
**Appareils de levage à charge
suspendue — Câbles — Entretien,
maintenance, installation, examen et
dépose**

*Cranes — Wire ropes — Care, maintenance, installation, examination
and discard*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4309:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5d96a7be-a79e-494e-8a85-cc8242dd8704/iso-4309-2004)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5d96a7be-a79e-494e-8a85-
cc8242dd8704/iso-4309-2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5d96a7be-a79e-494e-8a85-cc8242dd8704/iso-4309-2004)



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4309:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5d96a7be-a79e-494e-8a85-cc8242dd8704/iso-4309-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5d96a7be-a79e-494e-8a85-cc8242dd8704/iso-4309-2004>

© ISO 2004

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Termes et définitions	1
3 Câbles en acier	3
3.1 Conditions avant l'installation	3
3.2 Pose	4
3.3 Entretien	5
3.4 Examens	5
3.5 Critères de dépose	7
4 Performances en fonctionnement des câbles	14
5 Conditions relatives à l'équipement en liaison avec le câble	14
6 Fiche d'examen du câble	14
7 Stockage et identification des câbles	14
Annexe A (informative) Zones critiques à examiner et défauts associés	20
Annexe B (informative) Exemples types de fiche d'examen de câble	21
Annexe C (informative) Examen interne du câble	23
Annexe D (informative) Défauts pouvant se produire sur un câble	26
Annexe E (informative) Exemples de sections de câbles et numéro de catégorie de câble correspondants (RCN)	35
Bibliographie	41

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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée 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.

L'ISO 4309 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 96, *Appareils de levage à charge suspendue*, sous-comité SC 3, *Choix des câbles*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 4309:1990), qui a fait l'objet d'une révision technique.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5d96a7be-a79e-494e-8a85-cc8242dd8704/iso-4309-2004>

Introduction

Dans un appareil de levage, le câble est considéré comme un élément consommable, appelé à être remplacé quand l'examen montre que la résistance a baissé de façon telle qu'il serait imprudent de continuer à l'utiliser.

La durée d'utilisation d'un câble varie en fonction des caractéristiques particulières de l'appareil et de ses conditions d'emploi. Quand la longévité du câble est un élément essentiel, on adopte un coefficient d'utilisation et un rapport d'enroulement (D/d) élevés. Quand, en revanche, les facteurs essentiels sont la légèreté et la maniabilité, ces valeurs peuvent être réduites, dans la mesure où l'on admet un faible nombre de cycles de fonctionnement.

Dans tous les cas, la sécurité d'un appareil utilisé correctement repose essentiellement sur un examen périodique des câbles et leur dépose avant l'apparition de problèmes.

Certains appareils travaillent dans des conditions où les câbles sont exposés à des détériorations accidentelles et le choix initial du câble doit tenir compte de ce facteur. Dans de telles conditions, l'examen du câble doit se faire particulièrement soigneusement, le câble devant être remplacé immédiatement dès que l'apparition de la moindre détérioration est identifiée.

Dans tous les cas, les critères de dépose relatifs aux ruptures de fils, à l'usure, à la corrosion et à la déformation peuvent être appliqués immédiatement. Ces différents points sont examinés dans la présente Norme internationale, qui s'adresse aux personnes compétentes assurant l'examen et l'entretien de l'appareil de levage pour leur fournir des lignes directrices.

Les critères qui sont donnés permettent de conserver, jusqu'à la dépose du câble, une marge de sécurité raisonnable lors de la manutention des charges par les appareils de levage. Le non-respect de ces critères est dangereux.

La présente Norme internationale comporte désormais des recommandations relatives à l'entretien et à la maintenance, y compris l'installation, des câbles. Ces recommandations ont été incluses pour assurer que, l'utilisateur et les personnes compétentes responsables de l'appareil de levage disposent d'un document informatif unique couvrant tous les aspects, de la réception du nouveau câble jusqu'à sa dépose de l'appareil de levage.

Les groupes de classification des mécanismes auxquels se réfère la présente Norme internationale sont conformes à l'ISO 4301-1.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4309:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5d96a7be-a79e-494e-8a85-cc8242dd8704/iso-4309-2004>

Appareils de levage à charge suspendue — Câbles — Entretien, maintenance, installation, examen et dépose

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale donne les lignes directrices essentielles pour l'entretien, la maintenance, l'installation et l'examen d'un câble en service sur un appareil de levage, et elle énumère les critères de dépose à appliquer pour assurer une utilisation efficace et sûre de l'appareil de levage.

