblage et les essais de la Canadian Standards Association, lorsque cela est spécifié.

Index

▼ page

Instructions pour la sécurité

114 - 115

Hydraulique de base

116 - 117

Base du montage

118 - 121

Technologie du bridage

122 - 125

Garantie mondiale / Responsabilité

126

Facteurs de conversion

127

Symboles hydrauliques

127 - 131

Technologie des valves

132 - 135

Critères pour la conception des produits

Tous les composants hydrauliques sont étudiés et testés pour être utilisés en toute sécurité à une pression maximale de 350 bars, sauf si spécifié autrement.

Directive EMC 89/336/EEC

Lorsque cela est spécifié, les motopompes électriques Enerpac répondent aux exigences pour la compatibilité électromagnétique de la directive EMC 89/336/EEC.

Garantie mondiale



Tous les produits Enerpac sont garantis contre tous défauts de fabrication et de matière aussi longtemps que vous les détenez. Remplacez les pièces usées ou endommagées par des pièces Enerpac d'origine. Elles sont conçues pour un montage facile et pour résister aux charges nominales.

Marquage et conformité CE.



Enerpac délivre une déclaration de conformité et un marquage CE pour les produits conformes aux directives de la Communauté Européenne.



Instructions pour la sécurité *Utilisation correcte de la puissance hydraulique*



Le bridage hydraulique peut améliorer l'efficacité de votre atelier d'usinage en diminuant les temps de montage. Il peut aussi améliorer la production d'une autre manière, en réduisant le temps perdu suite aux blessures que le bridage manuel peut occasionner.

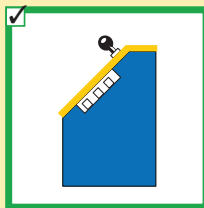
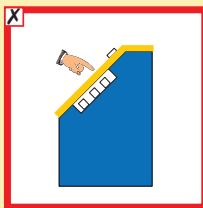
Bien que l'hydraulique apporte une plus grande sécurité sur le plateau d'usinage, les opérateurs doivent pourtant respecter certaines pratiques faisant appel au bon sens. Nous attirons votre attention sur quelques points que le simple bon sens nous commande de faire ou de ne pas faire, et qui concernent pratiquement tous les produits hydrauliques Enerpac.

Les dessins et les photographies d'applications ayant pour objet les produits Enerpac qui figurent dans ce catalogue, montrent comment certains de nos clients ont utilisé l'hydraulique dans l'industrie. En réalisant des systèmes similaires, il faut veiller à sélectionner des composants appropriés qui garantissent la sécurité du fonctionnement et répondent à vos besoins.

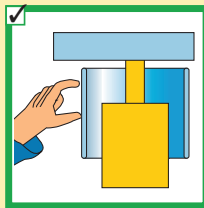
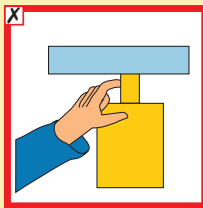
Vérifiez si toutes les mesures ont été prises pour éviter que votre application ou votre système ne puissent provoquer des blessures ou des dégâts.

Enerpac ne peut être tenu pour responsable des dégâts et des blessures causés par une utilisation, une maintenance ou une application dangereuse de ses produits. Prenez contact avec Enerpac ou un de ses distributeurs pour une information complémentaire en cas de doute concernant les mesures à prendre pour garantir la sécurité du système que vous concevez ou que vous installez.

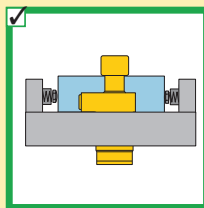
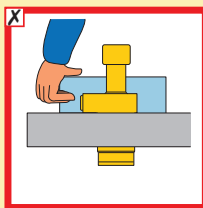
D'autre part, chaque produit Enerpac est livré accompagné de conseils spécifiques pour la sécurité. Lisez-les soigneusement.



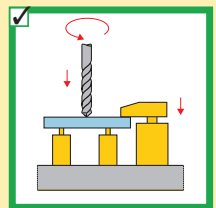
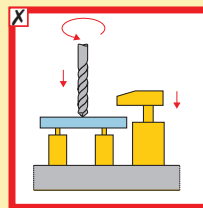
Prenez les mesures préventives nécessaires pour empêcher l'activation accidentelle des postes de commande des systèmes de bridage reliés à une source de puissance.



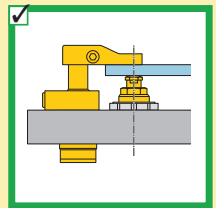
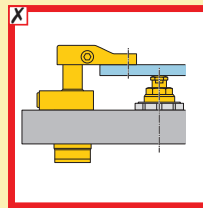
Pour éviter de se blesser, il est conseillé de se tenir à une distance de sécurité des éléments du bridage et de la pièce à usiner.



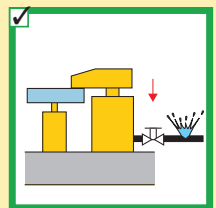
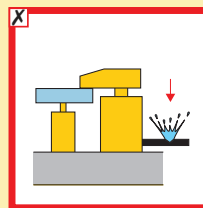
Utilisez un dispositif mécanique, et non les doigts, pour maintenir une pièce jusqu'à ce que le système hydraulique soit activé.



Les dispositifs de bridage doivent être actionnés avant que la broche principale ne puisse être mise en marche.



Ne pas appliquer de charges décentrées. La force de bridage doit s'appliquer directement au-dessus du point support.

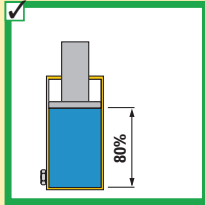
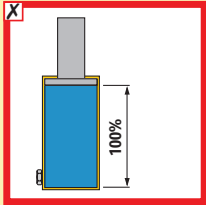


Installez des clapets antiretour pour maintenir la pression hydraulique dans le dispositif de bridage pour pallier une éventuelle perte de pression dans la ligne d'alimentation.

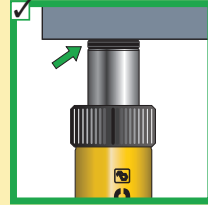
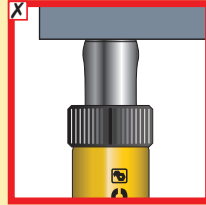
Vérins pivotants
 Vérins antivibrations
 Vérins linéaires
 Centrales hydrauliques
 Valves
 Composants du système
 Pages Jaunes

Utilisation correcte de la puissance hydraulique

Instructions pour la sécurité



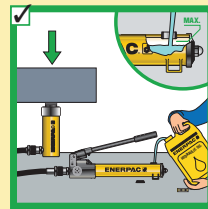
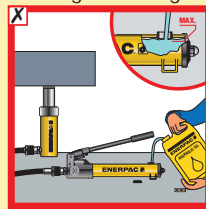
Ne pas utiliser les vérins au-delà de la course et de la pression nominales. N'employez que 80 % de la course utilisable.



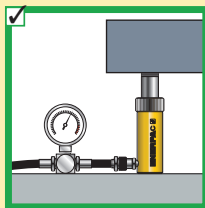
Utilisez des têtes ou des boutons de contact pour éviter de détériorer l'extrémité de la tige du vérin. Les têtes distribuent de façon égale la charge sur la tige.



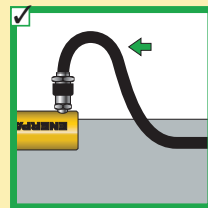
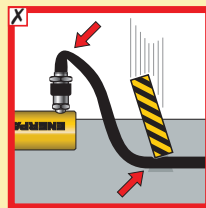
Maintenir les équipements hydrauliques éloignés des flammes et des températures supérieures à 65 °C.



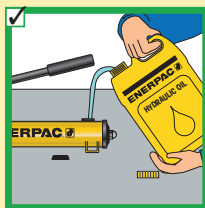
Ne remplissez le réservoir de la pompe que jusqu'au niveau conseillé. N'effectuez le remplissage que lorsque les vérins raccordés sont complètement rétractés.



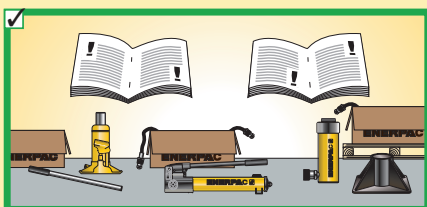
N'augmentez pas la pression réglée en usine de la valve de limitation de pression. Utilisez toujours un manomètre pour vérifier la pression du système.



Ne pas plier les flexibles. Le rayon de courbure doit toujours être au minimum égal à 115 mm. Ne pas rouler ou jeter des objets lourds sur les flexibles. Utilisez des tubes haute pression pour les applications à cycles élevés.



Utilisez l'huile d'origine Enerpac. Un fluide inadapté détruira les joints et la pompe, et annulera la garantie.



Toujours lire les instructions et les avertissements pour la sécurité qui accompagnent votre équipement hydraulique Enerpac.



www.enerpac.fr

Pour en savoir plus sur l'hydraulique et les configurations de nos systèmes, visitez notre site web.

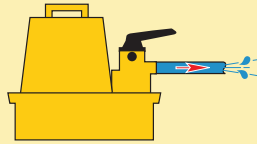


Hydraulique de base *A connaître*

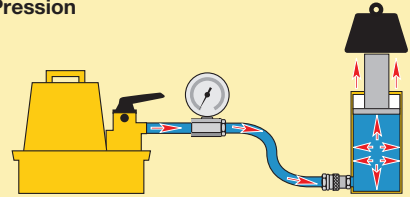
Débit d'huile

Une pompe hydraulique délivre un débit d'huile. Le débit est la quantité d'huile sortant de la pompe en un temps donné.

Débit d'huile



Pression



Pression

Une pression se développe lorsque le débit rencontre une résistance.

Loi de Pascal

La pression appliquée à n'importe quel point d'un liquide confiné est transmise dans toutes les directions sans perdre de son intensité (fig. 1). Ce qui signifie que si plus d'un vérin est utilisé, chaque vérin tirera ou poussera avec la force qu'il peut développer, suivant sa capacité propre, et qui dépend de la force nécessaire pour déplacer la charge au point où il agit (Fig. 2).

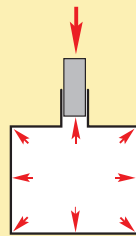


Figure 1

Si les vérins ont la même capacité, les vérins les moins chargés bougeront d'abord, et les vérins les plus chargés bougeront en dernier lieu (charge A).

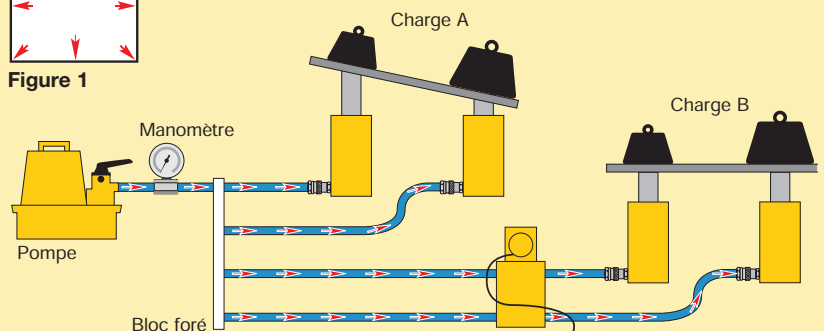


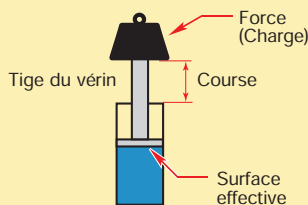
Figure 2

Valve pour le contrôle du débit, pour un bridage uniforme de la pièce à usiner.

Pour que tous les vérins travaillent uniformément, de façon à ce qu'à chaque point la charge soit poussée ou tirée à la même vitesse (charge B), il faut ajouter des valves de contrôle du débit (voir la section Valves) au système.

Force

La force que peut développer un vérin hydraulique est égale à la pression hydraulique multipliée par la « surface effective » du vérin (voir le tableau pour la sélection des vérins).



Force	=	Pression de travail hydraulique	x	Surface effective du vérin
F	=	P	x	A

Utilisez la formule **F = P x A** pour déterminer soit la force, la pression ou la surface effective lorsque deux des variables sont connues.

