

 **SHAWFLEX**

**Guide de
manutention,
de stockage,
de manipulation
et d'installation
des câbles**

Manutention, stockage, manipulation et installation des câbles

L'information qui suit est un guide pour la manutention, le stockage, la manipulation et l'installation des câbles Shawflex. Les considérations cruciales à prendre en compte pour toute installation de câble sont : la température ambiante, l'équipement utilisé, le remplissage du conduit ou du chemin de câbles, les forces de frottement, l'agencement mécanique de chemin de câble et les limitations matérielles du câble. Ce document n'est pas une référence complète. Il ne fait que souligner certains aspects pertinents de l'installation de câbles et devrait être considéré comme un complément aux bonnes méthodes de travail.

Directives de manutention

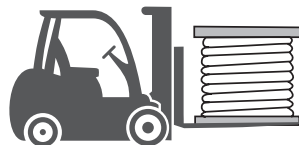
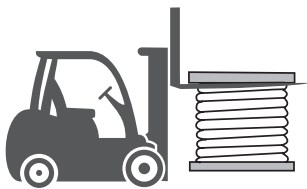
Manutention des câbles

Les procédures suivantes sont recommandées pour éviter d'endommager les câbles durant leur manutention.

Si vous utilisez un chariot élévateur à fourche pour déplacer des dévidoirs, placez la fourche à 90° par rapport aux joues du dévidoir. Assurez-vous également que les bras de la fourche soient suffisamment longs pour entrer complètement en contact avec les deux joues du dévidoir. Ne soulevez jamais les dévidoirs avec les bras de la fourche entre leurs joues. Ne laissez pas les bras de la fourche entrer en contact avec le câble.

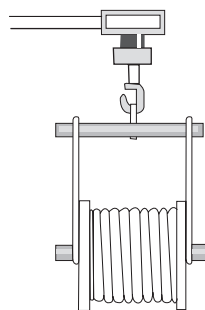


Correct

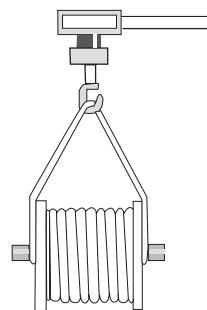


Incorrect

Si vous utilisez une grue ou un autre appareil de levage pour déplacer des dévidoirs, insérez une barre de levage en acier dans l'alésage central du dévidoir et utilisez un palonnier de levage pour prévenir : 1) tout dommage aux joues du dévidoir; et 2) tout déséquilibre durant le levage.

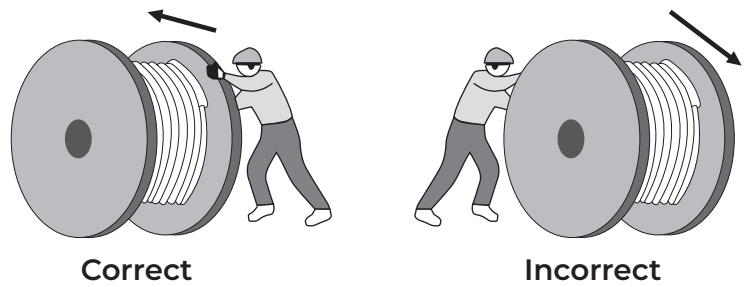


Correct



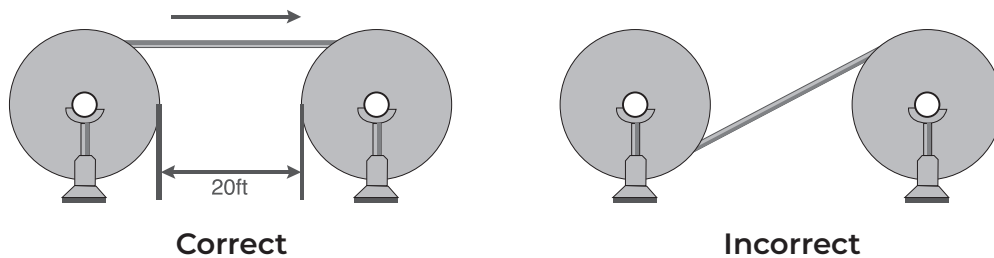
Incorrect

Avant de rouler un dévidoir d'un endroit à l'autre, assurez-vous que l'extrémité du câble est bien fixée au dévidoir. Roulez uniquement les dévidoirs dans le sens de l'enroulement du câble sur le dévidoir. Le fait de rouler dans la direction opposée peut desserrer les spires du câble sur le dévidoir. Ce desserrage pourrait entraîner le croisement des spires et provoquer par la suite des accrochages lors du retrait du câble.

