
**Appareils de levage à charge
suspendue — Câbles en acier —
Entretien et maintenance, inspection
et dépose**

Cranes — Wire ropes — Care and maintenance, inspection and discard

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4309:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/04bb8910-faa4-48f3-80a4-e1adc19f592a/iso-4309-2017)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/04bb8910-faa4-48f3-80a4-
e1adc19f592a/iso-4309-2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/04bb8910-faa4-48f3-80a4-e1adc19f592a/iso-4309-2017)



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4309:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/04bb8910-faa4-48f3-80a4-e1adc19f592a/iso-4309-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/04bb8910-faa4-48f3-80a4-e1adc19f592a/iso-4309-2017>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
4 Entretien et maintenance	4
4.1 Généralités.....	4
4.2 Remplacement du câble.....	4
4.3 Déchargement et stockage du câble.....	6
4.4 Condition du câble avant installation.....	6
4.5 Installation du câble.....	7
4.6 Rodage du nouveau câble.....	10
4.7 Entretien du câble.....	10
4.8 Entretien des parties de l'appareil de levage liées au câble.....	11
5 Inspection	11
5.1 Généralités.....	11
5.2 Inspections visuelles quotidiennes.....	11
5.3 Inspections périodiques.....	12
5.3.1 Généralités.....	12
5.3.2 Fréquence.....	13
5.3.3 Étendue de l'inspection.....	13
5.3.4 Inspection au niveau ou à proximité d'une terminaison.....	14
5.3.5 Rapport d'inspection.....	14
5.4 Inspection faisant suite à un incident.....	14
5.5 Inspection faisant suite à une période de mise hors service de l'appareil de levage.....	14
5.6 Vérification par contrôle électromagnétique de câble.....	14
6 Critères de dépose	15
6.1 Généralités.....	15
6.2 Fils cassés visibles.....	15
6.2.1 Critères de fils cassés visibles.....	15
6.2.2 Utilisation des Tableaux 3 et 4 et des numéros de catégorie de câbles (RCN).....	16
6.2.3 Ruptures de fils autres que celles résultant de l'utilisation.....	16
6.2.4 Câbles à une couche et câbles disposés en parallèle.....	17
6.2.5 Câbles anti-giratoires.....	19
6.3 Contrôle électromagnétique du câble (MRT).....	19
6.4 Diminution du diamètre du câble.....	20
6.4.1 Diminution uniforme le long du câble.....	20
6.4.2 Calcul pour déterminer la diminution réelle uniforme de diamètre et l'exprimer en pourcentage du diamètre nominal du câble.....	21
6.4.3 Diminution locale.....	21
6.5 Rupture de torons.....	21
6.6 Corrosion.....	21
6.7 Déformation et endommagement.....	22
6.7.1 Généralités.....	22
6.7.2 Déformation en tire-bouchon.....	22
6.7.3 Déformation en panier.....	23
6.7.4 Extrusion/distorsion de toron ou d'âme.....	23
6.7.5 Extrusion de fils (fils saillants) dans les boucles.....	23
6.7.6 Augmentation locale du diamètre du câble.....	23
6.7.7 Parties aplaties.....	24
6.7.8 Coques (nœuds) ou boucles resserrées.....	24
6.7.9 Flexion de câble.....	24

6.7.10	Détérioration produite par la chaleur ou un phénomène électrique.....	24
Annexe A	(normative) Zones clefs nécessitant une inspection approfondie.....	25
Annexe B	(informative) Modes de détérioration types.....	27
Annexe C	(informative) Critères de dépose pour contrôles électromagnétiques MRT.....	37
Annexe D	(informative) Examen interne d'un câble en utilisant des mâchoires.....	39
Annexe E	(informative) Exemples types de rapports d'inspection.....	42
Annexe F	(informative) Informations utiles sur les critères de détérioration et de dépose des câbles.....	45
Annexe G	(informative) Évaluation d'effet combiné de condition du câble et de degré de sévérité — Une méthode.....	49
Annexe H	(informative) Exemples de sections transversales de câbles et du numéro de catégorie de câble correspondant (RCN).....	53
Annexe I	(informative) Lignes directrices pour l'estimation et l'évaluation de la corrosion externe.....	59
Bibliographie	61