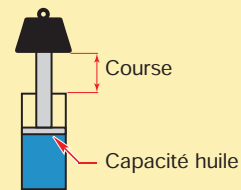
Vérins pivotants
 Vérins antivibrations
 Vérins linéaires
 Centrales hydrauliques
 Valves
 Composants du système
 Pages Jaunes

A connaître **Hydraulique de base**

Capacité d'huile du vérin

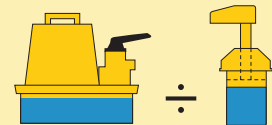
Le volume d'huile contenu dans un vérin (capacité d'huile du vérin) est égal à la surface effective de ce vérin multipliée par sa course.

$$\text{Capacité d'huile du vérin (cm}^3\text{)} = \text{Surface effective du vérin (cm}^2\text{)} \times \text{Course du vérin (cm)}$$


Capacité d'huile utilisable

La quantité d'huile hydraulique qui peut être prélevée dans le réservoir pour actionner un ou plusieurs vérins.

$$\text{Capacité huile utilisable de la pompe (cm}^3\text{)} = \text{Capacité d'huile du vérin (cm}^3\text{)} \times \text{Nombre total de vérins}$$


Vitesse de la tige du vérin

La vitesse de la tige du vérin se calcule en divisant le débit de la pompe par la surface effective du vérin.

$$\text{Vitesse de bridage du vérin (mm/sec)} = \frac{\text{Débit de la pompe (cm}^3\text{/min)}}{\text{Surface effective du vérin (cm}^2\text{)}} \times \frac{10}{60}$$

Joints

Plusieurs types de joints sont utilisés dans nos composants hydrauliques.

Joints toriques, joints à lèvres, joints Quad-ring et T-ring pour l'étanchéité statique et dynamique des tiges, des pistons et des racleurs. Les matériaux composites utilisés le plus fréquemment sont le buna-N (caoutchouc nitrile) et le polyuréthane ; ils offrent les meilleures performances et une bonne longévité dans la plupart des applications.

Plusieurs types de joints sont utilisés dans nos composants hydrauliques. Joints toriques, joints à lèvres, joints Quad-ring et T-ring pour l'étanchéité statique et dynamique des tiges, des pistons et des racleurs. Les matériaux composites utilisés le plus fréquemment sont le buna-N (caoutchouc nitrile) et le polyuréthane ; ils offrent les meilleures performances et une bonne longévité dans la plupart des applications.

La chaleur est un facteur crucial pour la longévité du joint, la température maximale ne doit pas dépasser 65° C. C'est également la température maximale pour l'huile hydraulique Enerpac. Au-dessus de 65° C, l'utilisation de joints en viton et de joints d'étanchéité pour température élevée est nécessaire. La température maximale supportée par le viton est beaucoup plus élevée. Cependant le viton est un matériau qui s'use très rapidement. Les joints en viton auront souvent une courte durée de vie due à l'usure par abrasion.

Les liquides de refroidissement pour outils ne sont pas tous compatibles avec les joints Enerpac. Si la plupart le sont, certains liquides de refroidissement peuvent durcir ou ramollir les joints,

ce qui peut permettre aux salissures de pénétrer dans les vérins hydrauliques. La corrosion due aux liquides refroidisseurs à forte teneur en eau peut provoquer de sérieux dégâts. Cela se produit souvent avec les plateaux d'usinage sur lesquels le liquide peut stagner pendant une période prolongée, l'évaporation favorisant sa concentration. Evacuez le liquide refroidisseur du plateau et nettoyez celui-ci après le travail.

Les joints en viton sont une solution immédiate lorsque les joints Enerpac standard sont attaqués par le liquide de refroidissement. Lorsque vous équipez les vérins de joints en viton, il faut également remplacer les joints de la centrale hydraulique par des joints en viton car inévitablement du liquide de refroidissement pénétrera dans le système hydraulique. Consultez le fournisseur du liquide de refroidissement pour vérifier sa compatibilité avec les matériaux utilisés pour les joints. Les fournisseurs de liquides de coupe vous procureront un livret indiquant la compatibilité de leurs fluides. Si des problèmes se présentent après une utilisation satisfaisante dans le passé, ou si les problèmes perdurent, contactez Enerpac.



Montage de base

Les quatre étapes essentielles

Assembler un système de bridage approprié pour un usinage de production se fait le mieux en observant les étapes de base suivantes – trois concernent la sélection des composants, une le raccordement de ceux-ci.

Etape 1

Le facteur le plus important dans tout système de bridage est la sélection du vérin qui convient, déterminée par la forme et la taille de la pièce à usiner et par le processus d'usinage. Enerpac offre une gamme exceptionnellement large de vérins pour outillages de production – une grande diversité de types, de courses et de forces.

Vérins de positionnement et de poussée, pour positionner la pièce à usiner et pour la bloquer fermement en position par poussée.

Vérins de traction vers le bas, pour fixer fermement la pièce positionnée sur le plateau ou la table d'usinage. La gamme des vérins pivotants et des crampons plaqueurs Enerpac répond à toutes les exigences pour traction vers le bas.

Vérins de traction, lorsque la forme de la pièce à usiner ou le plateau d'usinage réclament un bridage par des forces exercées en traction; ces vérins avec retour hydraulique ou par ressort répondent à des besoins spécifiques.

Vérins antivibrations, conçus pour supporter avec précision la pièce à usiner dans le plan prescrit pendant l'opération d'usinage; ces vérins support éliminent les vibrations et les distorsions.

Etape 2

Choisir la force et la course du vérin, le fonctionnement simple ou double effet. Le choix de la force et de la course dépend largement de la taille et de la forme de la pièce à usiner et des opérations d'usinage à exécuter. Un autre facteur à considérer est l'espace de travail ou les dégagements disponibles autour de l'outil, du plateau ou de la table d'usinage. Lorsqu'une opération d'usinage nécessite un retour hydraulique de la tige du vérin, il faut choisir des vérins double effet. Lorsqu'un retour par ressort est suffisant le vérin simple effet convient; les deux exécutions peuvent être combinées.

Etape 3

Sélectionner la centrale hydraulique. Pour un système de bridage hydraulique, la centrale hydraulique peut correspondre exactement aux exigences. La gamme des pompes Enerpac offre un large choix de tailles et de capacités, et de configurations avec entraînement par air comprimé ou électrique.

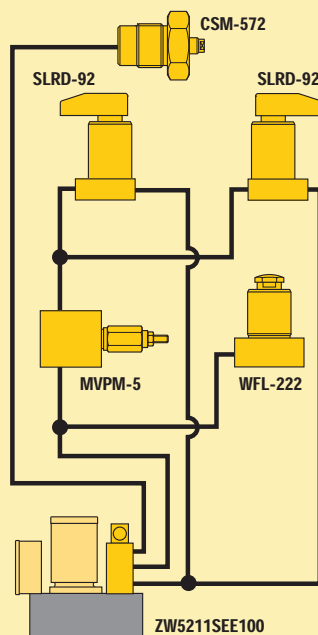
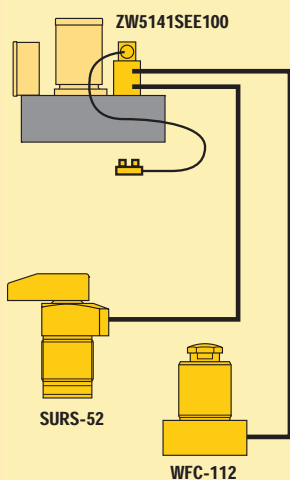
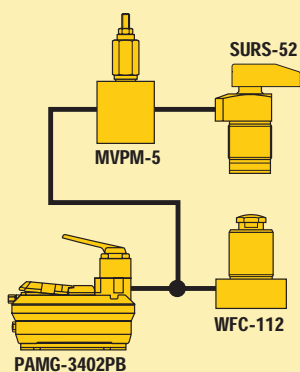
Etape 4

Raccorder le système. Assembler votre système de bridage pour assurer son fonctionnement signifie raccorder la pompe aux diverses valves de contrôle et aux vérins par l'intermédiaire d'un circuit composé de flexibles et/ou tubes, raccords, manomètres et autres accessoires.

Par exemple, deux vérins pivotants et vérins antivibrations travaillant en séquence, activés par une pompe hydraulique à entraînement électrique, nécessitent les composants suivants:

1. Pompe pour bridage ZW5
2. Adaptateur pour manomètre GA
3. Manomètre G
4. Flexibles H
5. Raccords FZ
6. Vérins pivotants SU
7. Vérins antivibrations WFC
8. Valves de séquence MVPM-5

Sélectionnez tous ces composants dans les sections qui leur sont consacrées dans ce catalogue.



Vérins pivotants et vérins antivibrations

Sur les plateaux d'usinage, l'utilisation combinée de vérins de bridage et de vérins antivibrations est devenue indispensable

Les vérins pivotants sont des composants essentiels pour le bridage lorsque le chargement et le déchargement de la pièce doivent pouvoir s'effectuer sans problème. Enerpac dispose de la gamme de vérins pivotants compacts la plus complète, spécialement destinés au bridage.

Les vérins antivibrations sont très utilisés pour supporter les points critiques des pièces à usiner, pour les empêcher de fléchir et/ou de vibrer pendant le processus d'usinage. Par conséquent, ils minimisent la déflexion de la pièce, améliorant sa qualité et garantissant une répétitivité de haut niveau.

La combinaison vérins pivotants et vérins antivibrations permet un gain de temps substantiel et une amélioration de la qualité des travaux exécutés sur les machines-outils.

Longueur et force de bridage du bras de bridage:

La pression de travail maximale, la force de bridage et la longueur du bras de bridage détermineront la taille du vérin pivotant. La pression de travail active est fonction de la longueur du bras et de la force de bridage.

Forces de support

Lors de la conception d'un plateau d'usinage, plusieurs caractéristiques des vérins pivotants et des vérins antivibrations doivent être prises en compte. Déterminer la force de support nécessaire, donc la taille du vérin antivibrations, est critique. En principe, le vérin antivibrations doit supporter deux types de forces:

- les forces de bridage
- les forces d'usinage (y compris les forces que peuvent générer les vibrations)

Forces de bridage

En pratique, de façon empirique, la force appliquée sur le vérin antivibrations ne devrait pas excéder 50 % de sa capacité à une pression donnée. Dans de nombreuses applications, ceci est

Longueur maximale du bras de bridage

La longueur maximale du bras de bridage d'un vérin pivotant d'une taille donnée est limitée. Cette limitation est due au moment de flexion agissant sur le plongeur du vérin. Le moment de flexion agissant sur le plongeur est fonction de la force de bridage active et de la longueur du bras de bridage. Ne jamais dépasser la pression maximale ou le débit autorisé pour chaque longueur de bras de bridage. Un poids excessif limitera le débit.

Forces de bridage actives

Il est important de connaître la force de bridage active. Du fait des pertes par friction, la force de bridage active est réduite et représente 40 à 95 % des valeurs théoriques. Le vérin pivotant unique et le bras de bridage breveté d'Enerpac garantissent les pertes par friction les plus basses et la conception de bridage la plus efficace actuellement disponible sur le marché.

La longueur du bras standard d'un vérin pivotant simple effet, associée à la force de bridage, soumet le plongeur du vérin à un moment de flexion. Une augmentation de la friction résultera de ce moment de flexion. Plus la force de bridage théorique est élevée, plus grande est la friction et donc aussi la perte subie par la force de bridage active. La force de bridage active n'est pas que le produit de la pression et de la surface effective du vérin.

Pour connaître la force active avec une pression réduite, nous vous invitons à télécharger notre Outil de sélection de vérins pivotants sur notre site Internet www.enerpac.com.

suffisant pour absorber les forces additionnelles comme celles développées par l'usinage. Ce facteur de sécurité de 2 à 1 peut passer de 4 à 1 en cas de vibrations importantes ou de coupe discontinue.

Le diagramme pression/force, dans les pages de sélection du produit de ce catalogue, permet une sélection rapide de la combinaison correcte vérin pivotant et vérin antivibrations.

Le rapport force de bridage/force support recommandé peut se trouver en sélectionnant la taille adéquate des composants de bridage et/ou en faisant fonctionner le vérin pivotant et le vérin antivibrations à différentes pressions, par exemple le vérin antivibrations travaillera à la pression maximale tandis que le vérin pivotant travaillera avec une pression réduite.

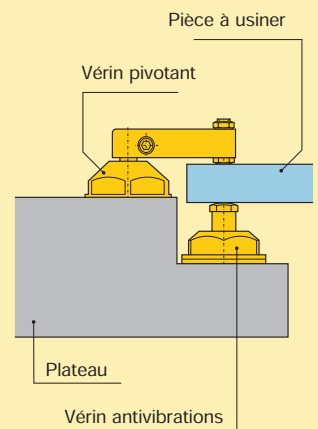


Figure 1
Utilisation combinée vérin de bridage et vérin antivibrations.



