

Tambour adapté pour l'ancrage d'un câble sur un châssis

DOMAINE TECHNIQUE

L'invention concerne un tambour adapté pour l'ancrage d'un câble sur un châssis et un système d'ancrage comprenant ce tambour. L'invention concerne également un dispositif de levage comprenant un tel système d'ancrage et un engin de levage comprenant ledit système d'ancrage.

ETAT DE LA TECHNIQUE

Le levage et la manutention de conteneurs peuvent être mis en œuvre grâce à un cadre de préhension, communément appelé « spreader », relié par l'intermédiaire de filins à une grue, typiquement une grue de type « Ship to Shore » (STS), c'est-à-dire du navire au quai, pour le débarquement des conteneurs d'un navire ou l'embarquement des conteneurs sur un navire. Des moteurs montés sur la grue permettent de lever ou d'abaisser le cadre de préhension par l'intermédiaire des filins. Des organes d'accrochage (communément appelés « twist lock ») sont en outre fixés sur le cadre de préhension. L'ouverture - respectivement la fermeture - des organes d'accrochage permet de fixer - respectivement de libérer - un conteneur. Pour permettre leur ouverture ou leur fermeture, les organes d'accrochage sont communément alimentés par un groupe hydraulique le plus souvent agencé sur le cadre de préhension. Le groupe hydraulique peut en outre être adapté pour forcer l'extension ou le rétrécissement du cadre de préhension en utilisation, de sorte à adapter ledit cadre de préhension pour la manutention de conteneurs de différentes tailles. Le groupe hydraulique est avantageusement alimenté en énergie depuis la grue par l'intermédiaire d'un câble : une première extrémité du câble est enroulée autour d'un enrouleur monté sur la grue et une deuxième extrémité du câble est reliée au cadre de préhension, avantageusement par l'intermédiaire d'un châssis (communément appelé « head block ») sous lequel est monté ledit cadre de préhension. Alternativement, les organes d'accrochage sont entièrement électriques, et leur alimentation en énergie depuis la grue se fait également par un tel câble. Le câble peut comprendre en outre un bus de données, par exemple un bus CAN (selon l'acronyme anglo-saxon « Controller Area Network »), chargé de transmettre les informations de verrouillage ou de déverrouillage aux organes d'accrochage ainsi que toute autre information nécessaire au pilotage de la grue (pesage, éclairage, etc.).

Afin de ne pas endommager le câble, le déroulement et l'enroulement du câble autour de l'enrouleur doivent permettre de garder le câble tendu durant toutes les opérations de levage, déchargement, chargement, etc., des conteneurs. Le déroulement et l'enroulement du câble autour de l'enrouleur, de sorte à suivre les mouvements du cadre de préhension, sont

le plus souvent gérés automatiquement par asservissement de l'enrouleur selon un modèle théorique qui calcule le couple à appliquer à l'enrouleur en fonction de la phase de fonctionnement et de la position de la grue sur sa course.

Toutefois, le déplacement du cadre de préhension étant souvent géré manuellement par le grutier, certains mouvements du cadre de préhension ne peuvent pas être immédiatement compensés par l'enrouleur. C'est particulièrement vrai en cas de mouvements brusques du cadre de préhension lorsque ledit cadre est soumis à des chocs, par exemple si le conteneur manque la cale et vient heurter les glissières du porte-conteneur.

Un système d'ancrage du câble est par conséquent monté sur le châssis sous lequel est monté le cadre de préhension. Ce système d'ancrage peut comprendre un tambour cylindrique avantageusement monté rotatif par rapport au châssis par l'intermédiaire de paliers, par exemple des paliers à billes. Sous l'effet de la tension du câble, par exemple en cas de mouvement brusque du cadre de préhension, ledit tambour est mis en rotation autour de son axe de rotation. Le mouvement de rotation du tambour induit l'enroulement et/ou le déroulement du câble autour dudit tambour, offrant ainsi un certain débattement au câble.

Le système d'ancrage peut comprendre en outre des amortisseurs, par exemple des amortisseurs hydrauliques, métalliques ou élastiques (tendeurs) et/ou un ressort de compression adaptés pour amortir le débattement du câble : notamment, quand l'enrouleur tire sur le câble, le ressort de compression fournit un effort de rappel et absorbe le choc.

Toutefois, les systèmes d'ancrage actuels, dont l'encombrement est limité par la taille du châssis sur lequel ils viennent se loger, ne permettent pas un débattement du câble suffisant notamment en cas de chocs. En effet, le débattement offert au câble par le système d'ancrage est typiquement de l'ordre de 40 mm dans le sens du déroulement du câble lorsque l'enrouleur tire sur le câble et de 40 mm dans le sens de l'enroulement du câble lorsque l'enrouleur relâche la tension sur le câble. Il en résulte une usure rapide du câble, qui nécessite des opérations de maintenance fréquentes et coûteuses.

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

Un but de l'invention est de concevoir un tambour adapté pour l'ancrage d'un câble sur un châssis offrant un grand débattement audit câble tout en présentant un encombrement limité.

A cet effet, l'invention propose un tambour adapté pour l'ancrage d'un câble sur un châssis, ledit tambour étant adapté pour être monté rotatif autour d'un axe de rotation sur ledit

châssis, le tambour présentant une surface latérale autour d'un axe parallèle à l'axe de rotation, le tambour étant caractérisé en ce que la surface latérale comprend une première portion présentant au moins un premier rayon de courbure mesuré dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation (ci-dessous désigné par le terme « plan » dans un souci de concision) strictement supérieur à au moins un deuxième rayon de courbure d'une deuxième portion de la surface latérale mesuré dans ledit plan, le tambour étant adapté pour permettre un débattement du câble par enroulement et/ou déroulement dudit câble autour de la surface latérale le long de la première portion, par rotation dudit tambour autour de l'axe de rotation entre une première et une deuxième position de butée.

Le tambour présente avantageusement une surface latérale de rayon de courbure variable, la portion de grand rayon de courbure dudit tambour étant limitée à la portion utile au débattement du câble par enroulement et/ou déroulement du câble le long de ladite portion. Le tambour offre ainsi un grand débattement au câble tout en présentant un encombrement restreint permettant son logement sur des petits châssis.