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4309:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/04bb8910-faa4-48f3-80a4-e1adc19f592a/iso-4309-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/04bb8910-faa4-48f3-80a4-e1adc19f592a/iso-4309-2017>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 96, *Appareils de lavage à charge suspendue*, sous-comité SC 3, *Câbles*.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition (ISO 4309:2010), qui] fait l'objet d'une révision technique et porte sur les principales modifications suivantes:

- la méthode de contrôle électromagnétique des câbles (MRT) et les critères de dépose ont été introduits comme une aide pour l'inspection interne des câbles en acier;
- des lignes directrices sont données concernant la méthode des contrôles électromagnétique et comment combiner les résultats aux autre résultats d'inspection;
- un exemple de rapport de MRT est fourni.

Introduction

Dans un appareil de levage, le câble est considéré comme un élément consommable, appelé à être remplacé quand l'inspection montre que son état s'est détérioré à un point tel qu'il s'avèrerait dangereux.

En suivant des principes clairement établis, tels que ceux détaillés dans le présent document, ainsi que les instructions spécifiques supplémentaires fournies par le fabricant de l'appareil de levage ou du palan et/ou par le fabricant du câble, ce point ne devrait jamais être dépassé.

Lorsqu'ils sont correctement appliqués, les critères de dépose donnés dans le présent document permettent de conserver une bonne marge de sécurité. Le non-respect de ces critères peut engendrer des situations extrêmement nocives, dangereuses ou endommageantes.

Par commodité pour les personnes chargées de l'entretien et de la maintenance, distinctes des personnes chargées du contrôle et de la dépose, les procédures sont bien données séparément.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 4309:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/04bb8910-faa4-48f3-80a4-e1adc19f592a/iso-4309-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/04bb8910-faa4-48f3-80a4-e1adc19f592a/iso-4309-2017>

Appareils de levage à charge suspendue — Câbles en acier — Entretien et maintenance, inspection et dépose

1 Domaine d'application

Le présent document établit des principes généraux pour l'entretien et la maintenance, l'inspection et la dépose de câbles en acier utilisés sur des appareils de levage et des palans.

En plus des recommandations sur le stockage, la manutention, l'installation et la maintenance, le présent document définit des critères de dépose pour les câbles en service à enroulement multicouche, lorsque l'expérience sur le terrain et les essais démontrent que la détérioration est considérablement plus importante dans les zones de recouvrement qu'au niveau de toute autre section du câble dans le système.

Il définit également des critères de dépose plus réalistes couvrant la diminution du diamètre du câble et la corrosion et décrit une méthode permettant d'évaluer l'effet combiné de détérioration en tout endroit du câble.

La présente Norme internationale est applicable aux câbles utilisés sur les types suivants d'appareils de levage, dont la plupart sont définis dans l'ISO 4306-1:

- a) blondins et portiques à câble porteur;
- b) grues à potence (sur colonne, murales, vélocipèdes);
- c) grues de bord;
- d) grues-derricks et grues-derricks à haubans;
- e) grues-derricks à contreventement rigide;
- f) grues flottantes;
- g) grues mobiles;
- h) ponts roulants;
- i) portiques ou semi-portiques;
- j) grues sur portique ou semi-portique;
- k) grues sur voie ferrée;
- l) grues à tour;
- m) grues offshore, c'est-à-dire grues montées sur une structure fixe prenant appui sur le fond marin ou sur une unité flottante supportée par la poussée hydrostatique.

Le présent document est applicable aux câbles qui sont utilisés sur des appareils de levage opérant avec crochet, benne preneuse, électro-aimant, poche de coulée, excavateur ou gerbeur, qu'ils soient actionnés manuellement, électriquement ou hydrauliquement.

Il est également applicable aux câbles utilisés sur les palans et les moufles.