Téléchargez **Outil de sélection de vérins pivotants.**

La taille du vérin pivotant que vous pouvez utiliser dépend de la force requise par le bras de bridage et de sa longueur. Cet outil vous permet de déterminer, sur base des données et du type de vérin mentionnés ci-dessus, quelle taille de vérin convient.



Montage de base

Vérins pivotants et vérins antivibrations

Point de contact



Figure 2

Pour obtenir les meilleurs résultats de bridage et de répétitivité, la direction de la force de bridage doit s'exercer dans l'axe de la tige du vérin antivibrations. Il faut éviter qu'une charge latérale agisse sur le vérin antivibrations pour que la fonction qu'il assure soit fiable et sûre (Figure 2).

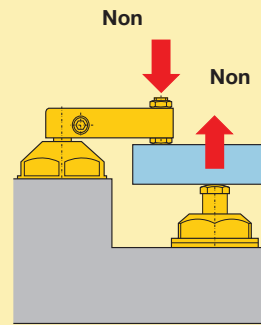


Figure 3

Un décentrage de la force de bridage provoquera la flexion de la pièce à usiner et une déflexion incontrôlée (Figure 3).

Exigences hydrauliques

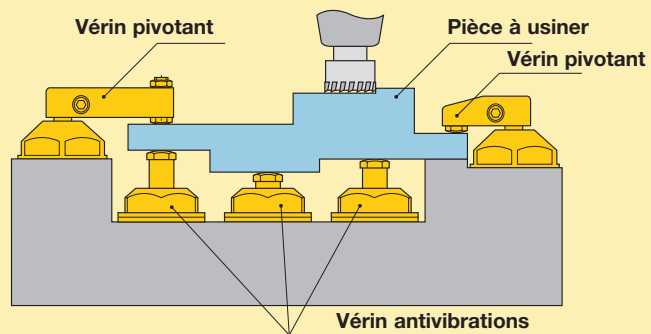


Figure 4

Les vérins pivotants et les vérins antivibrations à avance hydraulique sont très sensibles au volume du débit d'huile.

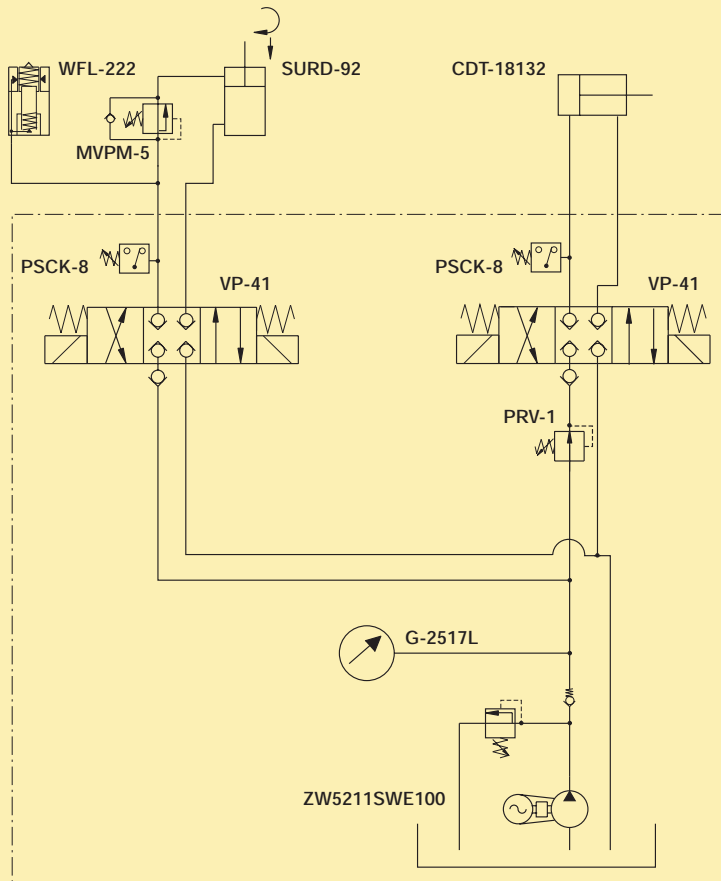
Pour un fonctionnement sûr et fiable de ces composants, le débit d'huile maximal indiqué dans les pages de ce catalogue et dans la documentation ne doit pas être dépassé. Lorsque le débit risque d'être trop élevé, l'utilisation de valves de contrôle du débit est conseillée pour régler celui-ci.

Pendant la séquence de bridage, il faut s'assurer que les vérins antivibrations ne travailleront qu'après que la pièce à usiner se trouve fermement positionnée et maintenue contre les pieds de positionnement et les repères. Quoi qu'il en soit, si le vérin bride directement au-dessus du vérin antivibrations, ce dernier doit être mis sous pression avant l'opération de bridage par le vérin. Ce qui peut se faire en utilisant une valve de séquence.

Vérins pivotants
 Vérins antivibrations
 Vérins linéaires
 Centrales hydrauliques
 Valves
 Composants du système
 Pages Jaunes



Exigences hydrauliques (suite)



- WFL-222 Vérin antivibration
- SURD-92 Vérin pivotant
- CDT-18132 Vérin pour le positionnement
- MVPM-5 Valve de séquence
- ZW5211SWE100 Pompe avec:
- VP-41 Electro-distributeur
- PSCK-8 Pressostat
- PRV-1 Valve de pression réglable
- G-2517L Manomètre

Figure 5

Pour les parties en porte-à-faux de la pièce à usiner, qui doivent être supportées, la suite recommandée pour les séquences devrait être la suivante (Figure 5):

1. Positionnement de la pièce à usiner
2. Commande des vérins antivibrations
3. Bridage de la partie en porte-à-faux contre le vérin antivibrations.



Technologie du bridage

Vérins pivotants
Vérins antivibrations

Vérins linéaires

Centrales
hydrauliques

Valves

Composants
du système

Pages Jaunes

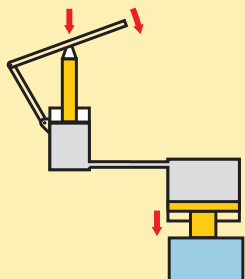


Figure 1: Principe de fonctionnement d'un dispositif de bridage hydraulique.

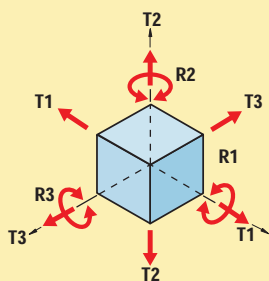


Figure 2: Corps à trois dimensions.

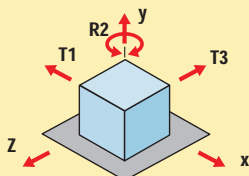


Figure 3a: Trois degrés de liberté.

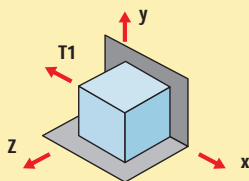


Figure 3b: Un degré de liberté.

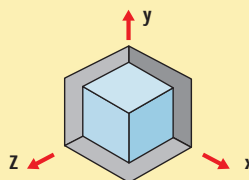


Figure 3c: Zéro degré de liberté.

1 Principes de base

1.1 Dispositif de bridage hydraulique simple (Figure 1).

1.2 Termes et définitions

1.2.1 Tige du vérin de bridage.
C'est elle qui applique la force de bridage sur la pièce à usiner.

4.3.1 Pièce à usiner.
La pièce qui doit être maintenue en place.

1.2.3 Piston.
Pièce qui met le fluide hydraulique sous pression.

1.2.4 Fluide hydraulique.
Fluide utilisé pour transmettre la pression créée en appliquant une force sur le piston.

1.3 Processus du bridage hydraulique

Un processus de bridage hydraulique consiste à utiliser les forces créées par un dispositif de bridage hydraulique pour maintenir une pièce à usiner. Un système de bridage hydraulique comprend les composants représentés dans la figure 1, laquelle montre la disposition de base et le principe de fonctionnement de l'ensemble avec un fluide hydraulique.

Tout dispositif de cet ordre, utilisant un fluide hydraulique pour une opération de bridage, peut être appelé système de bridage hydraulique. La pression de travail véhiculée par le fluide hydraulique dans le système de bridage peut atteindre un maximum de 350 bars, permettant l'application d'une force de bridage considérable, même en utilisant des vérins de bridage compacts.

Bien conçu et bien réglé, un dispositif de bridage hydraulique empêche la pièce à usiner de bouger (glisser, subir une torsion, etc.) quand les forces d'usinage ou autres sont appliquées, et évite une déformation permanente inattendue de la pièce à usiner.

2 Installation de dispositifs de bridage hydraulique.

2.1 Positionnement, bridage et support des pièces à usiner.

2.1.1 Positionnement d'un corps

Le terme « positionnement » se réfère au processus de positionnement dans le dispositif de bridage de la pièce à usiner, et de son maintien en position pour permettre l'usinage. Seules les pièces correctement maintenues pourront être usinées uniformément aux tolérances spécifiées.

2.1.2 Limitation des degrés de liberté

Le processus de positionnement et de maintien d'une pièce à usiner consiste à « limiter ses degrés de liberté ». N'importe quel mouvement de la pièce à usiner, dans n'importe quelle direction possible, représente un degré de liberté. Une pièce à usiner tridimensionnelle possède par conséquent six degrés de liberté, comme montré dans l'illustration « a » des figures 2 et 3. Ces six degrés de liberté consistent en mouvements de translation « T » dans les directions X, Y et Z, et en mouvements de rotation « R » autour des axes X, Y et Z.

- a. Niveau 1: Trois degrés de liberté.
- b. Niveau 2: Un degré de liberté.
- c. Niveau 3: Zéro degré de liberté.

Les degrés de liberté qu'une pièce donnée ou un corps possède peuvent être réduits en introduisant des plans de référence qui passent par deux axes quels qu'ils soient.

Par exemple, le plan de la figure 3a limite le mouvement à des déplacements dans les directions X et Z et à une rotation autour de l'axe Y. En définissant ce plan fixe, le mouvement de la pièce à usiner peut donc être limité ou restreint à trois degrés de liberté.

En introduisant un second plan de référence, comme illustré figure 3b, deux autres degrés de liberté disparaissent. Ce plan de référence limite les mouvements à une translation dans la direction de l'axe X.

Un troisième plan de référence élimine le troisième degré de liberté comme indiqué dans la figure 3c.

Technologie du bridage



2.1.3 Positionner une pièce à usiner

Comme le positionnement d'une pièce ne nécessite pas l'impossibilité du mouvement dans les six degrés de liberté, les trois techniques de positionnement qui suivent s'utilisent dans la pratique.

Figure 4a: La pièce à usiner est maintenue seulement dans un plan (élimination de trois degrés de liberté).

Figure 4b: La pièce à usiner est maintenue dans deux plans (élimination de cinq degrés de liberté).

Figure 4c: La pièce à usiner est maintenue dans trois plans (élimination de six degrés de liberté).

2.1.4 Éviter un positionnement excessif

- 5a. Pièce à usiner avec plans de positionnement.
- 5b. Pièce à usiner incorrectement positionnée.
- 5c. Pièce à usiner correctement positionnée.

Il y a un positionnement excessif de la pièce à usiner lorsqu'il y a plus d'un plan de positionnement ou point pour chaque degré de liberté donné. Pour éviter la flexion de la nervure b-c pendant l'usinage de la pièce, un troisième plan de référence est introduit (3). L'installation d'une pièce à usiner (6) dans le dispositif de bridage (4) provoque un positionnement excessif. Comme dans ce dispositif la distance entre les plans de positionnement (1) et (3) est constante, la dimension c diffère d'une pièce à usiner à l'autre. Raison pour laquelle ce positionnement excessif occasionne des erreurs d'usinage.

La figure 5c indique comment positionner correctement une pièce à usiner. Pour éviter le basculement de la pièce, le couple « M » transmis de la pièce à usiner (5) au corps à usiner (6) doit être équilibré par un couple antagoniste approprié. Ce couple antagoniste est créé par la force de bridage « F ».

Un positionnement excessif se produit également lorsqu'une pièce à usiner (figure 5) est limitée par de trop nombreux points de positionnement.

L'introduction de plus de trois points de positionnement pour la surface portante, ou de plus de deux points dans le plan du guidage, ou plus d'un point dans le plan du support peut conduire à des mouvements indésirables de la pièce à usiner, et par conséquent influencer négativement la précision du produit fini. Tout point support additionnel doit être ajustable.