Selon d'autres caractéristiques optionnelles du tambour prises seules ou en combinaison lorsque cela est techniquement possible :

- l'axe de rotation coupe le plan en un point d'intersection situé à une distance du centre d'un cercle tangent à la première portion comprise entre 0 % et 10 % de la valeur d'un rayon du cercle, le rayon du cercle étant égal au premier rayon de courbure de la première portion, la première portion étant centrée autour du point d'intersection ;
- la première portion comprend le point de rayon de courbure maximal de la surface latérale mesuré dans le plan ;
- la surface latérale présente, dans le plan, une forme d'ovoïde et la première portion de la surface latérale est comprise dans la partie de l'ovoïde opposée à la portion de ladite ovoïde de plus petit rayon de courbure ;
- la surface latérale présente, dans le plan, une forme d'ellipse, et la première portion de la surface latérale est comprise dans un des deux arcs de l'ellipse délimités par le grand axe de ladite ellipse ;
- le point d'intersection entre le plan et l'axe de rotation se situe sur le demi-petit axe de l'ellipse opposé à la première portion de la surface latérale par rapport au centre de l'ellipse ;
- la longueur de la première portion de la surface latérale mesurée dans le plan est supérieure à 300 mm, de préférence supérieure à 600 mm.

L'invention concerne également un système d'ancrage d'un câble comprenant un châssis, un tambour tel que précédemment décrit monté rotatif sur le châssis autour de l'axe

de rotation, et au moins un ressort d'absorption des efforts générés par le débattement du câble entre la première et la deuxième position de butée agencé entre le tambour et le châssis.

Selon d'autres caractéristiques optionnelles du système d'ancrage de câble prises seules ou en combinaison lorsque cela est techniquement possible :

- le au moins un ressort d'absorption des efforts est un ressort de torsion ou un ensemble de deux ressorts de torsion assemblés en série ;
- chaque ressort de torsion comprend un premier prisme à base carrée métallique et creux, un deuxième prisme à base carrée métallique et creux logé à l'intérieur du premier prisme avec un décalage angulaire par rapport au premier prisme, et quatre cylindres en élastomère agencés entre le premier prisme et le second prisme, dans les coins du premier prisme ;
- le système d'ancrage de câble comprend deux ressorts de torsion en série, le deuxième prisme à base carrée du premier ressort de torsion étant relié au deuxième prisme à base carrée du deuxième ressort de torsion ;
- le ressort d'absorption des efforts est agencé selon l'axe de rotation de sorte à permettre la rotation du tambour autour de l'axe de rotation par rapport au châssis entre la première et la deuxième position de butée sans palier de roulement ni coussinet ;
- la première et la deuxième position de butée sont décalées angulairement par rapport à l'axe de rotation d'un angle compris entre 0° et 60°, de préférence entre 0° et 90°.

L'invention s'étend également à un dispositif de levage comprenant :

- un cadre de préhension comprenant au moins un organe d'accrochage d'une charge à lever,
- un système d'ancrage tel que précédemment décrit comprenant un châssis et un tambour tel que précédemment décrit, le châssis étant fixé sur le cadre de préhension et le tambour étant fixé sur le châssis,
- un enrouleur adapté pour être fixé sur un engin de levage,
- un câble, une première extrémité du câble étant ancrée au tambour du système d'ancrage par enroulement fixe d'au moins deux tours autour de la surface latérale du tambour et une deuxième extrémité du câble étant enroulée autour de l'enrouleur.

Selon d'autres caractéristiques optionnelles du dispositif de levage prises seules ou en combinaison lorsque cela est techniquement possible :

- la surface latérale présente un rayon de courbure minimal dans le plan strictement supérieur au rayon de courbure statique d'endommagement du câble ;
- l'enrouleur est un enrouleur à régulation électronique et la longueur de la première portion du tambour mesurée dans le plan est égale au double du produit d'une vitesse

maximale du cadre de préhension par un temps de réaction d'une boucle de régulation dudit enrouleur.

Enfin, l'invention s'étend à un engin de levage, tel qu'une grue, un portique ou un chariot élévateur, comprenant un dispositif de levage tel que précédemment décrit.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1A, la figure 1B et la figure 1C illustrent un exemple d'application d'un système d'ancrage de câble selon l'invention dans lequel ledit système est fixé sur un cadre de préhension lui-même monté sur une grue ;

- la figure 2A et la figure 2B représentent des modes de réalisation particuliers du tambour selon l'invention dans lesquels la surface latérale dudit tambour présente respectivement, dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation dudit tambour, des formes d'ovoïde et d'ellipse ;

- la figure 3 représente un mode de réalisation particulier du système d'ancrage d'un câble selon l'invention dans lequel la surface latérale du tambour présente une forme d'ellipse et un axe de rotation du tambour relativement au châssis au centre de l'ellipse : le milieu de la figure 3 représente la position neutre du tambour, la figure 3 en bas représente le cas de l'application par le câble d'une sous-traction sur le tambour entraînant la rotation dudit tambour dans le sens de l'enroulement du câble, la figure 3 en haut représente le cas de l'application par le câble d'une sur-traction sur le tambour entraînant la rotation dudit tambour dans le sens du déroulement du câble

- la figure 4 représente un mode de réalisation particulier du système d'ancrage d'un câble selon l'invention dans lequel la surface latérale du tambour présente une forme d'ellipse et un axe de rotation du tambour relativement au châssis désaxé par rapport au centre de l'ellipse : le milieu de la figure 4 représente la position neutre du tambour, la figure 4 en haut représente le cas de l'application par le câble d'une sous-traction sur le tambour entraînant la rotation dudit tambour dans le sens de l'enroulement du câble, la figure 4 en bas représente le cas de l'application par le câble d'une sur-traction sur le tambour entraînant la rotation dudit tambour dans le sens du déroulement du câble ;

- la figure 5 illustre le problème de l'effet « coup de fouet » dans le cas d'un système d'ancrage d'un câble comprenant un tambour circulaire avec un axe de rotation du tambour relativement au châssis désaxé par rapport au centre du cercle ;

- la figure 6 illustre un mode de réalisation du système d'ancrage de câble dans lequel ledit système comprend un tambour présentant une forme elliptique et un axe de rotation désaxé par rapport au centre de l'ellipse ainsi qu'un ressort de compression adapté pour

amortir un débattement du câble par enroulement et/ou déroulement du câble autour d'une portion de l'ellipse ;

- la figure 7 représente un mode de réalisation particulier d'un ressort de torsion ;
- la figure 8A et la figure 8B représentent un mode de réalisation particulier du système d'ancrage de l'invention dans lequel ledit système comprend un tambour présentant une forme elliptique et un axe de rotation désaxé par rapport au centre de l'ellipse ainsi que quatre ressorts de torsion adaptés pour amortir un débattement du câble par enroulement et/ou déroulement du câble autour d'une portion de l'ellipse et agencé selon l'axe de rotation du tambour de sorte à permettre la rotation dudit tambour relativement au châssis.

Pour des raisons de lisibilité, les dessins ne sont pas nécessairement réalisés à l'échelle.

DESCRIPTION DETAILLEE DE MODES DE REALISATION

L'invention concerne un tambour adapté pour être monté sur un châssis et ancrer un câble sur ledit châssis.