NOTE Étant donné que l'utilisation exclusive de poulies synthétiques ou métalliques avec revêtement intérieur synthétique de la gorge n'est pas recommandée en cas d'enroulement monocouche sur le tambour, en raison des inévitables ruptures de fils se produisant à l'intérieur du câble sans qu'il n'y ait ni ruptures visibles, ni signes d'usure importante à la périphérie du câble, aucun critère de dépose n'est donné pour cette combinaison.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 4301-1:1986, *Grues et appareils de levage — Classification — Partie 1: Généralités*¹⁾

ISO 17893, *Câbles en acier — Vocabulaire, désignation et classification*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 17893 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.1 diamètre nominal

d

diamètre par lequel un câble est désigné

3.2 diamètre mesuré

diamètre réel

d_m

moyenne de deux mesures du diamètre, réalisées perpendiculairement l'une par rapport à l'autre, sur une section transversale du câble

3.3 diamètre de référence

d_{ref}

diamètre mesuré (3.2) d'une section de câble qui n'est pas soumise à la flexion, pris directement après l'enroulement du nouveau câble

Note 1 à l'article: Ce diamètre est utilisé comme base pour un changement uniforme du diamètre.

3.4 zone de croisement

portion d'un câble coïncidant avec le croisement d'une spire de câble par une autre au fur et à mesure que le câble s'enroule autour du tambour ou passe d'une couche à la couche suivante au niveau du flasque du tambour

3.5 couche

un tour de câble sur le tambour

3.6 touret

support sur lequel est enroulé le câble pour le transport ou le stockage

1) Cette édition de l'ISO 4301-1 a été maintenue provisoirement.

3.7**inspection périodique du câble**

inspection visuelle approfondie du câble, avec mesurage du câble et, si possible, avec évaluation de l'état interne du câble

Note 1 à l'article: Si spécifié, ceci peut inclure un MRT (3.11) réalisé par une personne compétente pour la manipulation de l'équipement MRT et pour l'interprétation des données liées aux traces

3.8**personne compétente**

personne ayant une connaissance et une expérience suffisantes des câbles utilisés sur les appareils de levage et les palans pour évaluer l'état du câble, décider si le câble peut ou non rester en service et spécifier l'intervalle de temps maximal entre les inspections

Note 1 à l'article: Si un contrôle électromagnétique (MRT) (3.11) du câble est requis, il doit être réalisé par une personne compétente dans cette discipline

3.9**rupture de fils en vallée**

rupture de fil qui se produit au point de contact entre torons ou en zone de vallée entre deux torons extérieurs

Note 1 à l'article: Les ruptures de fils extérieurs qui se produisent aussi sur le câble n'importe où entre une zone de vallée et la suivante, voir Figure 1, y compris toute rupture âme-toron, peuvent aussi être considérées comme des ruptures de fil en vallée.



Figure 1 — Position de rupture de fils en vallée

3.10**degré de sévérité**

quantité de détérioration exprimée en pourcentage du critère de dépose

Note 1 à l'article: Ce degré peut se rapporter soit à un mode de détérioration particulier [par exemple ruptures de fils ou diminution de diamètre ou une perte de section métallique détectée par le contrôle électromagnétique (3.11)] ou l'effet combiné de plus d'un mode de détérioration, par exemple ruptures de fils ou diminution de diamètre.

3.11**contrôle électromagnétique de câble****MRT**

essai non destructif (NDT) basé sur le mesurage de la perte de flux magnétique d'un câble aimanté

3.12**tête d'essai**

dispositif sur la partie de l'instrument du MRT (3.11) qui est placée autour du câble lors de l'essai, qui génère le champ magnétique et qui comprend des éléments de détection ou d'exploration

3.13

trace de référence

signaux sur l'écran d'enregistrement du *MRT* (3.11) lorsque le câble traverse pour la première fois la tête d'essai

Note 1 à l'article: La trace est la référence à laquelle les effets de détérioration future en service sont comparés. La trace reflète la composition du câble et les modifications des caractéristiques magnétiques du câble sur toute sa longueur, soit par exemple des différences de perméabilité magnétique