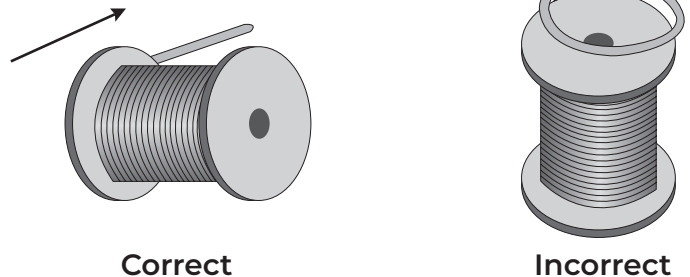


Déroutement et réenroulement du câble

Installez les dévidoirs sur des chevalets de déroulage en passant une barre d'un diamètre adéquat dans leurs alésages centraux. La distance entre le dévidoir de départ et le récepteur doit être d'au moins 6 mètres (20 pieds) pour permettre au câble de se dérouler naturellement et de se redresser. Le déroulement et le réenroulement du câble peuvent s'effectuer à partir du haut ou du bas des deux dévidoirs. Évitez la flexion inverse provoquée par le déroulement entre les extrémités opposées des dévidoirs.



Ne tirez pas le câble par-dessus l'extrémité de la joue du dévidoir, car cela pourrait créer des torsions et des plis dans le câble.



Directives de stockage

Stockage des câbles

Les dévidoirs doivent être stockés à l'intérieur sur une surface lisse, dure et sèche dans la mesure du possible. Les dévidoirs doivent être calés des deux côtés. Les dévidoirs doivent être stockés de manière ordonnée et doivent être alignés de joue à joue. Respectez ces mêmes directives si vous devez les stocker à l'extérieur. Dans ce cas, protégez-les des intempéries et des rayonnements ultraviolets. Si vous ne pouvez pas stocker les dévidoirs sur une surface lisse, dure et sèche, installez une plateforme pour protéger les joues des dévidoirs et éviter qu'elles ne s'enfoncent dans le sol, ce qui pourrait endommager les câbles.

Si une partie du câble est utilisée, l'extrémité du câble restant doit être immédiatement protégée en reproduisant le mieux possible l'étanchéité d'origine pour empêcher l'infiltration d'humidité. L'extrémité doit être fixée au bord intérieur de la joue du dévidoir pour l'empêcher de s'étendre au-delà des joues durant le mouvement du dévidoir.

Les dévidoirs ne doivent pas être stockés sur le côté ou empilés les uns sur les autres : ils doivent être stockés en position verticale (c'est-à-dire les joues perpendiculaires au sol).

Directives d'installation

Traction du câble

La structure du câble peut être endommagée s'il est courbé dans un rayon trop grand et/ou s'il est tiré avec une traction qui dépasse les limites maximales admissibles. L'expérience acquise sur le terrain et les données obtenues lors d'essais en laboratoire ont été utilisées pour déterminer les rayons de courbure minimaux, les tractions maximales admissibles et la pression sur les parois latérales pour divers types de câbles.

Avant de commencer l'installation des câbles, il est recommandé de vérifier que les courbures, les tractions maximales et la pression sur les parois latérales ne dépassent pas les limites indiquées. Il est important de noter que les différentes conceptions de câble peuvent présenter différents degrés de résistance aux dommages matériels. Des conduits ou chemins de câbles conçus et des techniques d'installation minutieuses sont essentielles pour garantir la fiabilité et la durabilité de la performance des câbles.

Les limites de conception indiquées dans ce document peuvent être modifiées si l'expérience et/ou les connaissances relatives à une installation particulière justifient une autre approche. Il convient également de noter que la pression sur les parois latérales et les rayons de courbure admissibles indiqués ne s'appliquent pas nécessairement aux câbles tirés sur des rouleaux ou poulies. Ces appareils ont tendance à imposer une force localisée plus grande sur un câble par opposition aux forces réparties plus uniformément sur un câble installé dans un conduit, par exemple.