En référence aux figures 1A, 1B et 1C, le châssis 2 est préférentiellement un châssis adapté pour être monté sur un cadre de préhension 4, ledit cadre de préhension 4 comprenant un ou plusieurs organes d'accrochage 5, lesdits organes d'accrochage étant adaptés pour la préhension d'une charge. Les organes d'accrochage 5 du cadre de préhension 4 peuvent comprendre par exemple quatre verrous tournants adaptés pour la préhension d'un conteneur. Lors de son utilisation, le cadre de préhension 4 est relié à un engin de levage 6, par exemple une grue, par des moyens de levage 7 dudit cadre de préhension 4, lesdits moyens de levage 7 étant adaptés pour permettre le mouvement du cadre de préhension 4 relativement à l'engin de levage 6, typiquement la montée ou la descente dudit cadre de préhension 4, ledit mouvement pouvant être piloté à distance par un opérateur, par exemple un grutier positionné dans la cabine de pilotage ou dans une salle de pilotage d'où il pilote plusieurs grues alternativement. Alternativement, ledit mouvement peut être géré complètement automatiquement sans l'intervention dudit opérateur. Les moyens de levage 7 du cadre de préhension 4 peuvent comprendre des filins et un ou plusieurs moteurs montés sur l'engin de levage 6.

Selon un mode de réalisation non représenté sur les figures 1A, 1B et 1C, un deuxième cadre de préhension peut être relié à l'engin de levage 6 par des moyens de levage dudit deuxième cadre de préhension, ledit engin de levage 6 comprenant en outre une plateforme intermédiaire. Une telle configuration est particulièrement avantageuse lorsque l'engin de levage est une grue STS : le cadre de préhension 4 est utilisé pour déplacer un conteneur

entre le navire et la plateforme tandis que le deuxième cadre de préhension est utilisé pour déplacer ledit conteneur entre la plateforme et le quai.

Le câble 3 comprend un ou plusieurs liens conducteurs pour le transfert de puissance et/ou de données. Chaque lien conducteur peut se présenter sous la forme d'un fil électriquement conducteur, d'une fibre optique, ou toute autre forme appropriée. Préférentiellement, le câble comprend au moins un lien conducteur d'alimentation et un lien conducteur de commande des organes d'accrochage 5 du cadre de préhension 4. Lorsque le tambour 1 est en cours d'utilisation, c'est-à-dire lorsque le tambour 1 est monté sur le châssis 2, le châssis 2 monté sur un cadre de préhension 4 et le cadre de préhension 4 relié à un engin de levage 6, une première extrémité du câble est ancrée au châssis 2 par l'intermédiaire du tambour 1 et une deuxième extrémité du câble 3 est enroulée autour d'un enrouleur monté sur l'engin de levage 6. Plus précisément, le tambour selon l'invention comprend une surface latérale (S) située autour d'un axe (Y), de sorte que lorsque le tambour 1 est en cours d'utilisation, la première extrémité du câble 3 est enroulée autour de ladite surface latérale (S).

L'enrouleur monté sur l'engin de levage est typiquement un enrouleur à régulation électronique comprenant un moteur qui enroule ou déroule le câble de sorte à garder le câble tendu quelle que soit la phase de fonctionnement du cadre de préhension (par exemple en phases d'ascension, de descente, de mise en mouvement ou d'arrêt). Une unité de commande calcule une consigne de couple à appliquer en fonction de ladite phase de fonctionnement. La valeur du couple doit être suffisamment importante pour maintenir le câble tendu sans pour autant endommager le câble. La consigne de couple est envoyée à un variateur de fréquence qui traduit ladite consigne de couple en courant à imposer au moteur. Une variation de la consigne de couple, par exemple lorsque la position du cadre de préhension évolue ou que la phase de fonctionnement change, entraîne une variation du courant moteur. Une telle boucle de régulation présente un temps de réaction non nul qui est la somme d'au moins un temps de réaction lié à l'électronique et d'un temps de réaction lié à la transformation de la consigne en courant. Le temps de réaction lié à l'électronique est estimé comme étant de l'ordre de 75 ms. Ce temps de réaction ne permet pas à l'enrouleur de répondre suffisamment vite dans certaines situations par exemple lors de mouvements brusques du cadre de préhension, par exemple en cas de chocs ou de rafales de vent, générant ainsi des tensions dans le câble.

Le tambour 1 est donc adapté pour être monté rotatif sur le châssis 2 autour d'un axe de rotation (X) parallèle à l'axe (Y), de sorte que lorsque le tambour 1 est en cours d'utilisation, le tambour 1 peut être librement mis en rotation autour de l'axe de rotation (X) sous l'effet d'une tension du câble 3 non immédiatement compensée par l'enrouleur permettant ainsi un

débattement du câble 3 par l'enroulement et/ou le déroulement dudit câble autour de la surface latérale (S) le long d'une portion de la surface latérale (S).

Plus précisément, le tambour, dans une position qualifiée de neutre, peut être soumis à un effort de traction de la part du câble du fait du couple imposé audit câble par l'enrouleur, permettant de maintenir ledit câble tendu. Une tension mécanique du câble s'entend comme une variation de la traction appliquée par le câble sur le tambour par rapport à la traction appliquée audit tambour dans la position neutre. Il peut s'agir d'une sous-traction (configuration correspondant à un mou de câble) ou d'une sur-traction (configuration dans laquelle l'enrouleur tire sur le câble avec une traction plus élevée que la résultante théorique de la consigne). Une telle tension mécanique va entraîner un mouvement de rotation du tambour autour de l'axe de rotation (X) par rapport à cette position neutre. Dans le cas de la sous-traction, le mouvement de rotation autour de l'axe de rotation (X) se fera dans le sens de l'enroulement pour rattraper le mou de câble jusqu'à éventuellement atteindre une première position de butée. Dans le cas de la sur-traction, le mouvement de rotation autour de l'axe de rotation (X) se fera dans le sens du déroulement du câble pour libérer du câble jusqu'à éventuellement atteindre une deuxième position de butée.

Préférentiellement, le tambour est agencé de sorte qu'en cours d'utilisation dudit tambour, une première partie de la première extrémité du câble reste enroulée autour de ladite surface (S) dans toutes les phases d'utilisation du châssis, et une deuxième partie dudit câble dans le prolongement de la première partie s'enroule et/ou se déroule le long de la portion de la surface latérale (S) du fait du mouvement de rotation du tambour autour de l'axe de rotation (X) entre la première et la deuxième position de butée. A titre d'exemple, la première partie de la première extrémité du câble présente une longueur au moins égale à deux tours complets de la surface (S), préférentiellement supérieure à deux tours et demi. La première partie de la première extrémité est avantageusement suffisamment longue pour annuler la tension du câble à l'extrémité dudit câble par un effet dit de cabestan (« capstan effect » en anglais). De manière connue en elle-même, l'effet de cabestan établit le rapport entre une force de maintien appliquée à une extrémité d'un câble enroulé autour de la surface latérale d'un plot, ledit plot pouvant présenter une section circulaire ou non circulaire (par exemple une section elliptique) et une force de charge appliquée à une extrémité opposée dudit câble, qui dépend du coefficient de frottement du câble sur la surface latérale du plot.