Si la pièce à usiner doit être supportée pour éviter la déflexion, tous les autres points portants doivent être définis comme des variables et doivent être déterminés par rapport à la pièce qui est en cours d'usinage.

L'établissement du processus de positionnement est soumis à un certain nombre de principes, des exceptions sont cependant possibles.

- Toujours arranger des points pour le positionnement en tenant compte de l'état de la pièce avant usinage. Choisir en priorité des endroits ayant déjà été usinés.
- Les points de positionnement situés dans le plan de positionnement devraient être éloignés le plus possible les uns des autres.
- Disposer les points de bridage de façon à ce que la position déterminée soit maintenue pendant le bridage.
- Les points de positionnement devraient être alignés avec les points de bridage pour raccourcir les vecteurs de force à l'intérieur de la pièce à usiner. Trois, deux, ou même un seul point de bridage peuvent être utilisés pour brider une pièce à usiner contre le plan de positionnement.
- Les surfaces usinées avec précision ne devraient pas reposer sur des surfaces planes, pour éviter d'avoir un nombre « infini » de points de contact.

3 Bridage

Le terme « bridage » se réfère au maintien ferme et en toute sécurité, à l'aide d'un dispositif de bridage, d'une pièce déjà positionnée pour être usinée. Le positionnement et le bridage peuvent être considérés comme une opération combinée.

Le bridage est invariablement associé à la transmission des forces par l'intermédiaire du dispositif. Le vecteur de force devrait, autant que possible, suivre une ligne droite qui traverse la pièce à usiner et va du point d'application de la force de bridage vers les points supports.

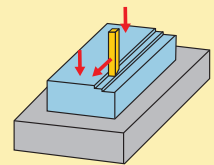


Figure 4a: Appui plan

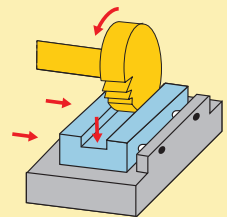


Figure 4b: Appui plan et centrage

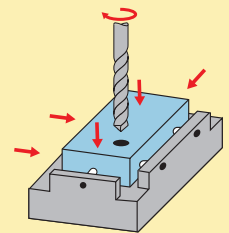


Figure 4c: Appui plan, centrage et butée

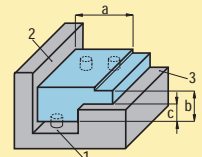


Figure 5a: Pièce à usiner avec plans de positionnement.

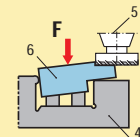


Figure 5b: Pièce à usiner incorrectement positionnée.

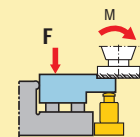


Figure 5c: Pièce à usiner correctement positionnée.



Technologie du bridage

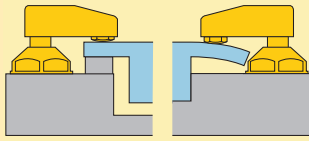


Figure 6: Principes pour la conception d'un bridage.

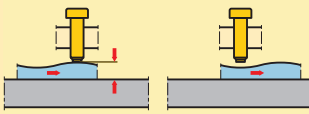


Figure 7: Bridage mécanique.

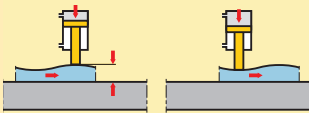


Figure 8: Bridage hydraulique.

Comme pour le positionnement, le bridage est soumis à un certain nombre de principes, des exceptions sont également possibles:

- Garder le vecteur de la force de bridage éloigné de la zone de la pièce à usiner dont les tolérances sont critiques.
- La déformation et le marquage des pièces à usiner, dus aux forces de bridage, devraient être évités ou minimisés.
- Les points de bridage sur la pièce à usiner devraient être choisis de façon que la pièce puisse être usinée sans devoir être rebridée ou, si cela n'est pas possible, avec un minimum d'opérations de rebridage.
- La force de bridage nécessaire doit être estimée approximativement.
- Les dimensions pour le bridage de la pièce à usiner peuvent changer suite à la dilatation thermique et aux vibrations qui résultent de l'usinage.
- La pièce à usiner ne devrait être soumise à une force de bridage que si elle est supportée de façon appropriée par un point support solide, comme illustré dans la figure 6.

Les dimensions des pièces bridées peuvent changer suite aux vibrations et aux effets de la dilatation thermique. Deux types de bridages peuvent compenser ces modifications.

- Le bridage mécanique.
- Le bridage hydraulique.

La figure 7 (bridage mécanique) indique que la tension disparaît lorsque les dimensions de la pièce à usiner changent dans la zone de bridage.

Dans le bridage hydraulique, les éléments de bridage qui fixent la pièce à usiner s'ajustent aux changements tout en maintenant une force de bridage constante. Ceci est illustré figure 8, où une pièce à usiner s'allonge suite à l'augmentation de la température pendant l'usinage.

Le bridage mécanique s'effectue aux moyens des éléments mécaniques suivants:

- Barres de bridage.
- Ressorts de bridage.
- Ecrous de bridage.
- Boulons de bridage (figure 7)

Le bridage se fait par l'intermédiaire:

- D'un élastomère.
- De l'air comprimé (bridage pneumatique).
- D'un liquide (bridage hydraulique).

Les éléments pour le bridage mécanique sont habituellement utilisés pour des dispositifs de bridage simple. Les éléments pour le bridage mécanique peuvent toutefois être modifiés en éléments hydrauliques en installant des vérins entre les éléments mécaniques et la pièce à usiner. De plus, les éléments mécaniques peuvent se combiner avec des éléments hydrauliques.

Le bridage peut s'effectuer de façon erronée et déformer la pièce bridée. Comme ces déformations ne doivent pas influencer sur les fonctions de la pièce à usiner, toutes les techniques de positionnement et de support, ainsi que la meilleure direction de transmission possible de la force de bridage à travers de la pièce, doivent être prises en considération.

Il est recommandé d'estimer les forces de bridage pour éviter des forces excessives et une possible déformation de la pièce à usiner. La déformation de la pièce peut également être évitée en choisissant une forme appropriée (par exemple une sphère) pour le point de contact et les points de positionnement.

Vérins pivotants
Vérins antivibrations
Vérins linéaires
Centrales hydrauliques
Valves
Composants du système
Pages Jaunes

Technologie du bridage

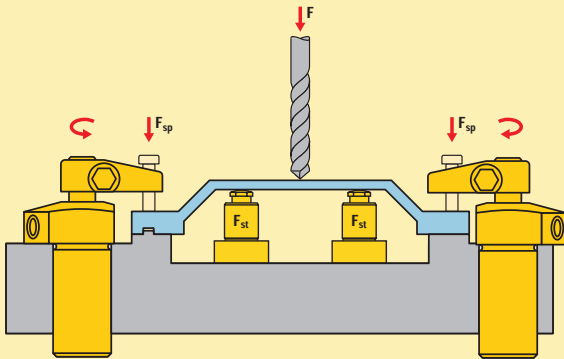


Figure 9: Pièce à usiner supportée

4 Supporter la pièce à usiner

4.1 Pièce à usiner supportée

La pièce à usiner doit être supportée pour assurer de façon fonctionnelle la transmission de la force entre l'outil, la pièce à travailler et le dispositif de bridage, et / ou pour protéger la pièce des déformations (comme la déflexion à des endroits de faible section) qui pourraient être provoquées par les forces d'usinage, les forces gravitationnelles et les forces de bridage. Le support de la pièce à usiner sert aussi à éliminer les suites d'erreurs d'usinage (figure 9).

De plus, la qualité de la surface peut être améliorée et la durée de vie de l'outil prolongée par l'utilisation d'un mécanisme de support optimal. Le positionnement tridimensionnel d'une pièce à usiner, ne devrait cependant pas être défini par son support. Il est précédé par la séquence de réperage et n'est donc pas prioritaire.

4.2 Options pour le support de pièces courbées

- a. Pièce à usiner non bridée.
- b. Pièce à usiner bridée.
- c. Pièce usinée.

Lorsqu'une pièce difforme doit être bridée et maintenue dans les trois plans sans déformation, il est possible d'utiliser une technique faisant appel à des surfaces sphériques qui s'ajustent automatiquement. Dans ce cas, les surfaces portantes, les boulons de réglage, les arrêts et les éléments

réglables verticaux pour supporter et brider, doivent être équipés de surfaces sphériques.

La figure 10 représente deux méthodes de bridage. La figure 10a montre la déformation d'une pièce à usiner provoquée par un bridage conventionnel. Le résultat de cette déformation, c'est que la surface présente une déformation plus prononcée lorsque la pièce est débridée.

Cette déformation, de forme convexe, peut être attribuée au fait que la pièce reprend sa forme déformée originale (c) dès que la pression de bridage est relâchée.

Les points de bridage de la figure 10b sont de forme sphérique, et peuvent de ce fait s'adapter dans une large mesure aux courbes de la pièce à usiner (b). D'où une surface à usiner plane, la pièce n'étant soumise qu'à de possibles tensions internes que l'usinage peut libérer.

4.3 Détermination de la force de bridage

Il est important de s'assurer que la pièce serrée dans le dispositif de bridage ne puisse changer de position sous l'effet de la force de bridage et de l'action subséquente de la force de coupe. Ce risque peut être minimisé en appliquant la force de bridage sur la solide surface portante du dispositif (figure 11).

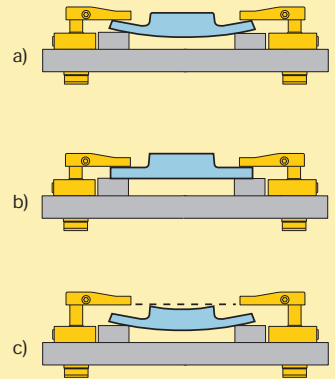


Figure 10a : Déformation provoquée par un bridage conventionnel.

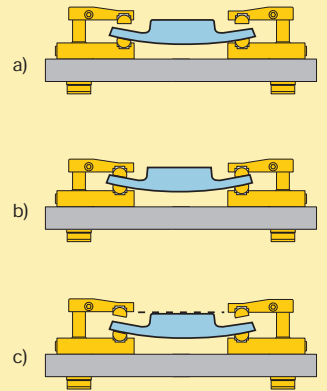


Figure 10b: Déformation éliminée par l'utilisation de supports sphériques.

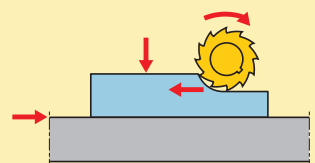


Figure 11: Approximation de la force de bridage.



Responsabilité / Garantie mondiale

Bien que la préparation de ce catalogue ait fait l'objet de tous nos soins, et que les données qu'il contient aient été jugées exactes au moment de la mise à l'impression, Enerpac se réserve le droit de modifier les spécifications de n'importe quel produit, ou d'arrêter sa production, sans préavis. Toutes les illustrations, performances, poids et dimensions, reflètent les valeurs nominales des produits. De légères variations peuvent se présenter, dues aux tolérances de fabrication. Consultez Enerpac, lorsque les dimensions définitives constituent un obstacle.

Les illustrations et les calculs sont donnés à titre de référence. Enerpac ne prend aucune responsabilité pour les calculs figurant dans ces Pages Jaunes.

Les produits Enerpac, utilisés normalement, sont garantis libres de tous défauts de matière et de fabrication, et cela aussi longtemps qu'ils seront la propriété de l'acquéreur initial, sous réserve des exclusions et limitations décrites ci-dessous. Cette garantie ne couvre pas l'usure normale ni les déchirures, les surcharges, les modifications (y compris les réparations ou tentatives de réparation entreprises par d'autres que ENERPAC ou ses centres de service autorisés), l'utilisation de fluides inadaptés, l'utilisation pour des travaux pour lesquels les produits ne sont pas prévus ou une utilisation contraire aux instructions.

CETTE GARANTIE NE S'APPLIQUE QU'AUX PRODUITS NEUFS VENDUS PAR L'INTERMEDIAIRE DE DISTRIBUTEURS ENERPAC AUTORISES, PAR DES CONSTRUCTEURS OU PAR D'AUTRES CANAUX DE DISTRIBUTION RECONNUS. AUCUN AGENT, EMPLOYE OU AUTRE REPRESENTANT D'ENERPAC N'A AUTORITE POUR MODIFIER OU AMENDER CETTE GARANTIE DE QUELQUE FACON QUE CE SOIT.

Les produits et les composants électroniques sont garantis contre tous défauts de matière et de fabrication pendant une période de deux ans prenant cours à la date de l'achat.