Elle est applicable aux appareils de levage suivants, tel que définis dans l'ISO 4306-1:

- a) blondins et ponts portiques à câbles;
- b) grues à potence (sur colonne, murales, vélocipèdes);
- c) grues de bord;
- d) grues-derricks et grues-derricks à haubans;
- e) grues-derricks à appui rigide;
- f) grues flottantes;
- g) grues mobiles;
- h) ponts roulants;
- i) ponts portiques ou semi-portiques;
- j) grues sur portique ou semi-portique;
- k) grues sur voie ferrée;
- l) grues à tour.

La présente Norme internationale s'applique aux appareils de levage qui peuvent être à crochet, à benne preneuse, à électroporteur, être utilisés pour la coulée, l'excavation ou le gerbage, qu'ils soient actionnés manuellement, mécaniquement, électriquement ou hydrauliquement.

Elle s'applique également aux palans et moufles fixes utilisant des câbles.

2 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

2.1

diamètre réel d'un câble

moyenne de deux mesures du diamètre du câble, réalisées perpendiculairement sur une section droite

NOTE Il est exprimé en millimètres.

2.2

interstice

jeu existant entre les fils d'une même couche d'un toron ou entre les torons d'une même couche d'un câble

2.3

dérive d'un câble sur un tambour

partie d'un câble qui change sa trajectoire normale quand elle se déplace d'une couche à une autre, ce qui est dû à l'action soit du type de tambour strié, soit de la configuration des couches de fibres inférieures

2.4

câblage Lang

câblage dans lequel le sens de toronnage des fils dans les torons extérieurs est le même que celui du toronnage du câblage des torons extérieurs du câble

2.5

couche

un tour de câble sur le tambour

2.6

pas de câblage

distance, mesurée parallèlement à l'axe de câble longitudinal, sur laquelle les fils extérieurs d'un câble monotoron et les torons extérieurs d'un câble toronné effectuent une rotation (ou une hélice) complète autour de l'axe du câble

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4309:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5d96a7be-a79e-494e-8a85-cc8242dd8704/iso-4309-2004)

2.7

diamètre nominal d'un câble

valeur par laquelle on désigne le diamètre d'un câble

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5d96a7be-a79e-494e-8a85-cc8242dd8704/iso-4309-2004>

NOTE Il est exprimé en millimètres.

2.8

câblage ordinaire

type de câblage dans lequel le sens de toronnage des fils extérieurs dans les torons extérieurs est dans le sens opposé à celui du câblage des torons extérieurs du câble

2.9

touret

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

NOTE Il peut être en bois ou en acier, selon la masse du câble concerné.

2.10

âme d'un câble

élément central qui supporte les torons extérieurs

2.11

fiche d'examen du câble

document consignnant l'historique et l'état du câble après examen

2.12

câble à une couche

câble toronné composé d'une couche de torons disposés en hélice autour d'une âme

2.13**câble disposé en parallèle**

câble toronné comportant au moins deux couches de torons disposés en hélice en un câblage autour d'un toron ou d'une âme textile

2.14**câble anti-giratoire**

câble toronné spécialement conçu pour générer des niveaux de couple de torsion et de rotation réduits lorsqu'il est soumis à une charge

NOTE 1 Les câbles anti-giratoires se composent généralement d'un assemblage de deux ou plusieurs couches de torons disposés en hélice autour d'une âme, le sens de câblage des torons extérieurs étant contraire (c'est-à-dire dans le sens contraire du câblage) à celui de la couche sous-jacente.

NOTE 2 Les câbles à trois ou quatre torons peuvent également être conçus pour avoir des propriétés anti-giratoires.

NOTE 3 Les câbles anti-giratoires ont été auparavant désignés câbles multitorons et câbles fixes.

2.15**câble à torons (toronnés)**

assemblage de plusieurs torons disposés en hélice en une ou plusieurs couches généralement autour d'une âme ou d'un centre

NOTE Les câbles toronnés composés de trois ou quatre torons extérieurs peuvent ou non avoir une âme.

3 Câbles en acier

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.1 Conditions avant l'installation

[ISO 4309:2004](#)

3.1.1 Remplacement du câble

Seul un câble de longueur, de diamètre, de composition et de charge de rupture corrects tels que spécifiés par le fabricant de l'appareil de levage doit être installé sur l'appareil de levage, sauf si un autre câble a été approuvé par le concepteur de l'appareil de levage, le fabricant du câble ou toute autre personne compétente.