Le tambour 1 est caractérisé en ce qu'au moins un premier rayon de courbure d'une première portion 14 de la surface latérale (S) mesuré dans un plan (P) perpendiculaire à l'axe de rotation (X) est strictement supérieur à au moins un deuxième rayon de courbure d'une deuxième portion de la surface latérale (S) mesuré dans le même plan (P). Le tambour 1 est

agencé pour que, lorsqu'il est monté sur un châssis 2, l'enroulement et/ou le déroulement dudit câble 3 autour de la surface latérale (S) du fait du mouvement de rotation du tambour 1 autour de l'axe (X) entre la première et la deuxième position de butée se fasse le long de la première portion 14. Autrement dit, la portion utile dudit tambour 1 est limitée à la portion de grand rayon de courbure.

A titre d'exemple, la surface latérale (S) dans le plan (P) présente une forme d'ovoïde ou d'ellipse, ou toute autre forme dont le rayon de courbure n'est pas constant. Ainsi, la forme de la surface latérale (S) dans le plan (P) n'est pas un cercle.

La surface latérale (S) peut être lisse, de sorte qu'elle présente dans le plan (P) une unique tangente en tout point. La surface latérale (S) présente donc une forme courbe, correspondant exactement à la forme d'ellipse ou d'ovoïde décrite précédemment. A cet effet, la surface latérale (S) peut être formée par roulage d'une tôle métallique. Alternativement et sans sortir du cadre de l'invention, la surface latérale (S) peut présenter de multiples facettes parallèles à l'axe de rotation du tambour, de sorte qu'elle présente dans le plan (P) une forme polygonale inscrite dans la forme de rayon de courbure non constant, par exemple la forme d'ellipse ou d'ovoïde. Autrement dit, la surface latérale (S) présente globalement, dans le plan (P), la forme d'une ellipse ou d'une ovoïde. Par exemple, la surface latérale (S) peut être formée par croquage d'une tôle métallique, c'est-à-dire par pliages successifs de la tôle métallique.

Le tambour 1 est avantageusement moins encombrant qu'un tambour qui comprendrait une surface latérale (S) présentant dans le plan (P) perpendiculaire à l'axe de rotation (X) une forme de cercle (C1) tangent à la première portion 14 et de rayon égal au premier rayon de courbure (R1), tout en offrant au câble un débattement le long de la première portion 14 plus grand que ne le permettrait un tambour 1 avec les mêmes première et deuxième position de butée et comprenant une surface latérale (S) dont la forme dans le plan (P) est un cercle (C2) de rayon égal au deuxième rayon de courbure (R2) pour un même encombrement latéral sur le châssis.

Sur les figures 2A et 2B sont représentés des exemples de surfaces latérales (S) présentant des formes respectivement d'ovoïde et d'ellipse dans le plan (P) (plan des figures 2A et 2B) et comparent lesdites ovoïde et ellipse aux cercles (C1) et (C2).

La figure 3 représente l'exemple d'un tambour 1 présentant une forme d'ellipse dans le plan (P) en utilisation sur un châssis. En particulier, la figure 3 représente au centre la configuration dans laquelle le tambour 1 est dans une position neutre. La figure 3 en bas

représente le cas d'une sous-traction du câble 3 : le tambour 1 tourne depuis ladite position neutre dans le sens de l'enroulement dudit câble 3 autour de l'axe de rotation (X) pour enrouler le mou de câble. La figure 3 en haut représente le cas d'une sur-traction du câble 3 : le tambour 1 tourne depuis la position neutre dans le sens du déroulement du câble 3 autour de l'axe de rotation (X) pour dérouler du câble.

L'ellipse présente un grand encombrement en hauteur, mais un encombrement en largeur très réduit. Si le premier n'a pas d'intérêt particulier à être réduit n'étant pas très contraignant, le second doit être limité de sorte à pouvoir monter le tambour 1 sur un châssis de petite taille. L'ellipse est donc une forme particulièrement avantageuse pour le tambour 1.

Dans le mode de réalisation particulier représenté sur la figure 3, l'axe de rotation (X) coupe le plan (P) au centre de l'ellipse.

Alternativement, on considère le cercle (C1) de longueur de rayon égale au premier rayon de courbure (R1) de la première portion 14 et tangent à ladite première portion 14 (cercle représenté sur la Figure 2B, la première portion 14 y est représentée en gras). On note (O1) le centre dudit cercle (C1). Avantageusement, l'axe de rotation (X) coupe le plan (P) en un point d'intersection (A) situé à une distance du centre (O1) du cercle (C1) comprise entre 0 % et 10 % de la valeur du premier rayon de courbure. Autrement dit, l'axe de rotation (X) est placé à proximité du centre (O1) du cercle (C1) tangent à la première portion 14 de rayon égal au premier rayon de courbure.

Préférentiellement, l'axe de rotation (X) coupe le plan (P) en le point d'intersection (A) qui est situé à une distance du centre (O1) du cercle (C1) comprise entre 0 % et 5 % de la valeur du premier rayon de courbure, la première portion 14 étant centrée autour du point d'intersection (A). On entend par le fait que la première portion 14 est centrée autour du point d'intersection (A) que le point d'intersection (A) se trouve sur le rayon du cercle (C1) tangent à la première portion 14 qui coupe l'arc que forme la première portion 14 en son milieu.

Par exemple, le point (A) d'intersection entre le plan (P) et l'axe de rotation (X) se situe sur le demi-petit axe de l'ellipse opposé à la première portion de la surface latérale (S) par rapport au centre de l'ellipse.

Préférentiellement encore, le point d'intersection (A) et le centre (O1) du cercle (C1) tangent à la première portion 14 et de rayon égal au premier rayon de courbure sont confondus.

A titre d'exemple, la figure 4 représente le cas particulier où la surface latérale (S) présente dans le plan (P) une forme d'ellipse et où le point d'intersection (A) est confondu avec le centre (O1) du cercle (C1) tangent à la première portion et de rayon égal au premier rayon de courbure. La figure 4 au milieu correspond à la configuration dans laquelle le tambour est dans une position neutre, la figure 4 en haut au cas d'une sous-traction du câble et la figure 4 en bas au cas d'une sur-traction du câble. Le point d'intersection (A) est dans ce cas distinct du centre de l'ellipse, et ledit centre de l'ellipse est globalement situé entre la première portion et le point d'intersection (A). Le placement de l'axe de rotation (X) à proximité du centre (O1) du cercle (C1) tangent à la première portion et de rayon égal au premier rayon de courbure ou directement sur ledit centre (O1) induit un éloignement dudit axe de rotation (X) de la première portion par rapport au cas où il serait placé au centre de l'ellipse.