3.14

défaut local

faille locale

LF

courte discontinuité d'un câble, telle qu'une rupture de fil, un fil soudé, une piqûre de corrosion ou une indentation entre torons

3.15

perte de section métallique

LMA

modification de la section exprimée en pourcentage de la section métallique nominale du nouveau câble

Note 1 à l'article: La perte de section métallique est normalement associée à un endommagement tel que la corrosion généralisée, l'usure, l'abrasion/l'endommagement mécanique ou une concentration de fils cassés

4 Entretien et maintenance

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

4.1 Généralités

En l'absence de toute instruction fournie par le fabricant de l'appareil de levage dans le manuel d'utilisation et/ou dans tout autre document fourni par le fabricant ou le fournisseur du câble, les principes généraux donnés de 4.2 à 4.7 doivent être suivis.

4.2 Remplacement du câble

N'installer sur l'appareil de levage qu'un câble de longueur, de diamètre, de composition, de type, de sens de câblage et de résistance (c'est-à-dire charge minimale de rupture) appropriés tels que spécifiés par le fabricant de l'appareil de levage, sauf si un autre câble a été approuvé par le fabricant de l'appareil de levage, le fabricant du câble ou toute autre personne compétente. Un enregistrement du changement de câble doit être classé dans un dossier.

Dans le cas de câbles anti-giratoires de grand diamètre, il peut être nécessaire d'utiliser des moyens supplémentaires pour sécuriser les extrémités du câble, par exemple à l'aide de feuillards d'acier ou de ligatures, en particulier lors de la préparation des échantillons pour les essais.

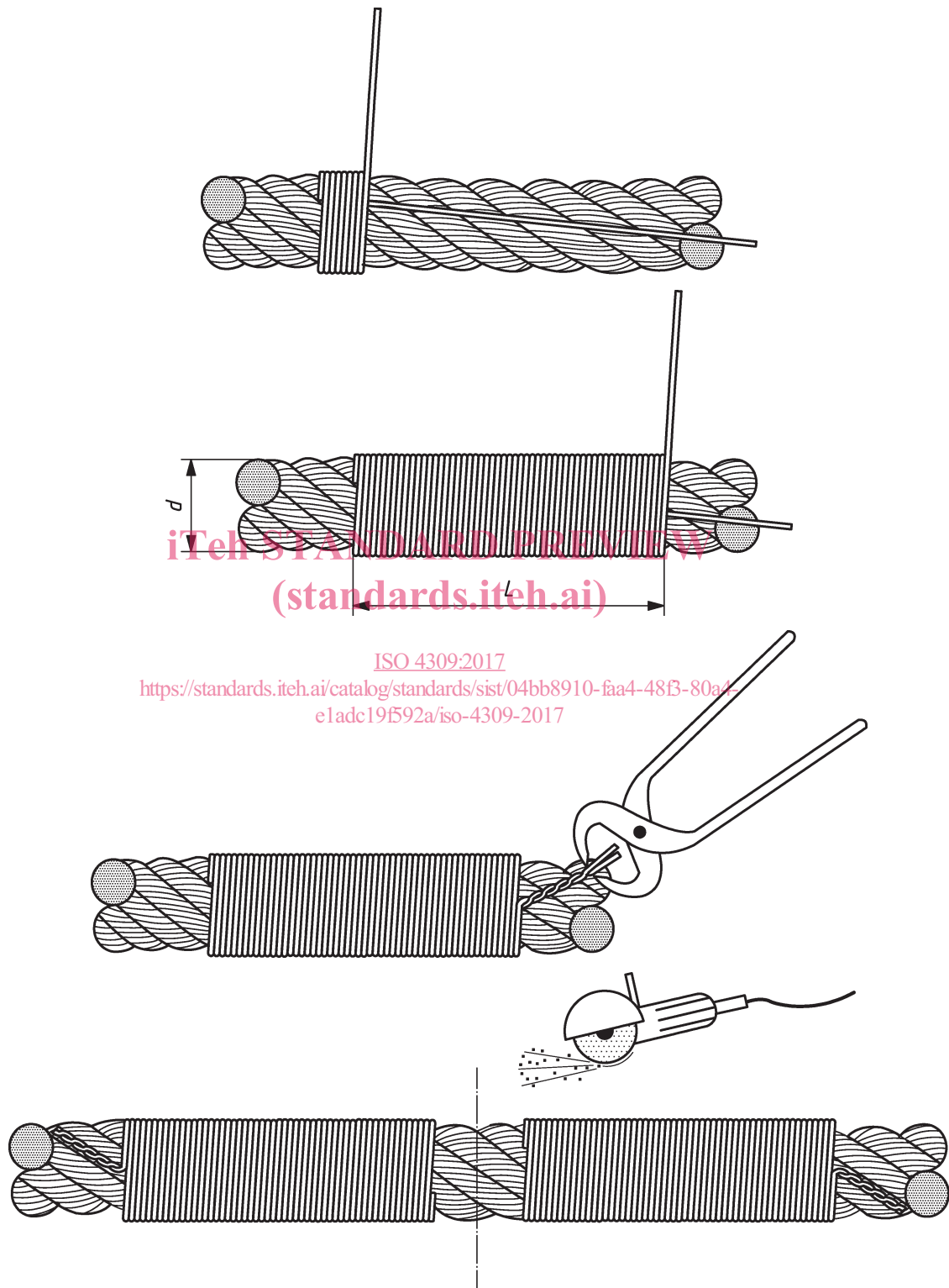
Si la longueur de câble nécessaire pour l'utilisation doit être prélevée à partir d'une plus grande longueur, par exemple sur un touret de câble en vrac, une ligature doit être pratiquée de part et d'autre du point de coupure prévu pour éviter de détorsader (c'est-à-dire détorsader) le câble après que la coupure ait été effectuée.