Rayon de courbure

Le tableau suivant indique les rayons de courbure minimaux qui sont généralement acceptables pour les câbles d'alimentation, de commande et d'instrumentation basse tension *si la pression sur les parois latérales et les tractions maximales ne sont pas dépassées*.

Deux rayons de courbure sont en jeu lors de l'installation d'un câble :

1. Traction (pendant l'installation, pendant la traction avec une tension appliquée le long de l'axe du câble)
2. Position finale (après installation, sans tension le long de l'axe du câble)

TYPE DE CÂBLE	RAYON MINIMAL DE COURBURE (MULTIPLÉS DU DIAMÈTRE EXTÉRIEUR DU CÂBLE)	
	TRACTION	POSITION FINALE
Sans armure, sans blindage	9	6
Avec blindage, sans armure	18	12
Armure articulée	18	12

Remarque : Dans tous les cas, le rayon minimal de courbure indiqué correspond à la surface interne du câble et non à l'axe du câble.

Traction maximale

La traction maximale admissible pouvant être appliquée à un câble précis est déterminée par les limitations matérielles du câble, la résistance à la traction et à l'écrasement (pression sur les parois latérales), l'utilisation d'anneaux ou de pinces de tirage et la conception du chemin de câble ou du système de conduit, etc. Lors de l'utilisation de filets de tirage en fil d'acier, les tractions maximales recommandées sont généralement limitées par la résistance à la traction et les forces de frottement des couches extérieures du câble lors de leur interaction avec l'âme du câble. Cette méthode de traction de câble n'est généralement ni aussi fiable ni aussi robuste que lorsqu'on utilise des anneaux de tirage. Les anneaux de tirage agissent directement sur l'âme du câble par l'entremise des conducteurs. Par conséquent, la traction maximale autorisée est généralement déterminée par la somme des sections transversales de tous les conducteurs sous tension d'un câble donné. Il est recommandé de ne pas utiliser de fils de masse blindés dans les câbles d'instrumentation pour la traction des câbles.

Pince de tirage

La traction maximale admissible lors de l'utilisation d'une pince de tirage peut être calculée ainsi :

$$T = k_1 \times t \times (D - t)$$

Où :

T = Traction maximale admissible (livres)

k_1 = Constante; 3 140

t = Épaisseur de la gaine (pouces)

D = Diamètre extérieur du câble (pouces)

Anneau de tirage

Les anneaux de tirage sont recommandés en cas de traction importante et doivent être utilisés en association avec un émerillon. La traction maximale admissible lors de l'utilisation d'un anneau de tirage peut être calculée ainsi :

$$T = k_2 \times n \times A$$

Où :

T = Traction maximale admissible (livres)

k_2 = Constante; 0,008 pour les conducteurs en cuivre | 0,006
pour les conducteurs en aluminium

n = Nombre de conducteurs fixés à l'anneau de tirage

A = Surface d'un conducteur (mils circulaires, cmils)

Frottement

Le coefficient de frottement est une composante cruciale des calculs de traction du câble. Il doit donc être choisi avec soin. Ce coefficient dépend de la gaine extérieure du câble, du matériau du chemin de câble ou du conduit et du type de lubrifiant de traction utilisé. Généralement, des valeurs comprises entre 0,25 et 0,50 sont observées pour les câbles gainés de polymère installés dans un conduit propre, lisse et bien lubrifiée. Lorsqu'on ne connaît pas le coefficient, une valeur prudente de $f = 0,50$ suffit habituellement pour les besoins de l'estimation. Les coefficients de frottement types sont présentés ci-dessous pour divers matériaux de conduit qui interagissent avec des gaines de câble en polychlorure de vinyle (PVC) au moyen de lubrifiants de traction à base d'eau.

MATÉRIEL DE CONDUIT	COEFFICIENT DE FROTTEMENT, f (CINÉTIQUE)
PVC	0,35
Polyéthylène	0,25
Acier	0,50
Installation sur des galets	0,15

Remarque : Les coefficients de frottement statique sont généralement plus élevés que les coefficients de frottement cinétique. Il est donc préférable de ne pas interrompre la traction d'un câble, en particulier lorsqu'on approche des limites de conception admissibles pour la traction maximale et la pression sur les parois latérales.