Pour une surface latérale (S) donnée, et un angle entre la première et la deuxième position de butée fixé, un axe de rotation (X) plus éloigné de la portion d'enroulement/déroulement offre au câble un débattement plus grand. Autrement dit, la longueur l de la première portion 14 mesurée dans le plan (P) est plus grande. Réciproquement, pour un débattement donné, le désaxement de l'axe de rotation (X) par éloignement de la première portion 14 nécessitera un angle entre la première et la deuxième position de butée plus petit. L'éloignement de l'axe de rotation (X) de la portion d'enroulement/déroulement est donc particulièrement avantageux quand l'angle entre la première position de butée et la deuxième position de butée est contraint et ne peut dépasser une valeur maximale, par exemple du fait de ressorts d'amortissement de l'effort du câble 3 sur le tambour 1.

Dans le cas d'une surface latérale (S) présentant dans le plan (P) une forme de cercle de rayon limité par la taille du châssis sur lequel doit être agencé le tambour (par exemple ledit rayon est égal au deuxième rayon de courbure), le désaxement de l'axe de rotation (X) par rapport au centre du cercle est connu par l'homme du métier pour permettre, à angle contraint entre la première et la deuxième position de butée, d'augmenter la longueur de débattement offerte au câble. Toutefois, le passage de la position neutre à une ou l'autre des positions de butée, et réciproquement, entraîne dans ce cas une variation importante de la distance d mesurée dans le plan (P) entre le câble et la droite du plan (P) parallèle audit câble qui coupe l'axe de rotation (X), engendrant ainsi des remontées brusques de « vagues » du câble vers l'enrouleur, autrement dit la propagation rapide d'un déplacement transverse du câble le long du câble vers l'enrouleur (voir la figure 5). S'il existe des moyens de protection de l'enrouleur contre de telles vagues de câbles (par exemple des garde-fous), ces moyens ne sont pas suffisants pour des vagues de câbles fréquentes et/ou de grande amplitude.

La caractéristique selon laquelle le tambour 1 est adapté pour l'enroulement et/ou le déroulement d'un câble 3 le long d'une première portion d'une surface latérale (S) dudit tambour 1 ladite première portion 14 présentant un premier rayon de courbure plus grand qu'un deuxième rayon de courbure d'une deuxième portion de la surface latérale (S), combinée au positionnement de l'axe de rotation (X) à proximité du centre (O1) du cercle (C1) tangent à la première portion et de rayon égal au premier rayon de courbure permet, pour un angle contraint entre la première et la deuxième position de butée, d'offrir un grand débattement au câble 3 tout en limitant cet effet « coup de fouet » qui peut endommager le câble 3 ou éjecter le câble 3 de l'enrouleur lors de l'arrivée de la vague de câble sur ledit enrouleur.

L'effet « coup de fouet » est d'autant mieux évité que le point d'intersection (A) est proche du centre (O1) du cercle (C1) et la première portion 14 centrée autour du point d'intersection (A) (visible par comparaison entre la figure 3 sur laquelle l'axe du câble 3 dépend de la rotation du tambour 1 et la figure 4 sur laquelle il n'en dépend pas).

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la première portion 14 comprend le point de rayon de courbure maximal de la surface latérale (S) mesuré dans le plan (P) et/ou, le rayon de courbure moyen de la première portion 14 mesuré dans le plan (P) est supérieur ou égal au rayon de courbure moyen mesuré dans le même plan (P) de toute portion de la surface latérale (S) de même longueur que la première portion, la longueur des portions étant mesurées dans ledit plan (P) et/ou dans lequel la première portion 14 est la portion de la surface latérale (S) de longueur l mesurée dans le plan (P) la plus plate.

Une telle configuration permet avantageusement, pour une surface latérale (S) donnée et un angle entre la première position de butée et la deuxième position de butée fixé, d'obtenir le plus grand débattement possible et d'éviter au mieux l'effet « coup de fouet » précédemment décrit.

Dans le cas particulier où la surface latérale (S) dans le plan (P) présente une forme d'ovoïde, la première portion 14 de la surface latérale (S) est préférentiellement comprise dans la partie de l'ovoïde opposée à la portion de plus petit rayon de courbure de l'ovoïde. Autrement dit, en comparant la forme ovoïdale à celle d'un œuf, la portion de plus petit rayon de courbure est la tête de l'œuf, la première portion 14 est donc préférentiellement comprise dans le pied de l'œuf (voir portion en gras sur la figure 2A).

Dans cette configuration, l'ovoïde présente l'avantage de pouvoir éloigner l'axe de rotation (X) de la première portion 14 tout en gardant le point (A) d'intersection de l'axe de rotation (X) dans le plan (P) à l'intérieur de la surface latérale (S).

Dans le cas particulier où la surface latérale (S) dans le plan (P) présente une forme d'ellipse, la première portion 14 de la surface latérale (S) est préférentiellement comprise dans un des deux arcs de l'ellipse délimités par le grand axe de ladite ellipse (voir les figures 2B, 3 et 4).

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la longueur l de la première portion 14 de la surface latérale (S) mesurée dans le plan (P) est supérieure à 300 mm, de préférence supérieure à 600 mm, de sorte à offrir un débattement du câble 3 depuis la position neutre d'au moins 300 mm dans le sens de l'enroulement du câble et d'au moins 300 mm dans le sens du déroulement du câble.

En effet, les inventeurs considèrent que le débattement idéal pour le câble à partir de la position neutre est le produit de la vitesse maximale du cadre de préhension par le temps de réaction de la boucle de rétroaction de l'enrouleur à régulation électronique. La vitesse linéaire maximale donnée par les moteurs au cadre de préhension est typiquement comprise entre 150 m/min ou 2,5 m/s et 240 m/min ou 4 m/s. Le temps de réaction de l'enrouleur à régulation électronique étant, comme indiqué précédemment de l'ordre de 75 ms, le débattement depuis la position neutre, est donc idéalement de 300 mm à la fois dans le sens du déroulement et de l'enroulement du câble sur le tambour. Un rayon de courbure de la surface latérale (S) du tambour non constant permet avantageusement d'obtenir un tel débattement avec un encombrement acceptable dudit tambour sur le châssis.