Les produits suivant, fournis avec les produits ENERPAC, sont exclus de cette garantie:

- Les éléments qui ne sont pas fabriqués par Enerpac, y compris les moteurs pneumatiques et les moteurs électriques. Ces produits sont garantis par leurs fabricants.

Lorsque le client suppose qu'un produit est défectueux, le produit doit être livré ou envoyé, frais d'expédition payés, au centre de service agréé le plus proche. Le client est prié de prendre contact avec ENERPAC pour connaître le centre de service autorisé de sa région. Les produits entrant dans le cadre de cette garantie seront réparés ou remplacés et retournés par voie terrestre aux frais d'ENERPAC.

LA GARANTIE CITEE CI-DESSUS EST EXCLUSIVE ET REMPLACE TOUTES LES AUTRES GARANTIES EXPLICITES OU IMPLICITES Y COMPRIS, MAIS NON LIMITEES PAR, LES GARANTIES IMPLICITES CONCERNANT LA COMMERCIALISATION ET L'APTITUDE A DES UTILISATIONS PARTICULIERES.

Dans le cas d'un recours à cette garantie, la réparation, le remplacement ou le remboursement seront les seuls recours possibles du client.

LE VENDEUR REJETTE TOUTES OBLIGATIONS ET RESPONSABILITES RESULTANT DE :

- LA RUPTURE DU CONTRAT OU DE LA GARANTIE,
- RECLAMATION POUR DES PREJUDICES SUBIS (Y COMPRIS LA NEGLIGENCE ET LA RESPONSABILITE CAUSALE) OU DE LOIS AYANT TRAIT AUX PRODUITS VENDUS OU SERVICES RENDUS PAR LE VENDEUR OU N'IMPORTE QUELLE ENTREPRISE ET LES ACTES OU OMISSIONS QUI S'Y RAPPORTENT,
- DOMMAGES INDIRECTS, ACCIDENTELS ET FORTUITS OU PARTICULIERS, QUELS QU'ILS SOIENT.

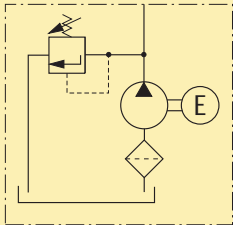
Dans tous les cas, la responsabilité D'ENERPAC est limitée et ne dépassera pas la valeur du prix d'achat payé.

Entrée en vigueur, le 1 juin 1997.

Symboles hydrauliques & Facteurs de conversion

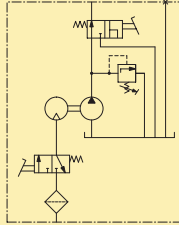


Centrales hydrauliques



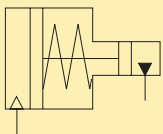
Pompe électrique à une vitesse

Exemple
Série ZW5



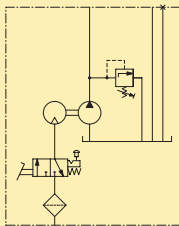
Pompe pneumatique Turbo

Exemple
PATG-3102PB



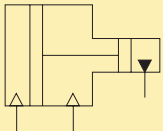
Multiplicateur simple effet

Exemple
B-3006



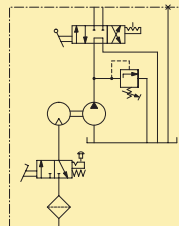
Pompe pneumatique Turbo

Exemple
PASG-3002PB



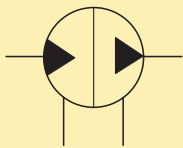
Multiplicateur double effet

Exemple
AHB-34



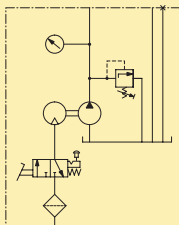
Pompe pneumatique Turbo

Exemple
PAMG-3402PB



Multiplicateur hydraulique

Exemple
PID-322



Pompe pneumatique Turbo

Exemple
PACG-3002PB

Unités de mesure

Toutes les capacités et toutes les performances indiquées dans ce catalogue le sont en valeurs uniformes. Le tableau de conversion ci joint est très utile pour exprimer ces valeurs avec d'autres unités.

Pression:

1 psi	= 0,069 bar
1 bar	= 14,50 psi
1 MPa	= 145 psi

Poids

1 livre (lb)	= 0,4536 kg
1 kg	= 2,205 lbs
1 tonne metrique	= 2205 lbs
	= 1000 kg
1 ton (short)	= 2000 lbs
	= 907,18 kg

Température:

Pour convertir de °C à °F:
 $T^{\circ}F = (T^{\circ}C \times 1,8) + 32$

Pour convertir de °F à °C:
 $T^{\circ}C = (T^{\circ}F - 32) \div 1,8$

Volume:

1 in ³	= 16,387 cm ³
1 cm ³	= 0,061 in ³
1 litre	= 61,02 in ³
	= 0,264 gal
1 USgal	= 3,785 cm ³
	= 3,785 l
	= 231 in ³

Autres mesures:

1 in (pouce)	= 25,4 mm
1 mm	= 0,039 in
1 in ²	= 6,452 cm ²
1 cm ²	= 0,155 in ²
1 hp	= 0,746 kW
1 kW	= 1,340 hp
1 Nm	= 0,738 Ft.lbs
1 Ft.lbs	= 1,356 Nm
1 kN	= 224,82 lbs
1 lb	= 4,448 N



Symboles hydrauliques *Eléments les plus courants*

Valves

Vérins pivotants
Vérins antivibrations

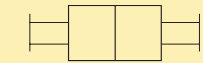
Vérins linéaires

Centrales
hydrauliques

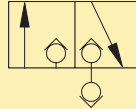
Valves

Composants
du système

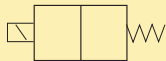
Pages Jaunes



2 position manuel



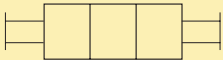
Distributeur 3 voies, 2 positions,
normalement fermé
Séries **VP** Exemple **VP-31**



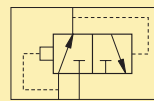
Distributeur électrique 2 positions



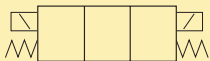
Distributeur pneumatique 4 voies,
2 positions
Séries **VA** Exemple **VA-42, VAS-42**



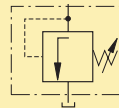
Distributeur manuel 3 positions



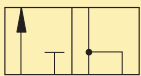
Valve pneumatique échappement
rapide
Séries **VR** Exemple **VR-3**



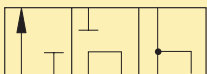
Distributeur électrique 3 positions



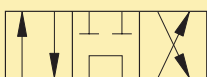
Valve de limitation de pression
Séries **V** Exemple **V-152**



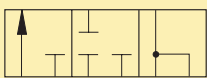
Distributeur 3 voies, 3 positions,
centre tandem
Séries **V** Exemple **VM-2**



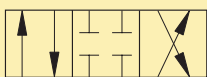
Distributeur 3 voies, 3 positions,
centre tandem
Séries **V** Exemple **VM-3, VC-3**



Distributeur 4 voies, 3 positions,
centre tandem
Séries **V** Exemple **VM-4, VC-4**



Distributeur 3 voies, 3 positions,
centre fermé
Séries **V** Exemple **VC-15**

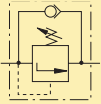


Distributeur 4 voies, 3 positions,
centre fermé
Séries **V** Exemple **VC-20**

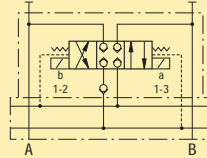
Eléments les plus courants **Symboles hydrauliques**



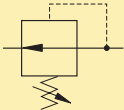
Distributeurs et valves



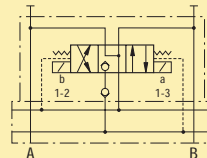
Valve de séquence
Séries **MVPM**
V Exemple **MVPM-5**
V-2000



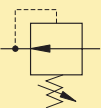
Electrodistributeur 4 voies,
3 positions, centre fermé
Exemple **VP-11**



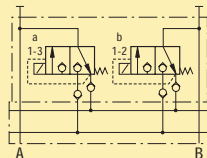
Valve de limitation de pression
Séries **PLV** Exemple **PLV-40013B**



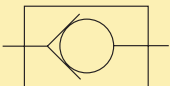
Electrodistributeur 4 voies,
3 positions, centre flottant
Exemple **VP-21**



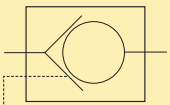
Valve de réduction de pression
Séries **PRV** Exemple **PRV-1**



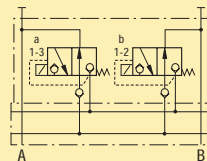
Electrodistributeur 3 voies,
2 positions, normalement fermé
Exemple **VP-31**



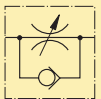
Clapet antiretour
Séries **V** Exemple **V-17**



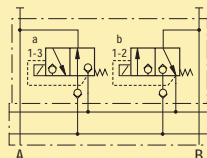
Clapet antiretour piloté
Séries **MV** Exemple **MV-72**
V **V-72**



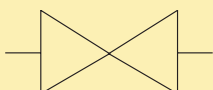
Electrodistributeur 3 voies,
2 positions, normalement ouvert
Exemple **VP-41**



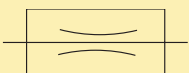
Valve pour le contrôle du débit
Séries **VFC** Exemple **VFC-1**



Electrodistributeur 3 voies,
2 positions, un orifice normalement
ouvert et un orifice normalement
fermé
Exemple **VP-51**



Valve de fermeture
Séries **V** Exemple **V-12**

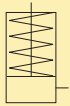


Valve de freinage
Séries **GS, V** Exemple **GS-2, V-10**



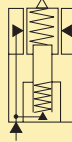
Symboles hydrauliques *Eléments les plus courants*

Vérins



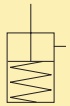
Vérin simple effet, poussée

Exemple
BMS-18252
CST-5132
CSM-5132



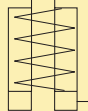
Vérin antivibrations avance hydraulique

Exemple
WFL-112



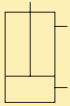
Vérin simple effet, traction

Exemple
PLSS-52
PTSS-52
PUSS-52



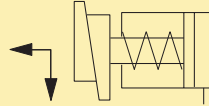
Vérin simple effet à tige creuse

Exemple
HCS-80
MRH-20



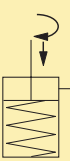
Vérin double effet

Exemple
BD-18252
BRD-96
CDT-18132



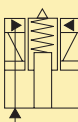
Crampon plaqueur

Exemple
ECH-202



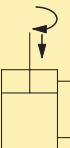
Vérin pivotant simple effet

Exemple
SLRS-92
STRS-92
SURS-92



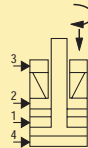
Vérin antivibrations Collet-Lok®
verrouillage positif

Exemple
MPFS-200
MPTS-200



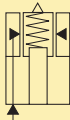
Vérin pivotant double effet

Exemple
SLRD-92
STRD-92
SURD-92



Vérin pivotant Collet-Lok®
verrouillage positif

Exemple
MPFR-100
MPTR-100



Vérin antivibrations avance par ressort

Exemple
WSL-112



Vérin poussée Collet-Lok®
verrouillage positif

Exemple
MPFC-110
MPTC-110



Vérin de bridage positif

Exemple
MRS-5
MRS-1001



Link clamp, single-acting

Exemple
LUCS-32



Link clamp, double-acting

Exemple
LUCD-82

Vérins pivotants
Vérins antivibrations
Vérins linéaires
Centrales hydrauliques
Valves
Composants du système
Pages Jaunes

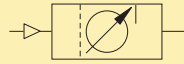
Eléments les plus courants **Symboles hydrauliques**



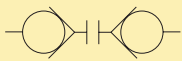
Composants pour le système



Manomètres
Exemple
DGR-1
G-2535L



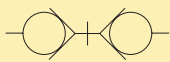
Régulateur air
Exemple
RFL-102



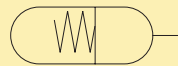
Raccords rapides, désaccouplés
Exemple
AH-650
AH-652
AH-654



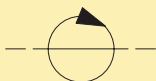
Accumulateur à gaz
Exemple
ACL-202



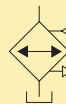
Raccords rapides, couplés
Exemple
AH-650
AH-652
AH-654



Accumulateur à ressort
Exemple
ACM-1



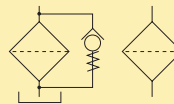
Joint tournant, passage simple
Exemple
CRV-112



Refroidisseur
Exemple
ZHE-E04
ZHE-E10



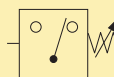
Joint tournant, passage double
Exemple
CRV-222