Seuls les points d'attache de câble spécifiés ou autres terminaisons approuvées similaires doivent être utilisés pour fixer le câble au tambour, au moufle ou à la structure de l'appareil de levage.

3.1.2 Longueur du câble

La longueur du câble utilisée doit être suffisante pour l'application prévue sur l'appareil de levage. Dans tous les cas, elle doit permettre, aux extrémités, d'effectuer au moins deux enroulements autour du tambour.

Lorsque la longueur du câble nécessaire est prélevée sur un câble de plus grande longueur, une ligature doit être pratiquée de part et d'autre de la coupure ou tout autre procédé convenable doit être utilisé pour éviter le détournement du câble à partir de l'extrémité (voir Figure 1).

3.1.3 Instructions du fabricant de l'appareil de levage et du fabricant du câble

Les instructions fournies dans le manuel de l'appareil de levage et celles données par le fabricant du câble doivent être appliquées.

Avant la pose sur l'appareil de levage, les gorges des tambours et des poulies doivent être vérifiées pour s'assurer qu'elles correspondent bien au nouveau câble (voir l'Article 5).

3.1.4 Déchargement et stockage

Pour éviter tout accident, les câbles doivent être déchargés avec soin. Les tourets ou bobines de câbles ne doivent pas chuter sur le sol. Les câbles ne doivent pas être mis en contact avec un crochet métallique ou une fourche d'un chariot élévateur.

Les câbles doivent être stockés dans un bâtiment frais et sec sans être posés à même le sol. Les câbles ne doivent jamais être stockés dans des lieux où ils risquent d'être en contact avec des émanations chimiques, de la vapeur ou autres agents corrosifs. Les câbles entreposés doivent faire l'objet d'un examen périodique et si nécessaire un traitement doit être appliqué. Lorsque les câbles doivent être stockés à l'extérieur, il convient de les couvrir pour éviter toute humidité susceptible de déclencher de la corrosion.

Les câbles d'un appareil de levage, démontés pour une utilisation ultérieure, doivent être soigneusement nettoyés et doivent recevoir un traitement avant stockage.

Il convient de stocker les câbles d'une longueur supérieure à 30 mètres sur des tourets.

3.2 Pose

3.2.1 Déroulement et pose

Lorsque le câble est tiré à partir d'un touret ou d'une bobine, des précautions doivent être prises pour ne pas le détordre ou augmenter sa torsion, faute de quoi il peut se former des boucles, des nodosités ou des coudes sur le câble. À cet effet, le câble doit être déroulé sans mou et tiré en ligne droite (voir Figure 2).

Les tambours rotatifs peuvent présenter une forte inertie, ils doivent par conséquent être contrôlés et le câble doit être tiré lentement.

Il convient de tirer les câbles en bobine à partir d'un touret. Lorsqu'une bobine présente une courte longueur, il est également admis de libérer l'extrémité extérieure de la bobine et d'enrouler le reste au sol (voir Figure 3). Pour faciliter la manipulation, l'extrémité intérieure doit tout d'abord être fixée à un enroulement adjacent. Un câble ne doit jamais être tiré en effectuant des tours lorsque la bobine ou le touret est à plat sur le sol (voir Figure 4).

Le câble doit rester aussi propre que possible pendant l'opération de déroulement. Lorsqu'un câble est coupé, les instructions du fabricant doivent être appliquées (voir Figure 1).

Les câbles anti-giratoires doivent faire l'objet d'une attention toute particulière pour éviter lorsqu'ils sont installés de les détordre ou d'augmenter leur torsion et veiller à ce qu'ils soient correctement ligaturés.

NOTE 1 Si les torons sont déplacés, l'utilisation ultérieure provoque la déformation du câble et sa durée de vie risque d'être réduite.

NOTE 2 Le fait de détordre ou d'augmenter la torsion du câble au cours de l'installation peut donner lieu à une torsion additionnelle du moufle à crochet.

Le pas du câble ne doit pas être déplacé au cours de l'installation, c'est-à-dire qu'il convient de ne pas enrouler ou dérouler d'un tour le câble. Lors de l'installation, le câble doit toujours être plié dans le même sens: tirage du haut du touret vers le haut du tambour ou du bas du touret vers le bas du tambour (voir Figure 2).