Une longueur l de la première portion de la surface latérale mesurée dans le plan (P) supérieure à 300 mm, avec préférentiellement un débattement depuis la position neutre de 150 mm à la fois dans le sens du déroulement et de l'enroulement du câble sur le tambour peut être suffisant lorsque la vitesse linéaire maximale donnée par les moteurs au cadre de préhension est plus faible, pour les grues moins rapides.

L'invention concerne également un système d'ancrage d'un câble 3, comprenant un châssis 2 et un tambour 1 selon l'un des modes de réalisation précédemment décrits, monté rotatif sur le châssis 2 autour de l'axe de rotation (X). Le système d'ancrage selon l'invention comprend en outre au moins un ressort d'absorption des efforts générés par le débattement du câble 3 entre la première et la deuxième position de butée agencé entre le tambour 1 et le châssis 2.

Sous l'effet de l'effort appliqué au ressort du fait de la rotation du tambour 1 autour de l'axe de rotation (X), ledit ressort se déforme. L'agencement du ressort entre le tambour et le châssis est réalisé de sorte que le ressort est au milieu de sa plage de déformation lorsque le tambour est dans la position neutre. Ceci permet d'obtenir un débattement équivalent dans le sens de l'enroulement du câble et dans le sens du déroulement du câble.

Préférentiellement, la première et la deuxième position de butée sont décalées angulairement par rapport à l'axe de rotation (X) d'un angle compris entre 0° et 60° et le milieu de la plage de déformation de l'au moins un ressort est situé à 30° . Selon un mode de réalisation encore préféré, la première et la deuxième position de butée sont décalées angulairement par rapport à l'axe de rotation (X) d'un angle compris entre 0° et 90° et le milieu de la plage de déformation de l'au moins un ressort est situé à 45° .

Selon un mode de réalisation du système d'ancrage de câble représenté sur la Figure 6, l'au moins un ressort comprend un ressort de compression 8. Dans ce mode de réalisation, le système d'ancrage de câble comprend en outre au moins un palier 9 agencé selon l'axe de rotation (X), ledit au moins un palier étant adapté pour permettre la rotation du tambour 1 autour de l'axe (X) relativement au châssis 2 entre la première et la deuxième position de butée. Le palier comprend par exemple un palier à billes, ou des coussinets ou tout autre moyen de guidage en rotation. Le ressort de compression est caractérisé par une longueur au repos, une longueur de compression maximale inférieure à la longueur au repos (longueur lorsque les spires se touchent) et une constante de raideur. A constante de raideur donnée, l'angle entre la première position de butée et la deuxième position de butée est limité par la longueur au repos du ressort d'une part et la longueur de compression maximale d'autre part. Par exemple, un ressort de longueur au repos comprise entre 200mm et 250mm permet d'atteindre typiquement un angle entre la première position de butée et la deuxième position de butée compris entre 15° et 20° . Toutefois, augmenter la longueur du ressort revient à augmenter l'encombrement du système d'ancrage.

Selon un mode de réalisation préféré du système d'ancrage de câble, l'au moins un ressort comprend un ressort de torsion.

Dans une variante, le système d'ancrage comprend un ressort de torsion agencé le long de l'axe de rotation (X), une première partie dudit ressort étant rigidement liée au châssis et une deuxième partie dudit ressort étant rigidement liée au tambour, la deuxième partie étant adaptée pour pivoter par rapport à la première partie de sorte à permettre la rotation du tambour autour de l'axe de rotation (X). Ainsi agencé, la première et la deuxième position de

butée peuvent correspondre aux positions extrémales de pivotement de la deuxième partie du ressort de torsion relativement à la première partie. Selon une alternative préférée, la première et la deuxième position de butée sont comprises entre les positions extrémales de pivotement de la deuxième partie du ressort relativement à la première partie. Ne pas tourner jusqu'à atteindre les positions extrémales en utilisation du tambour permet avantageusement de ne pas réduire inutilement la durée de vie du ressort de torsion.

Un tel agencement du ressort de torsion permet avantageusement de ne pas utiliser d'autres moyens de montage rotatif du tambour relativement au châssis tels que des paliers de roulement ou des coussinets. En effet, lesdits paliers de roulement ou coussinets ne sont pas adaptés aux conditions d'utilisation du système d'ancrage monté sur un cadre de préhension (travail permanent sur un angle de rotation limité sans jamais faire de tours complets, nombreuses vibrations) et s'usent rapidement, limitant la durée de vie du système d'ancrage. Au contraire, les ressorts de torsion, classiquement utilisés dans les plots vibratoires, sont parfaitement adaptés à de telles conditions d'utilisation. En outre, l'utilisation de ressorts de torsion agencés selon l'axe (X) permet de diminuer l'encombrement du système d'ancrage, notamment par rapport à la configuration dans laquelle l'au moins un ressort comprend un ressort de compression.

Dans une autre variante encore préférée, le système d'ancrage de câble comprend au moins deux ressorts de torsion montés en série et agencé selon l'axe de rotation (X), une première partie d'un premier ressort étant montée sur le châssis, une première partie d'un deuxième ressort étant montée sur le tambour, et une deuxième partie du premier ressort étant rigidement liée à une deuxième partie du deuxième ressort.

Pour une surface latérale (S) donnée, l'agencement de deux ressorts de torsion en série permet avantageusement de doubler l'angle entre la première et la deuxième position de butée par rapport à l'axe de rotation (X) et donc d'augmenter la longueur l de la première portion mesurée dans le plan (P). Autrement dit, cela permet d'augmenter le débattement offert au câble. Ainsi, si l'angle entre la première et la deuxième position de butée par rapport à l'axe de rotation (X) avec un ressort de torsion est compris entre 0° et 30° , la mise en série de deux ressorts de torsion permet avantageusement de porter l'angle entre la première et la deuxième position de butée à un angle compris entre 0° et 60° . Un tel angle de débattement entre la première et la deuxième position de butée n'est pas raisonnablement atteignable avec un ressort de compression.

Un angle de débattement entre la première position de butée et la deuxième position de butée compris entre 0° et 60° permet de balayer une première portion de longueur comprise

entre 0 et environ 630 mm mesurée dans le plan (P) lorsque le premier rayon de courbure de la première portion de la surface latérale (S) mesure 575 mm, le diamètre du câble 50 mm et que la distance d' est avantageusement égale au premier rayon de courbure de ladite première portion de la surface latérale (S). En effet, la longueur d'arc de la première portion à la fibre neutre du câble l peut être calculée de la façon suivante :

$$l = \frac{2 \times (575 + 25) \times \pi \times 60}{360} = 628,32 \text{ mm} \cong 630 \text{ mm}$$

A titre d'exemple, en référence à la figure 7, chaque ressort de torsion 10 peut comprendre un premier prisme 11 à base carrée métallique et creux, un deuxième prisme 12 à base carrée métallique et creux logé à l'intérieur du premier prisme 11 avec un décalage angulaire par rapport au premier prisme 11, et quatre cylindres 13 en élastomère agencé entre le premier prisme 11 et le second prisme 12, dans les coins du premier prisme. Dans ce cas, le premier prisme 11 peut être lié rigidement au châssis - réciproquement au tambour - et le deuxième prisme 12 au tambour - réciproquement au châssis. Dans la configuration particulière selon laquelle deux ressorts de torsion sont montés en série, le deuxième prisme 12 interne du premier ressort de torsion peut être relié au deuxième prisme 12 interne du deuxième ressort de torsion, par exemple par un arbre intermédiaire. Les premiers prismes 11 externes du premier et du deuxième ressort de torsion peuvent quant à eux être reliés au tambour et au châssis par des cavaliers extérieurs.