Filtre ligne retour
Filtre haute pression, en ligne
Exemple
FL-2102



Joint tournant, passage quadruple
Exemple
CRV-442



Pressostat
Exemple
PSCK-8



Technologie des valves *Quand et comment utiliser les distributeurs et les valves*

Vérins pivotants
Vérins anti-vibrations

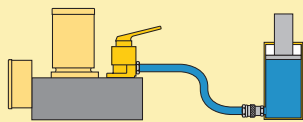
Vérins linéaires

Centrales
hydrauliques

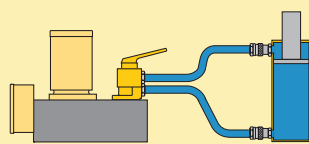
Valves

Composants
du système

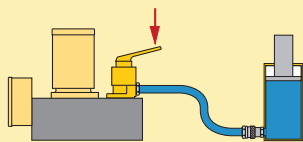
Pages Jaunes



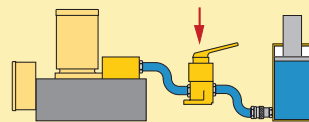
Distributeur 3 voies utilisé avec un vérin simple effet



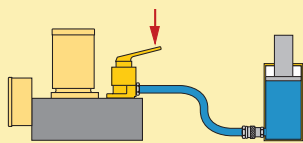
Distributeur 4 voies utilisé avec un vérin double effet



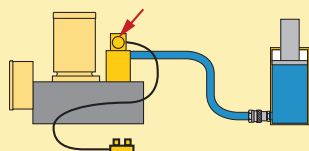
Le distributeur peut être **monté sur la pompe**



Le distributeur peut être **monté à distance**



Le distributeur peut être **actionné manuellement**



Le distributeur peut être **actionné électriquement**

Distributeurs, types et fonctions

Les distributeurs et les valves hydrauliques peuvent se diviser en 3 groupes :

1. Contrôle de la direction
2. Contrôle de la pression
3. Contrôle du fluide

1 Contrôle de la direction du fluide

Voies – les orifices (huile) du distributeur

Un distributeur à 3 voies possède 3 orifices: pression (P), réservoir (T), et vérin (A).

Un distributeur à 4 voies possède 4 orifices : pression (P), réservoir (T), avance (A) et retour (B).

Les vérins simple effet demandent des distributeurs avec au moins 3 voies, et peuvent, dans certains cas, être contrôlés par des distributeurs à 4 voies.

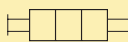
Les vérins double effet demandent des distributeurs à 4 voies, permettant le contrôle du fluide à chaque orifice du vérin.

Positions – le nombre de fonctions de contrôle qu'un distributeur peut assurer.

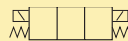


Un **distributeur à 2 positions** ne peut contrôler que la fonction avance et la fonction retour du vérin. Pour contrôler la fonction de maintien du vérin, le distributeur doit être à 3 positions.

Commande – la manière de faire passer le distributeur d'une position à une autre



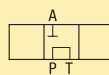
Le distributeur peut être **commandé manuellement** à l'aide du levier.



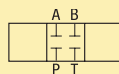
Le distributeur peut être **commandé par un solénoïde** en utilisant le courant électrique.

Configuration du centre

La position centrale du distributeur est une position dans laquelle le composant hydraulique contrôlé n'effectue aucun mouvement, qu'il s'agisse d'un outil ou d'un vérin.



Le plus courant est le **centre tandem**. Cette configuration interdit tout mouvement du vérin, tandis que la pompe débite sans charge. Ce qui minimise l'échauffement.



Vient ensuite la configuration à **centre fermé**, le plus souvent utilisée pour le contrôle indépendant de plusieurs vérins. Cette configuration interdit aussi tout mouvement du vérin, mais bloque le débit de la pompe et isole celle-ci du circuit. L'utilisation de ce type de distributeur nécessite un moyen permettant de décharger la pompe pour éviter l'échauffement.



Une autre configuration couramment utilisée dans les distributeurs est celle qui est à **centre flottant**. Ce type de distributeur met les orifices du vérin en liaison avec le réservoir. Utilisé avec un clapet antiretour piloté monté sur la palette, il permet de déconnecter celle-ci du circuit hydraulique.

Quand et comment utiliser les distributeurs et les valves **Technologie des valves**

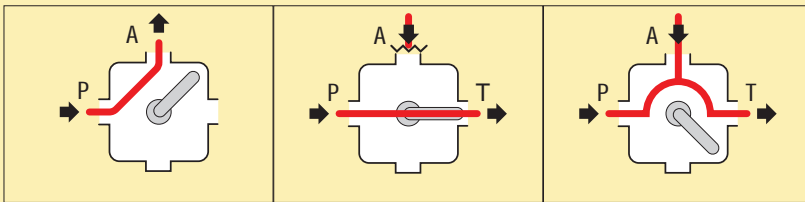


Avance, maintien et retour.

Le type de distributeur, ses positions et les fonctions des orifices permettent de contrôler la direction du fluide.

Vérin simple effet

Contrôlé par un distributeur à 3 voies, 3 positions.



Avance

L'huile circule de l'orifice P vers l'orifice A, de la pompe vers le vérin : la tige du vérin avance.

Maintien

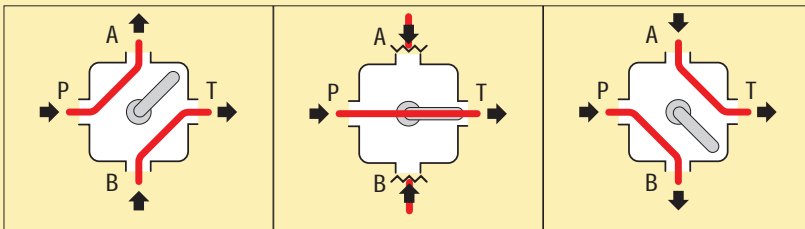
L'huile circule de l'orifice P vers l'orifice T, de la pompe vers le réservoir. L'orifice A vers le vérin est fermé: la tige du vérin maintient sa position.

Retour

L'huile circule de l'orifice P et de l'orifice A vers l'orifice T, de la pompe et du vérin vers le réservoir : la tige du vérin rétracte.

Vérin double effet

Contrôlé par un distributeur à 4 voies, 3 positions.



Avance

L'huile circule de l'orifice pompe P vers l'orifice vérin A et de l'orifice vérin B vers l'orifice réservoir T.

Maintien

L'huile circule de l'orifice pompe P vers l'orifice réservoir T. Les orifices vérin A et B sont fermés: la tige du vérin maintient sa position.

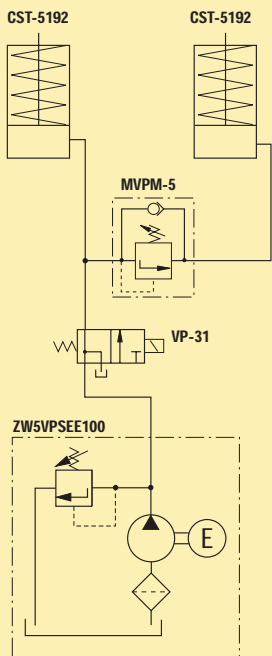
Retour

L'huile circule de l'orifice pompe P vers l'orifice vérin B et de l'orifice vérin A vers l'orifice réservoir T : la tige du vérin rétracte.

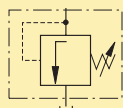


Technologie des valves

2 Contrôle de la pression.



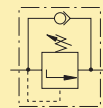
Valve de décharge



La valve de contrôle de pression la plus courante est la valve de décharge. Cette valve est utilisée pour limiter la pression

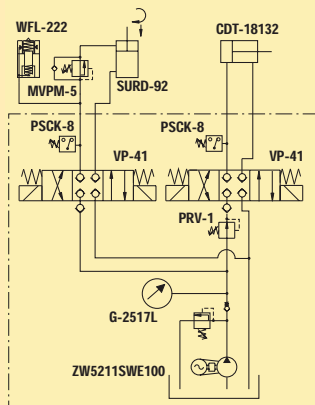
dans le circuit hydraulique. Cette valve doit faire partie de tout système hydraulique pour éviter que la pression ne franchisse le seuil de sécurité. Son utilisation dans un système doit tenir compte de son fonctionnement car, en cas de surpression la valve ne s'ouvre pas instantanément. Lorsque la valeur de la pression approche celle de la valeur préréglée, la valve ne permettra tout d'abord que le passage d'une faible quantité de fluide. Ce n'est que lorsque la valve s'ouvre complètement que l'entièreté du débit pourra passer. Ne préréglez pas la pression d'ouverture de la valve à l'aide d'une pompe à main pour ensuite l'utiliser sur un circuit alimenté par une pompe électrique ou vice-versa. Le point d'ouverture variera. Utilisée avec un pressostat, la pression préréglée au pressostat doit être inférieure d'au moins 35 bars à celle qui commande l'ouverture de la valve de décharge. Ceci évitera une commutation rapide du moteur de la pompe due à la légère perte de charge dans la valve de décharge. Si les pressions préréglées doivent être plus rapprochées, le pressostat devrait être chargé de la surveillance de la pression du système et un clapet antiretour ajouté entre la pompe et le système. Ceci permettra à la pompe de laisser échapper la pression par la valve tandis que le clapet antiretour retiendra la pression dans le système surveillé par le pressostat.

Valve de séquence (série MVPM)

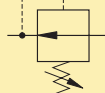


Cette valve contrôle l'ordre dans lequel opèrent diverses branches du circuit hydraulique. Elle commande les séquences

dans l'ordre désiré. En pratique, lorsqu'une partie du circuit atteint la pression prédéterminée, la valve de séquence s'ouvre et permet au fluide de circuler dans autre partie du circuit. Quand le fluide commence à circuler dans la seconde partie du circuit, la pression dans la première partie garde la valeur réglée permettant ainsi, par exemple, à un vérin antivibrations de rester sous pression lorsque le vérin pivotant bride la pièce. Les valves de séquence Enerpac possèdent un clapet permettant un retour libre du fluide, de façon à ce que la séquence ne soit pas commandée quand le circuit est en mode débridaage. Il y a cependant un petit ressort de déviation qui ouvrira à environ 2 bars. Ce qui assurera une étanchéité positive lorsque la vanne doit assurer une action de séquence vers l'avant. Lorsque plusieurs valves de séquence sont utilisées, elles doivent être utilisées en parallèle et non en série. Lorsqu'elles sont utilisées en série, les ressorts de déviation de 2 bars réduiront le débit suite à l'effet d'accumulation. Si par exemple trois valves sont utilisées, il y aurait $3 \times 2 \text{ bars} = 6 \text{ bars}$ de contre-pression sur les composants du système qui suivent la valve de séquence. Bien que pour un système de 350 bars cette pression ne semble pas élevée, elle est suffisante pour empêcher le débridaage complet d'un vérin pivotant simple effet ou pour empêcher un vérin antivibrations de libérer complètement et de ne pas reprendre sa position exacte pour la pièce suivante.



Valve de réduction de pression (série PRV)



Comme son nom l'indique, cette valve diminuera la pression du fluide destiné à un circuit secondaire. Ce qui est

utile si par exemple vous devez réduire la capacité d'un vérin pivotant qui pourrait brider sur un vérin antivibrations. La valve de réduction de pression créera automatiquement une perte de charge après la valve en autorisant le passage d'une très petite quantité de fluide vers le circuit secondaire.

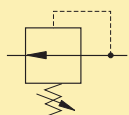
Cette différence de pression entre le point où d'abord la valve ferme et le point où elle ouvre à nouveau pour la création de la perte de charge, s'appelle la plage neutre de la valve. Par exemple, dans la valve de réduction de pression Enerpac cette plage neutre égale environ 5 % de la pression du système. Si la pression de votre système égale 210 bars, et la pression réduite 140 bars, la pression dans le circuit secondaire devrait chuter de 5 % de la pression du circuit, soit $210 \times 0,05 = 10 \text{ bars}$ avant que la valve ne s'ouvre.

Technologie des valves



Dans ce cas, la pression du circuit secondaire tomberait à 127,5 bars avant que la valve ne s'ouvre et permette au fluide de circuler dans la partie secondaire du circuit pour ramener la pression à 140 bars. Cette valve n'autorise cette fonction que dans une seule direction, avec débit libre dans la direction opposée pour permettre le débridage des vérins ou le déverrouillage des vérins antivibrations.