La [Figure 2](#) montre un exemple de la façon dont il convient de ligaturer un câble monocouche avant la coupe. Pour les câbles anti-giratoires et disposés en parallèle, plusieurs longueurs de ligatures peuvent être nécessaires. Une méthode alternative pour les câbles anti-giratoires de grand diamètre est donnée à la [Figure 3](#). Les câbles qui sont seulement légèrement préformés sont davantage susceptibles de détorsader/détorsader après coupe si des ligatures inappropriées ou insuffisantes sont effectuées.

NOTE En anglais, «ligature» se dit *servicing*, mais parfois également *seizing*.

À moins qu'une autre terminaison de câble n'ait été approuvée par le fabricant de l'appareil de levage, le fabricant de câble ou toute autre personne compétente, un seul type de terminaison tel que spécifié

par le fabricant d'appareil de levage dans le manuel d'utilisation sera utilisé pour fixer un câble à un tambour, à un moufle ou à un point d'ancrage sur la structure du mécanisme. Il est bénéfique d'adopter une trace de référence pour le contrôle électromagnétique en testant le câble avant son installation ou dès que possible après son installation.



Légende

$L = 2d$ minimum

Figure 2 — Application d'une ligature avant la coupe d'un câble de type monocouche



Figure 3 — Méthode alternative de ligature et de coupe pour les câbles anti-giratoires de grand diamètre

4.3 Déchargement et stockage du câble

Pour éviter des accidents et/ou tout endommagement du câble proprement dit, il convient de décharger les câbles avec soin.

Les tourets ou les bobines de câbles ne doivent pas chuter sur le sol. Ils ne doivent pas être mis en contact avec un crochet métallique ou une fourche de chariot élévateur et ils ne doivent pas être soumis à toute force externe susceptible d'endommager ou de déformer le câble.

Il convient que les câbles soient stockés dans un bâtiment frais et sec sans être posés à même le sol. Il convient de ne pas les stocker dans des lieux où ils risquent d'être affectés par des produits chimiques, des fumées chimiques, de la vapeur ou d'autres agents corrosifs.