Toujours si l'angle entre la première et la deuxième position de butée par rapport à l'axe de rotation (X) avec un ressort de torsion est compris entre 0° et 30°, la mise en série de trois ressorts de torsion permet avantageusement de porter l'angle entre la première et la deuxième position de butée à un angle compris entre 0° et 90°.

Additionnellement aux modes de réalisation du système d'ancrage de câble précédemment décrit, l'au moins un ressort peut comprendre deux ressorts montés en parallèle, une première partie du premier et du deuxième ressort étant liée au châssis et une deuxième partie du premier et du deuxième ressort étant liée au tambour, chacun des premier et deuxième ressorts pouvant s'entendre comme un unique ressort ou comme au moins deux ressorts montés en série. Pour un même angle de rotation du tambour autour de l'axe (X), le montage en parallèle permet avantageusement de doubler l'effort des ressorts. En outre, le montage en parallèle permet de répartir les efforts se reprenant sur le châssis de part et d'autre du tambour et ainsi d'éviter les efforts tranchants sur les ressorts.

A titre d'exemple, les figures 8A et 8B représentent la configuration particulière selon laquelle l'au moins un ressort comprend un premier ensemble de ressorts constitué d'un

premier ressort de torsion 10a monté en série d'un deuxième ressort de torsion 10b et un deuxième ensemble constitué d'un troisième ressort de torsion 10c monté en série d'un quatrième ressort de torsion 10d, le premier ensemble et le deuxième ensemble de ressorts étant montés en parallèle l'un de l'autre. En outre, les quatre ressorts sont agencés selon l'axe de rotation (X).

L'invention concerne également un dispositif de levage comprenant :

- un cadre de préhension 4,
- un système d'ancrage comprenant un châssis 2 et un tambour 1 tel que précédemment décrit, le châssis 2 étant fixé sur le cadre de préhension 4 et le tambour 1 sur le châssis 2,
- un enrouleur adapté pour être fixé sur l'engin de levage,
- un câble 3, une première extrémité du câble 3 étant ancrée au tambour 1 du système d'ancrage par enroulement fixe d'au moins deux tours autour de la surface latérale (S) du tambour 1 et une deuxième extrémité du câble 3 étant enroulée autour de l'enrouleur.

On définit le rayon de courbure d'endommagement statique du câble 3 comme étant le rayon de courbure minimal d'enroulement du câble 3 préconisé par le fabricant du câble 3 pour éviter un endommagement, des pertes de performance et/ou une diminution de la durée de vie dudit câble 3. Le stockage du câble 3 enroulé selon un rayon de courbure inférieure au rayon de courbure d'endommagement statique entraîne un risque de générer des contraintes sur les conducteurs compris dans ledit câble 3, par compression des conducteurs, pour lesquelles la résistance des conducteurs n'a pas été testée par le fabricant et ainsi d'altérer la géométrie interne du câble 3. Le rayon de courbure d'endommagement statique du câble 3 peut être de l'ordre de six fois le diamètre du câble 3. On définit le rayon de courbure d'endommagement dynamique du câble 3 comme étant le rayon de courbure minimal préconisé par le fabricant selon lequel on peut courber et décourber le câble 3 de manière répétitive lors de son utilisation sans l'endommager, réduire ses performances et/ou sa durée de vie. En effet, si on plie le câble 3 de manière répétée selon un rayon de courbure inférieur au rayon de courbure d'endommagement dynamique, le risque est de générer des frottements entre isolants ou entre brins d'un même conducteur et des tensions mécaniques sur certains brins ou conducteurs alors que d'autres brins ou conducteurs se trouvent en sous-tension. Un tel déséquilibre des forces peut engendrer la casse des brins. La casse des brins peut elle-même induire un perçage des gaines isolantes ou une destruction desdites gaines par échauffement. Il peut résulter de la casse des brins et de l'endommagement des gaines des problèmes de court-circuit et/ou l'arrêt de la transmission des signaux ou de la puissance transportés par les câbles endommagés. Le rayon de courbure d'endommagement dynamique est strictement supérieur au rayon de courbure d'endommagement statique du câble 3.

Selon un mode de réalisation particulier du dispositif de levage, le rayon de courbure minimal de la surface latérale (S) du tambour mesuré dans le plan (P) est supérieur au rayon de courbure d'endommagement statique du câble 3 et inférieur au rayon de courbure d'endommagement dynamique dudit câble. En effet, la portion de la surface latérale (S) de rayon de courbure minimal n'étant jamais déroulée, un tel mode de réalisation permet avantageusement de limiter au mieux l'encombrement du tambour sans endommager le câble. Par exemple, le rayon de courbure minimal de la surface latérale (S) est de l'ordre de 330 mm. Une telle valeur du rayon de courbure minimal permet avantageusement d'enrouler des câbles dont le diamètre est compris entre 35 mm et 55 mm dont le rayon de courbure d'endommagement statique est inférieur à 330 mm.

Selon un mode de réalisation particulier du dispositif de levage, l'enrouleur est un enrouleur à régulation électronique et la longueur l de la première portion du tambour mesurée dans le plan (P) est égale au produit de la vitesse maximale du cadre de préhension par le temps de réaction de la boucle de régulation dudit enrouleur.

Enfin, l'invention concerne un engin de levage 6 comprenant un dispositif de levage tel que précédemment décrit. Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, l'engin de levage est une grue, un portique ou un chariot élévateur. L'engin de levage 6 est par exemple une grue utilisée pour le chargement ou le déchargement de conteneurs sur un porte-conteneur.

Selon un mode de réalisation particulier de l'engin de levage 6, ledit engin de levage 6 comprend, outre le dispositif de levage tel que précédemment décrit, un deuxième cadre de préhension et une plateforme intermédiaire. Par exemple, l'engin de levage 6 est une grue STS et le cadre de préhension 4 du dispositif de levage 6 est utilisé pour déplacer un conteneur entre le navire et la plateforme intermédiaire tandis que le deuxième cadre de préhension est utilisé pour déplacer ledit conteneur entre la plateforme et le quai.