Valve de limitation de pression (V-152)

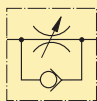


Cette valve, tout comme la valve de réduction de pression, limite la pression dans une partie secondaire du circuit à une valeur prédéterminée inférieure à celle du système. Cette valve fonctionne différemment, car une fois la valve fermée, le circuit secondaire ne recevra pas de

fluide de complément pour la création d'une perte de charge. La pression du système doit tomber à zéro avant que la valve ne s'ouvre et permette à l'huile de circuler vers le circuit secondaire. Il n'y a pas de capacité de complément de pression avec une valve de limitation de pression.

3 Contrôle du débit

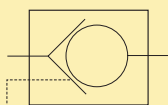
Valves pour le contrôle du débit (série VFC)



Le contrôle du débit permet de modifier la vitesse d'un composant par l'intermédiaire d'un orifice réglable. Au

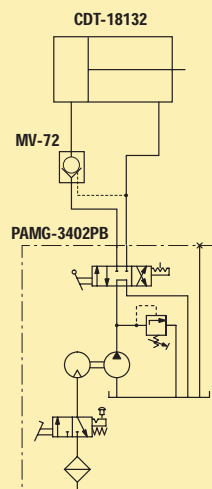
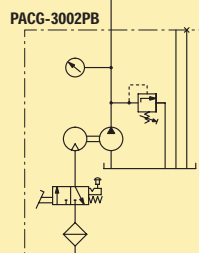
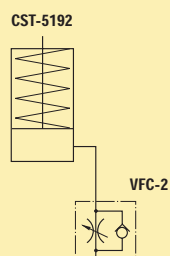
contraire d'un contrôle normal du fluide, c'est-à-dire restrictions identiques du fluide dans les deux sens, ces valves de contrôle du débit possèdent un clapet permettant un retour libre du fluide. Par conséquent le fluide subit une restriction dans une direction et pas dans l'autre. Ceci est une caractéristique importante lorsque l'on utilise une valve de contrôle du débit pour régler la vitesse d'un vérin pivotant ou vérin antivibrations simple effet. La vitesse de bridage d'un vérin doit être réglée, à l'aide d'une valve de contrôle du débit, à une valeur qui ne risque pas de l'endommager. Lors du débridage, le ressort dans le vérin ne développera qu'une faible pression. Pour permettre un débridage rapide, la contre-pression ou la résistance doit être minimale. Le clapet pour écoulement retour libre permet de minimiser cette résistance.

Clapet antiretour piloté (série MV)



Un clapet antiretour ne permet la circulation du fluide que dans une seule direction. Le clapet antiretour piloté

travaille comme un clapet ordinaire, mais possède un orifice additionnel pour recevoir un signal sous forme de pression. La pression envoyée dans cet orifice ouvrira mécaniquement le clapet, permettant au fluide de circuler dans les deux directions. Le clapet antiretour piloté est utile pour maintenir la pression pendant un certain temps dans une partie du circuit, tout en permettant de relâcher cette pression en envoyant un signal pression vers son orifice de commande. Cette pression pilote est normalement bien plus basse que la pression à maintenir dans le système. Le clapet antiretour piloté Enerpac ne demande qu'une pression pilote égale à 15 % de la pression de bridage pour s'ouvrir, et permettre ainsi au fluide de s'écouler du plateau d'usinage et de permettre le débridage de la pièce.

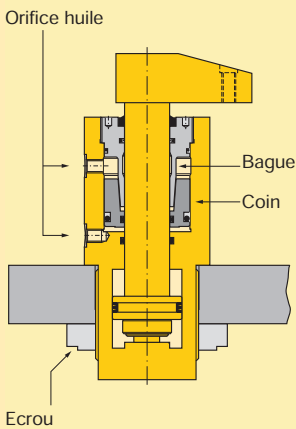




Palettisation – Flexible machining systems



Vérins pivotants
 Vérins antivibrations
 Vérins linéaires
 Centrales hydrauliques
 Valves
 Composants du système
 Pages Jaunes



Un des aspects les plus importants du cycle d'usinage est la vitesse et la précision du positionnement, du bridage et du débridage de la pièce.

La vitesse de ces actions est fortement améliorée par l'utilisation de composants de bridage hydrauliques, amélioration qui conduit à une efficacité plus grande et à une réduction des coûts.

Plateaux d'usinage palettisés

La possibilité de pouvoir monter de nombreuses pièces sur des plateaux palettisés, augmente fortement la productivité et l'efficacité des cycles d'usinage. L'utilisation de plateaux palettisés pose cependant plusieurs problèmes. Pour profiter de la souplesse d'utilisation des palettes, les vérins de bridage doivent continuellement être connectés et déconnectés à la centrale hydraulique.

Avec des vérins conventionnels, cela exige l'utilisation de distributeurs permettant le maintien de la charge et d'accumulateurs pour garder le circuit sous pression. Avec une maintenance appropriée, ce système de bridage hydraulique est très efficace. Ce type de bridage est cependant sensible à la contamination et il faut prendre soin des filtres et veiller à effectuer régulièrement les entretiens préventifs prévus.

Collet-Lok®, technologie exclusive d'Enerpac.

Il existe une autre solution pour la palettisation de plateaux d'usinage. Avec la technologie Collet-Lok®, exclusive Enerpac, il n'est pas nécessaire de maintenir un système hydraulique actif sur le plateau pendant le cycle d'usinage. Après le bridage hydraulique de la pièce, en position d'usinage, les vérins sont verrouillés mécaniquement. Ce verrouillage mécanique remplace les accumulateurs, les distributeurs permettant le maintien et d'autres composants nécessaires pour les circuits de bridage actifs sur palette. Le verrouillage mécanique est déverrouillé dès que le cycle d'usinage est terminé et les vérins peuvent débrider pour permettre la mise en place de la pièce suivante.

Le programme Enerpac comprend des vérins pivotants, des vérins antivibrations et des vérins de poussée incorporant la technologie Collet-Lok®. Utilisée conjointement avec des coupleurs automatiques, des pressostats et des capteurs de proximité, cette technologie permet d'obtenir un cycle de bridage totalement automatisé et d'une grande précision.

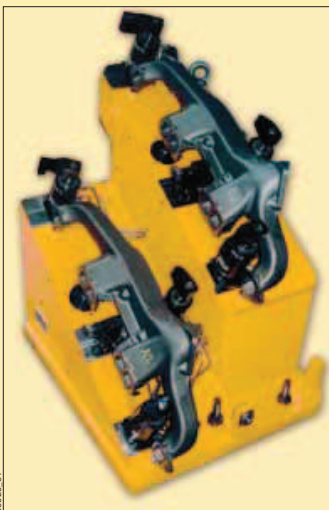
La page suivante donne un exemple du fonctionnement de cette technologie. Le vérin pivotant Collet-Lok® possède quatre orifices.

L'orifice #1 est mis sous pression en premier lieu pour permettre au vérin de développer la force de bridage requise. Dès que cette pression est atteinte, une valve de séquence s'ouvre, mettant l'orifice #2 sous pression pour la mise en place d'un coin de verrouillage mécanique. Ce coin bloque la tige du vérin en position, empêchant tout mouvement et maintenant la force de bridage sur la pièce à usiner. La pression peut maintenant être relâchée, et l'usinage peut avoir lieu. Ce verrouillage peut être maintenu pendant des minutes, des heures, même pendant des jours, sans nécessiter de pression hydraulique.

Dès que le cycle d'usinage est terminé, et qu'il faut mettre en place une nouvelle pièce, le verrouillage peut très facilement être débloqué par la mise sous pression de l'orifice #3, ce qui déverrouille le coin. Quand le coin est déverrouillé, et que la tige du vérin est libre, l'orifice #4 peut être mis sous pression pour la rétraction de la tige du vérin. Maintenant la pièce à usiner peut être enlevée et une nouvelle pièce peut prendre place sur le plateau d'usinage pour poursuivre le processus de production.

Il s'agit ici de la technologie la plus récente pour l'automatisation et le contrôle positif des systèmes de bridage. Pour plus d'information, pour recevoir de la documentation complémentaire et des instructions pour l'installation, n'hésitez pas à contacter Enerpac.

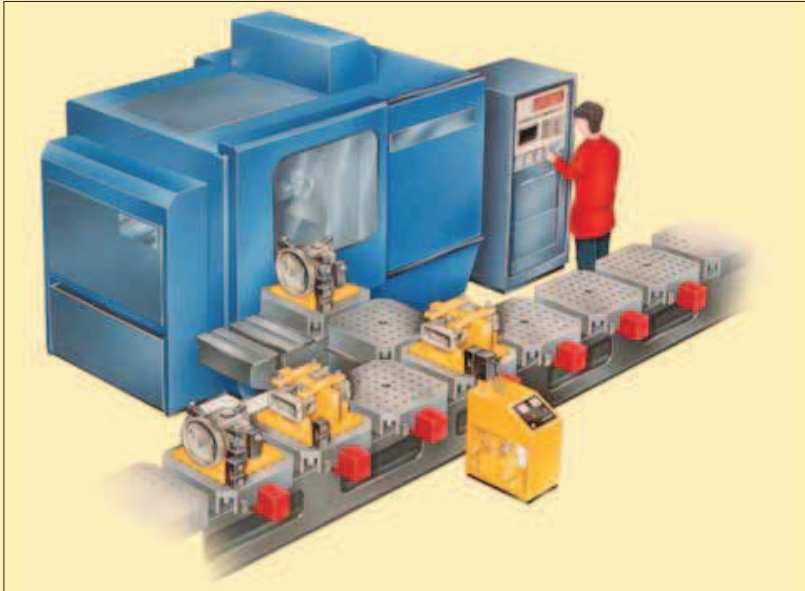
■ Plateau de montage pour l'usinage d'embranchements d'échappement.



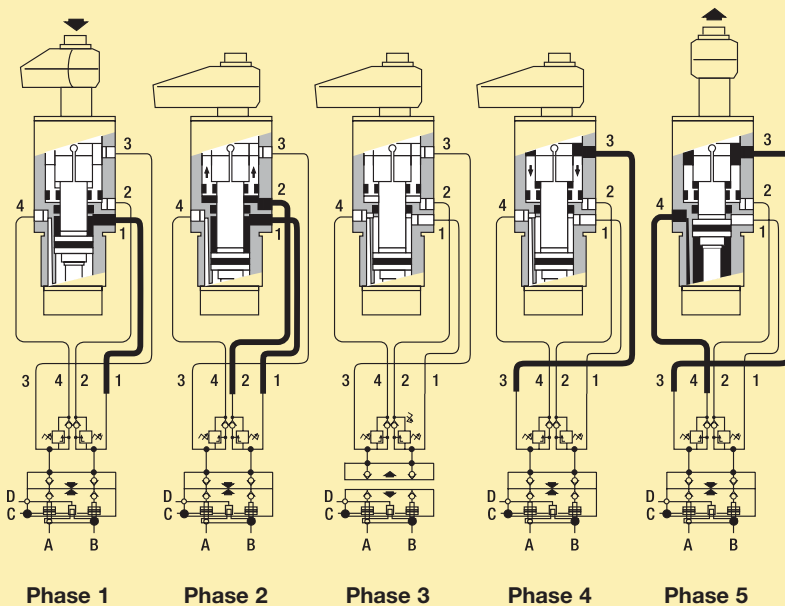
Palettisation – Flexible machining systems



Usinage palettisé



Bridage hydraulique et verrouillage mécanique hydraulique



Vérin pivotant **MPTR-100 Collet-Lok®**

- 1 = Rotation 90° + Bridage
- 2 = Verrouillage
- 3 = Déverrouillage
- 4 = Débridage + Rotation 90°

Coupleur automatique **MCA-62, MPA-62**

- A = Ligne pression, pompe vers vérin pivotant
- B = Ligne pression, pompe vers vérin pivotant
- C = Coupleur automatique avance
- D = Coupleur automatique retour

Phase 1

Le coupleur automatique à 2 voies relie la centrale hydraulique extérieure avec la palette de la pièce et le vérin Collet-Lok® est actionné pour effectuer le bridage hydraulique.

Phase 2

Quand la pression de bridage maximale est atteinte, la valve de séquence s'ouvre et actionne hydrauliquement le coin interne.

Phase 3

Le système coin verrouille mécaniquement la tige du vérin en position et la pression hydraulique est relâchée, ensuite le coupleur automatique rétracte. La pièce sur la palette est maintenant fermement bridée, sans être reliée à une source de puissance.

Phase 4

Après avoir occupé le centre de la machine, la palette retourne vers le poste de chargement et de déchargement et le coupleur automatique est à nouveau relié pour permettre le dégagement hydraulique du coin.