Si le stockage des câbles à l'extérieur ne peut être évité, il convient de les couvrir pour les protéger contre toute humidité susceptible de déclencher de la corrosion.

Les câbles entreposés doivent être examinés périodiquement afin de vérifier la présence de signes de détérioration telle qu'une corrosion superficielle et, si une personne compétente le juge nécessaire, un agent conservateur ou un lubrifiant approprié compatible avec le lubrifiant d'origine des câbles doit leur être appliqué.

Dans des environnements chauds, il convient que le touret soit périodiquement tourné d'un demi-tour pour éviter le drainage du lubrifiant du câble.

4.4 Condition du câble avant installation

Avant d'installer le câble, et de préférence lors de sa réception, il convient de contrôler le câble et son certificat afin de s'assurer que le câble est conforme à la commande.

La charge de rupture minimale du câble à installer ne doit pas être inférieure à celle spécifiée par le fabricant de l'appareil de levage.

Le diamètre du nouveau câble doit être mesuré dans une section droite lorsque celui-ci n'est soumis à aucune tension et la valeur (d_m) doit être enregistrée.

Lorsqu'un câble a été stocké pendant un laps de temps ayant pu provoquer de la corrosion, il peut être avantageux d'effectuer une inspection visuelle et un contrôle électromagnétique (MRT).

Vérifier l'état de toutes les gorges de poulies et de tambours afin de s'assurer qu'elles peuvent recevoir le diamètre du nouveau câble, qu'elles sont exemptes de toute irrégularité telle que des ondulations et que leur épaisseur est encore suffisante pour supporter le câble en toute sécurité.

Il convient que le diamètre des gorges des poulies dépasse de 5 % à 10 % le diamètre nominal du câble. Pour garantir des performances optimales, il convient que le diamètre des gorges des poulies dépasse d'au moins 1 % le diamètre réel du nouveau câble.

4.5 Installation du câble

Lors du déroulage et/ou de l'installation d'un câble, toutes les précautions doivent être prises pour ne pas le détordre ou augmenter sa torsion. Faute de ces précautions, il peut se former des boucles, des coques ou des flexions dans le câble, qui le rendraient inapte à l'utilisation.

À cet effet, il convient de dérouler le câble en ligne droite en laissant un minimum de mou (voir la [Figure 4](#)).

Il convient de placer un câble en bobine sur une table tournante et de le dérouler en ligne droite; toutefois, si la longueur bobinée est courte, il est permis de libérer l'extrémité extérieure de la bobine et d'enrouler le reste du câble au sol [voir la [Figure 4 a](#))].

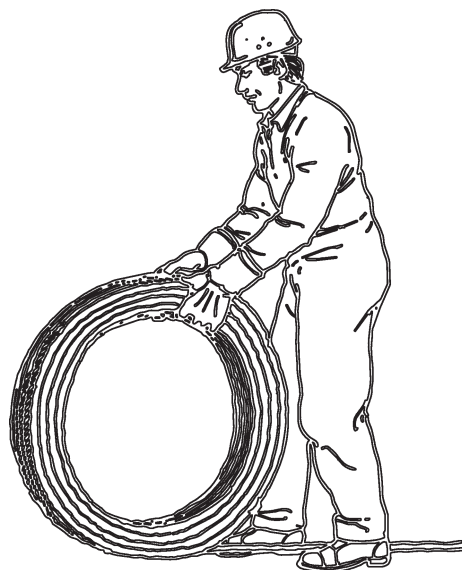
Un câble ne doit jamais être déroulé en excentrant les spires lorsque la bobine ou le touret est à plat sur le sol ou en faisant rouler le touret sur le sol (voir la [Figure 5](#)).

Pour les longueurs de câble fournies en bobine, placer la bobine débitrice et son socle ou son berceau support aussi loin que possible de l'appareil de levage ou du palan afin de limiter au strict minimum tout angle de déflexion et éviter ainsi toute rotation indésirable.