Dans un mode de réalisation particulier de l'engin de levage 6 avec deux cadres de préhension, le deuxième cadre de préhension est compris dans un deuxième dispositif de levage, ledit deuxième dispositif de levage pouvant être réalisé selon l'un quelconque des modes de réalisation de dispositif de levage précédemment décrit.

Alternativement, l'engin de levage ne comprend pas de deuxième enrouleur et de deuxième câble ancré sur le deuxième cadre de préhension depuis le deuxième enrouleur.

REVENDEICATIONS

1. Tambour (1) adapté pour l'ancrage d'un câble (3) sur un châssis (2), ledit tambour (1) étant adapté pour être monté rotatif autour d'un axe de rotation (X) sur ledit châssis (2), le tambour (1) présentant une surface latérale (S) autour d'un axe (Y) parallèle à l'axe de rotation (X), le tambour (1) étant caractérisé en ce que la surface latérale (S) comprend une première portion (14) présentant au moins un premier rayon de courbure mesuré dans un plan (P) perpendiculaire à l'axe de rotation (X) strictement supérieur à au moins un deuxième rayon de courbure d'une deuxième portion de la surface latérale mesuré dans ledit plan (P), le tambour (1) étant adapté pour permettre un débattement du câble (3) par enroulement et/ou déroulement dudit câble (3) autour de la surface latérale (S) le long de la première portion (14), par rotation dudit tambour (1) autour de l'axe de rotation (X) entre une première et une deuxième position de butée.

2. Tambour (1) selon la revendication précédente, dans lequel l'axe de rotation (X) coupe le plan (P) en un point d'intersection (A) situé à une distance du centre (O1) d'un cercle (C1) tangent à ladite première portion (14) comprise entre 0 % et 10 % de la valeur d'un rayon du cercle (C1), le rayon du cercle (C1) étant égal au premier rayon de courbure (R1) de la première portion (14), la première portion (14) étant centrée autour du point d'intersection (A).

3. Tambour (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la première portion (14) comprend le point de rayon de courbure maximal de la surface latérale (S) mesuré dans le plan (P).

4. Tambour (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la surface latérale (S) présente, dans le plan (P), une forme d'ovoïde et dans lequel la première portion (14) de la surface latérale (S) est comprise dans la partie de l'ovoïde opposée à la portion de ladite ovoïde de plus petit rayon de courbure.

5. Tambour (1) selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la surface latérale (S) présente, dans le plan (P), une forme d'ellipse, et dans lequel la première portion (14) de la surface latérale (S) est comprise dans un des deux arcs de l'ellipse délimités par le grand axe de ladite ellipse.

6. Tambour (1) selon la revendication 5 en combinaison avec la revendication 2 dans lequel le point (A) d'intersection entre le plan (P) et l'axe de rotation (X) se situe sur le demi-petit axe de l'ellipse opposé à la première portion (14) de la surface latérale (S) par rapport au centre de l'ellipse.

7. Tambour (1) selon l'une des revendications précédentes dans lequel la longueur (l) de la première portion (14) de la surface latérale (S) mesurée dans le plan (P) est supérieure à 300 mm, de préférence supérieure à 600 mm.

8. Système d'ancrage d'un câble (3), comprenant un châssis (2), un tambour (1) selon l'une des revendications précédentes monté rotatif sur le châssis (2) autour de l'axe de rotation (X), et au moins un ressort (8, 10) d'absorption des efforts générés par le débattement du câble (3) entre la première et la deuxième position de butée agencé entre le tambour (1) et le châssis (2).

9. Système d'ancrage d'un câble (3) selon la revendication précédente, dans lequel le au moins un ressort d'absorption des efforts (8, 10) est un ressort de torsion ou un ensemble de deux ressorts de torsion (10a, 10b) assemblés en série.

10. Système d'ancrage d'un câble (3) selon la revendication précédente, dans lequel chaque ressort de torsion (10) comprend un premier prisme à base carrée métallique et creux (11), un deuxième prisme à base carrée métallique et creux (12) logé à l'intérieur du premier prisme (11) avec un décalage angulaire par rapport au premier prisme (11), et quatre cylindres en élastomère (13) agencés entre le premier prisme (11) et le deuxième prisme (12), dans les coins du premier prisme (11).

11. Système d'ancrage d'un câble (3) selon la revendication précédente, comprenant deux ressorts de torsion (10a, 10b) en série, le deuxième prisme à base carrée (12) du premier ressort de torsion (10a) étant relié au deuxième prisme à base carrée (12) du deuxième ressort de torsion (10b).

12. Système d'ancrage d'un câble (3) selon l'une des revendications 8 à 11, dans lequel le ressort d'absorption des efforts (10) est agencé selon l'axe de rotation (X) de sorte à permettre la rotation du tambour (1) autour de l'axe de rotation (X) par rapport au châssis (2) entre la première et la deuxième position de butée sans palier de roulement ni coussinet.

13. Système d'ancrage de câble (3) selon l'une des revendications 8 à 12 dont la première et la deuxième position de butée sont décalées angulairement par rapport à l'axe de rotation (X) d'un angle compris entre 0° et 60°, de préférence entre 0° et 90°.

14. Dispositif de levage comprenant :
- un cadre de préhension (4) comprenant au moins un organe d'accrochage (5) d'une charge à lever,
- un système d'ancrage selon l'une des revendications 8 à 13 comprenant un châssis (2) et un tambour (1) selon l'une des revendications 1 à 7, le châssis (2) étant fixé sur le cadre de

préhension (4) et le tambour (1) étant fixé sur le châssis (2),

- un enrouleur adapté pour être fixé sur un engin de levage,
- un câble (3), une première extrémité du câble (3) étant ancrée au tambour (1) du système d'ancrage par enroulement fixe d'au moins deux tours autour de la surface latérale (S) du tambour (1) et une deuxième extrémité du câble (3) étant enroulée autour de l'enrouleur.

15. Dispositif de levage selon la revendication précédente, dans lequel la surface latérale (S) présente un rayon de courbure minimal dans le plan (P) strictement supérieur au rayon de courbure statique d'endommagement du câble (3).

16. Dispositif de levage selon la revendication précédente, dans lequel l'enrouleur est un enrouleur à régulation électronique et dans lequel la longueur (l) de la première portion (14) du tambour (1) mesurée dans le plan (P) est égale au double du produit d'une vitesse maximale du cadre de préhension par un temps de réaction d'une boucle de régulation dudit enrouleur.

17. Engin de levage (6), tel qu'une grue, un portique ou un chariot élévateur, comprenant un dispositif de levage selon l'une des revendications 14 à 16.