Phase 5

Maintenant la tige du vérin rétracte, et la palette est prête pour l'opération déchargement/chargement suivante.

Index des sections

Index des références



Vérins pivotants & vérins antivibrations
8 - 37



Vérins linéaires
38 - 73



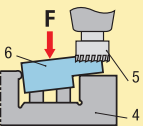
Centrales hydrauliques
74 - 85



Valves
86 - 97



Composants du système
98 - 112



Pages Jaunes
113 - 137



A	Page
A	108
ACBS	104-105
ACL	104-105
ACM	104-105
AH	108
AHB	82-83
AR	108
ASC	27
AT	100-101
B	Page
B	82-83
BAD	70-71
BD	58-61
BFZ	110-112
BMD	58-61
BMS	58-61
BRD	70-71
BRW	68-69
BS	58-61 72-73
C	Page
C	108
CA	10-11 24-25
CAC	10, 26
CAL	10-21 24-25
CAP	10, 26
CAS	10-21 24-25
CDT	54-55
CR	102-103
CRV	102-103
CSM	56-57
CST	54-55
D	Page
DGR	106
E	Page
ECH	62-63
ECJR	62-63
ECM	62-63
F	Page
FL	109
FN	72-73
FZ	110-112
G	Page
G	106-107
GA	106-107
GS	106-107
H	Page
H	108
HCS	64-65
HV	94-95
L	Page
LUCD	40-41
LUCS	40-41
LCA	42-43

M	Page
MA	10, 24-25
MCA	100-101
MF	72-73
MHV	94
MPA	100-101
MPFC	52-53
MPFL	22-23
MPFR	22-23
MPFS	34-35
MPTC	52-53
MPTL	22-23
MPTR	22-23
MPTS	34-35
MRH	64-65
MRS	66-67
MRW	68-69
MV	92-93
MVM	92-93
MVPM	92-93
N	Page
NV	107
P	Page
PACG	76-77
PAMG	76-77
PASG	76-77
PATG	76-77
PB	90
PID	84-85
PLSD	48-49
PLSS	48-49
PLV	94-95
PRV	91
PSCK	89
PTSD	50-51
PTSS	50-51
PUSD	46-47
PUSS	46-47
Q	Page
QE	97
R	Page
RFL	97
RW	68-69
S	Page
SCLD	20-21
SCLS	20-21
SCRD	20-21
SCRs	20-21
SCSD	20-21
SCSS	20-21
SLLD	16-17
SLLS	16-17
SLRD	16-17
SLRS	16-17
SLSD	16-17
SLSS	16-17

STLD	18-19
STLS	18-19
STRD	18-19
STRS	18-19
STSD	18-19
STSS	18-19
SULD	14-15
SULDL	14-15
SULS	14-15
SURD	14-15
SURDL	14-15
SURS	14-15
SUSD	14-15
SUSDL	14-15
SUSS	14-15

T	Page
TRK	90

V	Page
V	92-93 107
VA	97
VAS	97
VFC	89, 96
VP	88
VR	97

W	Page
WAT	104-105
WCA	100-101
WFC	30-31
WFL	30-31
WFM	30-31
WFT	30-31
WM	90
WSC	32-33
WSL	32-33
WSM	32-33
WST	32-33

Z	Page
ZW	78-81



Index des produits

Description des produits	Séries	Page	Description des produits	Séries	Page
Vérins pivotants et vérins antivibrations 8-37			Valves 86-97		
Bras de bridage et bras T pivotants	CA/MA	10-11 24-26	Blocs forés	PB/WM	90
Vérins antivibrations, avance hydraulique	WF	30	Clapets antiretour pilotés	MV	93
Vérins antivibrations, avance par ressort	WS	32	Distributeurs pneumatiques et accessoires	VA/VR RFL/QE	97
Vérins antivibrations, Collet Lok®	MP	34	Electrodistributeurs modulaires	VP	88
Vérins pivotants	ASC	27	Pressostats	PSCK	89
Vérins pivotants, bride arrière	SL	16	Valves de contrôle	V/MHV	94
Vérins pivotants, bride avant	SU	14	Valves de contrôle débit	HV/PLV	96
Vérins pivotants, cartouche	SC	20	Valves de contrôle débit en ligne	VFC	89
Vérins pivotants, Collet Lok®	MP	22	Valves de pression réglables	PRV	91
Vérins pivotants, corps fileté	ST	18	Vis de montage	TRK	90
			Valves de séquence	MVPM/V	92
Vérins linéaires 38-73			Composants du système 98-112		
Accessoires pour vérins	BS/FN/MF	72	Accumulateurs	AC	104
Bras de bridage pour vérins de bridage à levier	LCA	42	Adaptateurs pour manomètres	GA	107
Bride de bridage à levier	LUC	40	Filtres haute pression	FL	109
Crampons plaqueurs	ECH/ECM	62	Flexibles	H	108
Vérins à bridage positif	MRS	66	Huile	HF	109
Vérins à corps fileté	CST/CDT	54	Joints tournants	CR/CRV	102
Vérins à piston creux	HCS/MRH	64	Manifolds	A	108
Vérins cube	BD/BMD BMS/BS	58	Manomètres	DGR/G	106
Vérins de traction, bride arrière	PL	48	Raccords	FZ/BFZ	110
Vérins de traction, corps fileté	PT	50	Raccords rapides	AH/AR/C	108
Vérins de traction, bride avant	PU	46	Système coupleurs automatiques	MCA/MPA WCA/AT	100
Vérins pour montage, sur blocs forés	CSM	56	Valves pour manomètres	GS/NV/V	107
Vérins pousseurs, Collet Lok®	MP	52			
Vérins universels, double effet	BRD/BAD	70	Pages Jaunes 113-137		
Vérins universels, simple effet	MRW/RW BRW	68	Facteurs de conversion		127
			Garantie mondiale		126
			Hydraulique de base		116-117
			Instructions pour la sécurité		114-115
			Montage de base		118-121
			Palettisation FMS		136-137
			Responsabilité		126
			Symboles hydrauliques		127-131
			Technologie de bridage		122-125
			Technologie des valves		132-135
Centrales hydrauliques 74-85					
Multiplicateurs air/huile	AHB/B	82			
Multiplicateurs huile/huile	PID	84			
Pompes hydro-pneumatiques Turbo	PAC/PAT PAM/PAS	76			
Pompes électriques	ZW	78			

Pages Jaunes

Voir les 'Pages Jaunes' de ce catalogue pour :

- Instructions pour la sécurité.
- Informations hydraulique de base.
- Technologie hydraulique avancée.
- Technologie FMS (Flexible Machining Systems).
- Tableaux de conversion et symboles hydrauliques.

 113 ▶



Index des sections

Enerpac dans le monde



Vérins pivotants & vérins antivibrations
8 - 37



Vérins linéaires
38 - 73



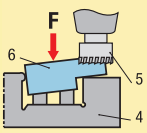
Centrales hydrauliques
74 - 85



Valves
86 - 97



Composants du système
98 - 112



Pages Jaunes
113 - 137



Afrique
ENERPAC Middle East FZE
Office 423, LOB 15
Jebel Ali Free Zone
P.O. Box 18004
Jebel Ali, Dubai
United Arab Emirates
Tél: +971 (0)4 8872686
Fax: +971 (0)4 8872687

Allemagne, Autriche, Suisse
ENERPAC GmbH
P.O. Box 300113
D-40401 Düsseldorf
Mündelheimer Weg 55a
D-40472 Düsseldorf
Germany
Tél: +49 211 471 490
Fax: +49 211 471 49 28

Australie
Actuant Australia Ltd.
Block V Unit 3,
Regents Park Estate
391 Park Road,
Regents Park NSW 2143
(P.O. Box 261) Australia
Tél: +61 297 438 988
Fax: +61 297 438 648

Brazil
Power Packer do Brasil Ltda.
Rua dos Inocentes, 587
04764-050 - Sao Paulo (SP)
Tél: +55 11 5687 2211
Fax: +55 11 5686 5583
Sans frais:
Tél: 0800 891 5770
vendasbrasil@enerpac.com

Canada
Actuant Canada Corporation
6615 Ordan Drive, Unit 14-15
Mississauga, Ontario L5T 1X2
Tél: +1 905 564 5749
Fax: +1 905 564 0305
Sans frais:
Tél: +1 800 268 4987
Fax: +1 800 461 2456
Information Technical:
techservices@enerpac.com

Chine
Actuant China Ltd.
1F, 269 Fute N. Road
Waigaoqiao Free Trade Zone
Pudong New District
Shanghai
200 131 China
Tél: +86 21 5866 9099
Fax: +86 21 5866 7156

Actuant China Ltd. (Beijing)
709A Xin No. 2, Diyang Building
Dong San Huan North Rd.
Beijing City
100028 China
Tél: +86 10 845 36166
Fax: +86 10 845 36220

Corée du Sud
Actuant Korea Ltd.
3Ba 717, Shihwa Industrial
Complex
Jungwang-Dong, Shihung-Shi,
Kyunggi-Do
Republic of Korea 429-450
Tél: +82 31 434 4506
Fax: +82 31 434 4507

Espagne, Portugal
ENERPAC
C/San José Artesano 8
Pol. Ind., 28108 Alcobendas
(Madrid) Spain
Tél: +34 91 661 11 25
Fax: +34 91 661 47 89

Etats-Unis, Amérique Latin, Iles Caraïbes
ENERPAC
P.O. Box 3241, 6100 N. Baker
Road
Milwaukee, WI 53209 USA
Tél: +1 262 781 6600
Fax: +1 262 783 9562

Information utilisateurs:
+1 800 433 2766
Information distributeurs et commandes:
+1 800 558 0530
Information Technical:
techservices@enerpac.com

France, Suisse francophone
ENERPAC, Une division de
ACTUANT France S.A.
B.P. 200, Parc d'Activités
du Moulin de Massy
1 Rue du Saule du Trapu
F-91882 Massy CEDEX France
Tél: +33 1 60 13 68 68
Fax: +33 1 69 20 37 50

India
ENERPAC Hydraulics
(India) Pvt. Ltd.
Office No. 9,10 & 11,
Plot No. 56, Monarch Plaza
Sector 11, C.B.D. Belapur
Navi Mumbai 400614, India
Tél: +91 22 2756 6090
Tél: +91 22 2756 6091
Fax: +91 22 2756 6095

Italie
ENERPAC S.p.A.
Via Canova 4,
20094 Corsico (Milano)
Tél: +39 02 4861 111
Fax: +39 02 4860 1288

Japon
Applied Power Japan LTD KK
Besshochou 85-7
Saitama-shi, Kita-ku
Saitama 331-0821, Japan
Tél: +81 48 662 4911
Fax: +81 48 662 4955

L'Europe Central, L'Europe de l'Est, Grèce
ENERPAC B.V.
Galvanistraat 115
P.O. Box 8097
6710 AB Ede
The Netherlands
Tél: +31 318 535 936
Fax: +31 318 535 951

Pays-Bas, Belgique, Luxembourg, Danemark, Norvège, Suède, Finlande, Pays-Baltes
ENERPAC B.V.
Galvanistraat 115
P.O. Box 8097
6710 AB Ede
The Netherlands
Tél: +31 318 535 911
Fax: +31 318 525 613
+31 318 535 848

Information Technical:
techsupport.europe@enerpac.com

Moyen-Orient, Turquie, Mèr Caspiene
ENERPAC Middle East FZE
Office 423, LOB 15
Jebel Ali Free Zone
P.O. Box 18004
Jebel Ali, Dubai
United Arab Emirates
Tél: +971 (0)4 8872686
Fax: +971 (0)4 8872687

Royaume-Uni, Irlande
Enerpac Ltd
Bentley Road South
Darlaston, West Midlands
WS10 8LQ, United Kingdom
Tél: +44 (0)121 50 50 787
Fax: +44 (0)121 50 50 799

Russie et CEI (excl. Mèr Caspiene)
Actuant LLC
Admiral Makarov Street 8
125212 Moscow
Russia
Tél: +7-495-9809091
Fax: +7-495-9809092

Singapore
Actuant Asia Pte. Ltd.
25 Serangoon North Ave. 5
#03-01 Keppel Digihub
Singapore 554914
Thomson Road
P.O. Box 114
Singapore 915704
Tél: +65 64 84 5108
+65 64 84 3737
Fax: +65 64 84 5669

Sans frais:
Tél: +1800 433 2766
Information Technical:
techsupport@enerpac.com.sg

Votre distributeur Enerpac:

Internet:

E-mail:

00877FR © Enerpac 2006 - Susceptible de modification sans préavis.