Utilisez uniquement des lubrifiants approuvés compatibles avec la gaine extérieure du câble. Durant la traction, du personnel qualifié doit être placé à intervalles suffisamment rapprochés pour surveiller le mouvement du câble pendant l'installation. Accélérez lentement et doucement de la station au repos à une vitesse de traction constante de 4,5 m/min à 15 m/min (15 pi/min à 50 pi/min).

Une température ambiante supérieure à 27 °C (80 °F) peut augmenter le coefficient de frottement dynamique pour les conducteurs ou les câbles revêtus d'une gaine en polymère.

Installation avec des rouleaux

L'espacement maximal requis entre les rouleaux le long du tracé du câble varie en fonction du poids du câble, de la traction maximale, de la conception du câble et du dégagement entre les galets et le fond du chemin de câbles. Vers la fin de la traction, lorsqu'on approche de sa valeur maximale, l'espacement peut être plus grand dans les parties droites qu'au début de la traction, où la tension est minimale, puisque le câble pend alors beaucoup moins. Pour les conceptions de câble relativement flexibles, l'expression suivante peut être utilisée pour déterminer approximativement l'espacement entre les galets.

$$S = \sqrt{(8 \times H \times T / W)}$$

Où :

S = Distance entre les galets (pieds)

H = Hauteur au-dessus de la surface du chemin
de câbles jusqu'en haut du galet (pieds)

T = Traction (livres)

W = Poids par pied de câble (livres/pied)

Installation sans rouleaux

Les câbles à armure articulée ne doivent pas être installés sur des chemins de câbles en échelle sans galets.

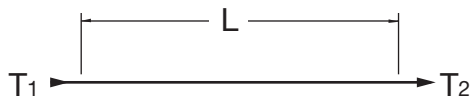
Pour les câbles lisses non armés (type TC, par exemple), on suggère un coefficient de frottement de 0,25.

Si un câble est déplacé par-dessus plusieurs couches de câbles déjà installées dans un chemin de câbles, un coefficient de 0,5 donnera des résultats raisonnablement précis.

Calculs de la traction maximale

La traction maximale finale d'une installation particulière peut être déterminée en additionnant la contribution de chaque partie du tracé du câble. Lorsque le parcours de câble comprend un ou plusieurs coudes, on peut réduire la traction maximale en introduisant le câble dans le conduit à partir de l'extrémité la plus près du ou des coudes. Les calculs à utiliser pour chacune de ces parties sont décrits ci-dessous.

Traction dans une partie droite



$$T_2 = T_1 + W \cdot f \cdot L$$

Où :

T_2 = Traction à la fin de la partie (livres)

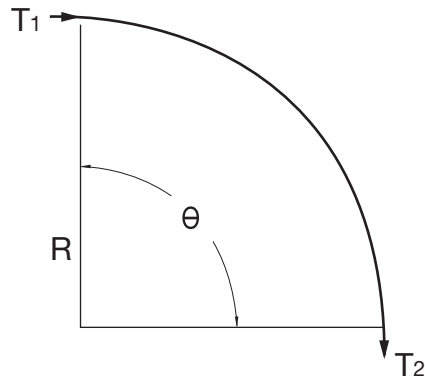
T_1 = Traction au début de la partie (livres)

f = Coefficient de frottement

W = Poids du câble (livres/pied)

L = Longueur de la partie droite (pieds)

Coude horizontal



$$T_2 = T_1 \cdot e^{(f \cdot \Theta)}$$

Où :

T_2 = Traction à la fin de la partie (livres)

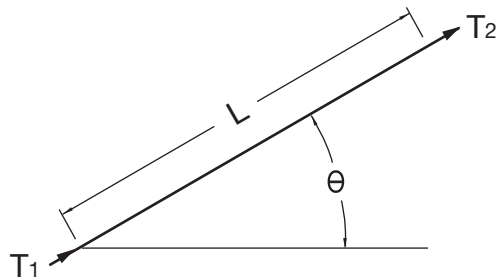
T_1 = Traction au début de la partie (livres)

f = Coefficient de frottement

Θ = Angle du coude (radians)

Remarque : Pour convertir les degrés en radians, multipliez la valeur en degrés par 0,01745.