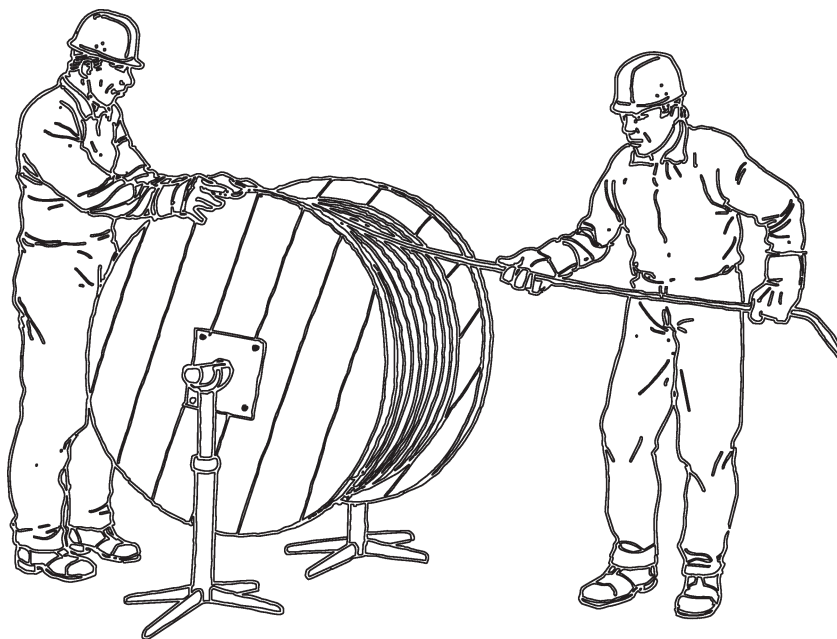
Protéger le câble de toute admission de poussière potentielle ou de tout autre contaminant en le déplaçant sur un support approprié (par exemple en utilisant un convoyeur à courroie) plutôt que de permettre son déplacement directement sur le sol.

Il est à noter qu'une bobine rotative peut présenter une forte inertie et qu'elle doit par conséquent être contrôlée pour que le câble soit déroulé lentement. Pour des bobines plus petites, cela est généralement réalisé en utilisant un simple frein (voir la [Figure 6](#)). Des bobines plus grandes ont une inertie significative une fois qu'elles sont en rotation et peuvent nécessiter d'être freinées de manière importante.

Dans la mesure du possible, s'assurer que le câble est toujours fléchi dans le même sens au cours de l'installation, c'est-à-dire dérouler le câble depuis le haut du touret vers le haut du tambour de l'appareil de levage ou du palan (désigné par «du haut vers le haut») ou depuis le bas du touret vers le bas du tambour de l'appareil de levage ou du palan (désigné par «du bas au bas»). Pour un exemple de déroulage «du bas au bas», voir la [Figure 6](#).



a) À partir d'une bobine



b) À partir d'un touret

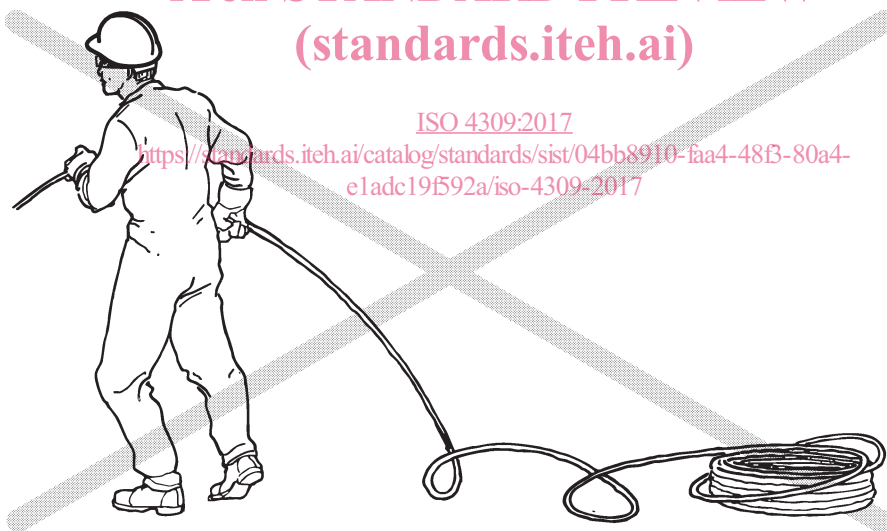
Figure 4 — Procédures correctes de déroulement d'un câble