Il faut veiller à ce que les points d'attache soient réalisés et fixés conformément aux instructions données dans le manuel de l'appareil de levage.

Si le câble frotte sur certaines pièces de l'appareil de levage, les points de friction doivent être protégés convenablement.

3.2.2 Rodage

Avant la mise en service d'un câble qui vient d'être posé, l'utilisateur doit vérifier que tous les éléments associés au câble sont montés et fonctionnent correctement. Un certain nombre de manœuvres doivent être effectuées à vitesse réduite et sous une charge de l'ordre de 10 % de la charge maximale d'utilisation pour permettre aux éléments constitutifs du câble de s'ajuster aux conditions réelles de fonctionnement.

3.3 Entretien

L'entretien du câble doit être effectué en fonction de l'appareil, de son emploi, de l'environnement et du type de câble. Sauf indication contraire du fabricant de l'appareil ou du câble, le câble doit être enduit de graisse ou d'huile au moment de l'installation. Le câble doit ensuite être nettoyé si nécessaire et être de nouveau lubrifié à intervalles réguliers et avant qu'il ne présente des signes de manque de lubrifiant ou de corrosion, notamment dans les zones de passage sur les poulies.

Le lubrifiant d'entretien doit être compatible avec les lubrifiants d'origine employés lors de la fabrication du câble et doit présenter des caractéristiques de pénétration. Si le lubrifiant n'est pas identifié dans le manuel de l'appareil de levage, l'utilisateur doit demander conseil au fabricant du câble.

Une durée de vie du câble plus courte peut résulter d'un manque d'entretien, notamment lorsque l'appareil de levage travaille en milieu corrosif et, dans certains cas, pour des raisons liées à l'utilisation, si aucun lubrifiant ne peut être utilisé. Dans ce cas, la périodicité des examens doit être réduite en conséquence.

3.4 Examens

3.4.1 Fréquence

3.4.1.1 Examens quotidiens

Dans toute la mesure du possible, toutes les parties visibles des câbles doivent être examinées quotidiennement afin de déterminer les signes de détérioration et les déformations. Les points d'attache des câbles avec l'appareil de levage (voir Figure A.1) doivent faire l'objet d'une attention toute particulière. Tout changement sensible et suspect de l'état du câble doit être signalé et suivi d'un examen effectué par une personne compétente, conformément à 3.4.2.

3.4.1.2 Examens périodiques

Les examens périodiques doivent être réalisés par des personnes compétentes conformément à 3.4.2.

Pour déterminer la fréquence de ces examens périodiques, les éléments suivants doivent être pris en considération:

- a) les conditions légales requises concernant l'appareil de levage dans le pays où il est utilisé;
- b) le type d'appareil de levage et ses conditions d'utilisation;
- c) le groupe de classification de l'appareil de levage;
- d) les résultats des examens antérieurs;
- e) le temps pendant lequel le câble a été utilisé.

Il convient d'examiner les câbles des grues mobiles et des grues à tour au minimum une fois par mois, conformément aux instructions de la personne compétente.

NOTE En fonction des conditions du câble, la personne compétente peut estimer nécessaire d'augmenter la fréquence des examens.

3.4.1.3 Examens spéciaux

Les examens spéciaux doivent être réalisés conformément à 3.4.2.

Le câble doit être examiné quand un incident survenu peut avoir causé des dégâts aux câbles et/ou aux points d'attache, ou quand un câble a été remis en service après démontage suivi d'un remontage.

Lorsqu'un appareil de levage est mis hors service pour trois mois ou plus, il convient d'examiner les câbles avant la reprise du travail.

NOTE En fonction des conditions du câble, la personne compétente peut estimer nécessaire de réduire la périodicité des examens.

3.4.1.4 Inspection des câbles travaillant sur des poulies synthétiques ou des poulies métalliques à revêtement intérieur synthétique

Lorsqu'un câble travaille uniquement ou en partie sur des poulies synthétiques ou métalliques à revêtement intérieur de la gorge synthétique, des ruptures nombreuses de fils peuvent se produire à l'intérieur du câble sans qu'il y ait de ruptures visibles ni d'usure substantielle à l'extérieur de celui-ci. Il faut donc dans ces conditions envisager de fixer une périodicité des contrôles spécifiques reposant sur les données de fonctionnement des câbles précédentes et tenant compte des résultats de contrôles réguliers en exploitation et des informations acquises de l'examen détaillé des câbles déposés.