Traction vers le haut



$$T_2 = T_1 + W \cdot L (\sin \Theta + f \cdot \cos \Theta)$$

Où :

T_2 = Traction à la fin de la partie (livres)

T_1 = Traction au début de la partie (livres)

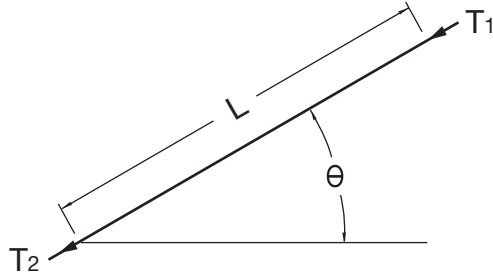
f = Coefficient de frottement

W = Poids du câble (livres/pied)

L = Longueur de la partie droite (pieds)

Θ = Angle d'inclinaison (radians)

Traction vers le bas



$$T_2 = T_1 - W \cdot L (\sin \theta - f \cdot \cos \theta)$$

Où :

T_2 = Traction à la fin de la partie (livres)

T_1 = Traction au début de la partie (livres)

f = Coefficient de frottement

W = Poids du câble (livres/pied)

L = Longueur de la partie droite (pieds)

θ = Angle d'inclinaison (radians)

Pression sur les parois latérales

La pression sur les parois latérales est la force de compression appliquée à un câble lors de sa traction dans un coude. Une version simplifiée de la formule utilisée pour calculer cette valeur est présentée ci-dessous. Elle exclut l'influence du poids du câble lui-même.

Cette hypothèse n'ajoute généralement pas d'erreur appréciable au calcul.

$$SWBP = T_2 / R$$

Où :

SWBP = Pression sur les parois latérales (livres/pied)

T_2 = Traction à la fin de la partie (livres)

R = Rayon du coude (pieds)

Une limite supérieure prudente pour la pression sur les parois latérales (SWBP) de la plupart des conceptions de câble multiconducteur basse tension est de 300 livres/pieds.

Installation en basse température

La basse température indiquée sur les câbles ne doit pas être considérée comme la température minimale d'installation des câbles. La rigueur réelle de l'installation des câbles peut dépasser les paramètres de performance des essais en laboratoire. L'Association canadienne de normalisation (CSA) aborde cette question dans l'avertissement suivant :

CSA C22.2 no 239, Annexe D

Manipulation à basse température (Low-temperature handling)

D.1 La directive « Ne pas manipuler à une température inférieure à -40 °C » qu'on retrouvait dans de nombreuses normes du Groupe CSA a été retirée en raison de son ambiguïté et du fait qu'elle semblait indiquer que les câbles pouvaient être manipulés à -40 °C sans précaution particulière. Le marquage « -40 °C » indique que les câbles ont réussi un essai de pliage à froid ou de choc à froid dans des conditions de laboratoire soigneusement contrôlées. Ces conditions peuvent ne pas correspondre aux conditions réelles sur le terrain. Tous les câbles doivent être préchauffés de façon à atteindre au minimum -10 °C avant leur installation.

Température minimale de traction sans préchauffage du câble

Les types de câbles standards ne peuvent être installés à une température inférieure à -10 °C sans préchauffage. Shawflex évalue que certaines conceptions de câble peuvent être installées jusqu'à -25 °C sans préchauffer le câble (vérifiez auprès de Shawflex pour plus de détails).

S'il est absolument nécessaire d'installer un câble en dessous de cette température, il devra être stocké dans un bâtiment chauffé à température ambiante durant les 48 heures précédant la traction du câble. Le câble sera alors plus facile à installer et risquera moins d'être endommagé.

Lors d'une installation par temps froid, le câble doit être tiré plus lentement et installé dans sa position finale le jour même de son retrait de son lieu de stockage. Ne pas percuter, échapper, plier ou courber un câble brusquement par temps froid. La plupart des défaillances de câbles sont dues à des dommages mécaniques durant l'installation.