iTeh STANDARD PREVIEW

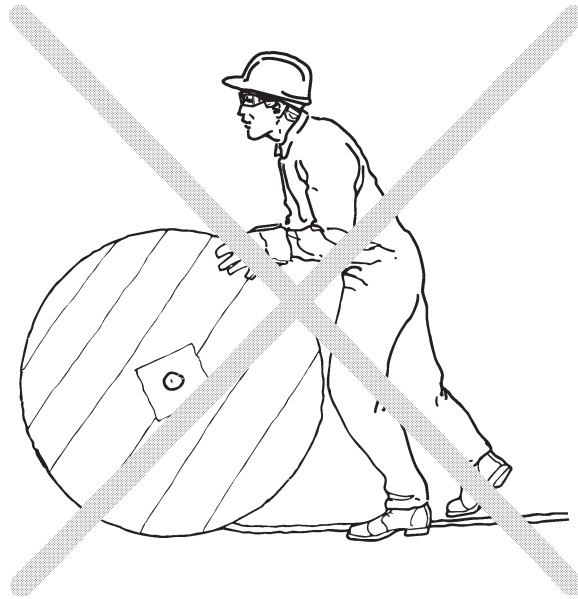
(standards.iteh.ai)

[ISO 4309:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/04bb8910-faa4-48f3-80a4-e1adc19f592a/iso-4309-2017)

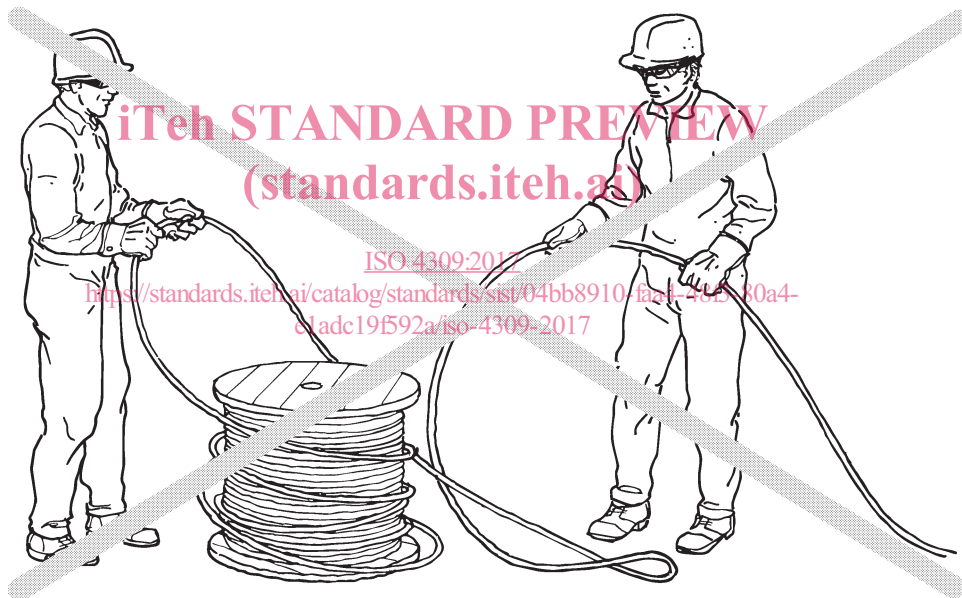
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/04bb8910-faa4-48f3-80a4-e1adc19f592a/iso-4309-2017>



a) À partir d'une bobine



b) À partir d'un touret



c) À partir d'un touret

Figure 5 — Procédures incorrectes de déroulement d'un câble