Une attention particulière doit être portée aux endroits où le lubrifiant a disparu ou s'est dénaturé.

Pour les systèmes spécifiques de levage, les critères de dépôt des câbles doivent être établis en fonction des informations échangées entre le fabricant de l'appareil et le fabricant des câbles.

NOTE En fonction des conditions du câble, la personne compétente peut estimer nécessaire d'augmenter la fréquence des examens.

ISO 4309:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5d96a7be-a79e-494e-8a85-c0242dd8704/iso-4309-2004>

3.4.2 Points sur lesquels doit porter l'examen

3.4.2.1 Généralités

Bien qu'il soit nécessaire d'examiner le câble sur toute sa longueur, les éléments suivants doivent faire l'objet d'une attention particulière:

- a) les points d'attache du câble actif et du câble dormant;
- b) les parties du câble qui passent sur des poulies de mouflage et de renvoi;
- c) pour les appareils de levage effectuant un travail répétitif, les points de passage sur les poulies à l'endroit correspondant aux mises en charge (voir l'Annexe A);
- d) les parties du câble qui passent sur des poulies de compensation;
- e) les parties du câble qui peuvent être soumises à l'abrasion par des facteurs externes (par exemple, hiloires);
- f) l'examen interne du câble pour la corrosion et la fatigue (voir l'Annexe C);
- g) les parties du câble exposées à la chaleur.

Les résultats de l'examen doivent être consignés sur la fiche d'examen du câble (voir l'Article 6 et l'Annexe B pour un exemple type).

3.4.2.2 Terminaisons, à l'exclusion des élingues

Le câble doit être examiné dans la zone où il sort des fixations d'extrémité, cette zone étant critique en ce qui concerne les ruptures de fils par fatigue et la corrosion. Les culots d'extrémité de câble doivent eux-mêmes être examinés du point de vue de la déformation et de l'usure.

Les fixations de câble à l'aide de douilles de serrage embouties ou pressées doivent être examinées, de manière similaire, en ce qui concerne les fissures dans le matériau de la douille et l'éventuel glissement du câble par rapport à la douille.

Les raccords d'extrémité amovibles (par exemple, serre-câbles, pinces de câbles pour tambour) doivent faire l'objet d'un examen en vue de vérifier les ruptures de fils vers et sous le serrage, les glissements des serre-câbles et le desserrage des vis de fixation. Il convient que l'examen permette également de vérifier que les prescriptions établies dans les normes et les règlements relatifs aux terminaisons ont été suivies.

Les raccords d'extrémité réalisés par épissure doivent faire l'objet d'un examen visant à vérifier qu'ils ne sont ligaturés qu'à l'extrémité de l'épissure (de manière à protéger les mains des fils extrudés) et, pour ce faire, il est recommandé de laisser accessible l'emplacement de l'épissure pour pouvoir réaliser un examen visuel pour toute rupture de fils.

Lorsque l'on constate des ruptures de fils à proximité ou au niveau du point d'attache, il est admis de raccourcir et de fixer de nouveau le câble. Cependant, la longueur du câble doit rester suffisante pour conserver en permanence le nombre nécessaire de couches sur le tambour.

3.4.3 Essais non destructifs

Les essais non destructifs réalisés par des techniques électromagnétiques peuvent être utilisés pour renforcer l'examen visuel et permettre de déterminer les zones et les degrés de détérioration du câble.

Lorsqu'un examen visuel est renforcé par un essai non destructif par système électromagnétique, il convient de soumettre le câble à un premier examen non destructif électromagnétique dès que possible après l'installation du câble.

3.5 Critères de dépose

3.5.1 Généralités

La sécurité d'exploitation des câbles en service est fondée sur les critères suivants (voir 3.5.2 à 3.5.12):

- a) la nature et le nombre de fils cassés;
- b) les fils cassés au niveau de l'extrémité;
- c) la concentration de fils cassés;
- d) la progression du nombre de fils cassés;
- e) la rupture des torons;
- f) la diminution du diamètre du câble, y compris par rupture de l'âme;
- g) la diminution d'élasticité;
- h) les usures externe et interne;
- i) les corrosions externe et interne;
- j) la déformation;
- k) la détérioration due à la chaleur ou à l'apparition d'un arc électrique;
- l) l'augmentation de l'allongement permanent.