

Annulée le 04.07.2008



CFST

Commission fédérale de coordination
pour la sécurité au travail

Edition 6.00

Directives

no 2089

○ Appareils de levage

Sommaire

Page

1	Champ d'application	3
2	Définition	3
3	Généralités	3
3.1	Données pour l'examen	3
3.2	Données pour l'emploi et l'entretien	4
4	Construction et équipement	4
4.1	Généralités	4
4.2	Mécanismes de translation et voies de roulement	4
4.3	Protection contre les coincements	5
4.4	Treuil de levage actionnés par moteur	6
4.5	Treuil de levage actionnés à la main	6
4.6	Organes porteurs et éléments auxiliaires	6
4.7	Moufles	7
4.8	Crochets de levage	7
4.9	Commandes	7
4.10	Inscriptions	8
5	Exploitation	8
5.1	Disposition des postes de commande	8
5.2	Instruction	9
5.3	Charges suspendues	9
5.4	Dispositifs pour le transport et l'arrimage	9
5.5	Transport de personnes	9

6	Entretien	9
6.1	Fonctionnement des dispositifs de sécurité	9
6.2	Remplacement des organes porteurs et éléments de construction	10
	Remarque	10
	Commentaires	11

1 Champ d'application

Les dispositions des présentes directives s'appliquent à la construction, l'utilisation et l'entretien d'appareils de levage.

2 Définition

Par appareils de levage au sens des présentes directives, on entend toutes les installations qui sont destinées au transport de charges librement suspendues au moyen de treuils de levage et qui comprennent tout au plus un chariot de translation actionné par moteur.

Appareils
de levage

Pour les appareils de levage transportant des charges suspendues librement et qui comportent des poutres de ponts, potences, etc. actionnées par moteur, les règles relatives aux ponts roulants, portiques et autres engins similaires (form. Suva 1845) ainsi que l'ordonnance sur les conditions de sécurité régissant l'utilisation des grues (ordonnance sur les grues – form. Suva 1420) sont applicables.

Autres
dispositions

Pour les installations de transports aériens, les règles relatives à l'exploitation de grues à câble ou de téléféreries pour le transport de matériaux (form. Suva 2136) sont applicables.

D'autres dispositions s'appliquent aux élévateurs à potence pour chantiers.

3 Généralités

3.1 Données pour l'examen

Sur demande, tous les documents nécessaires à l'examen en matière de technique de sécurité des appareils de levage doivent être mis à la disposition des instances de contrôle.

Ces données comprennent:

- la description du fonctionnement des appareils de levage
- les spécifications des matériaux composant les crochets, organes porteurs, ressorts
- les calculs de résistance
- les schémas avec description de fonctionnement
- les prescriptions de service et d'entretien établies par le fabricant.

3.2. Données pour l'emploi et l'entretien

Instructions	¹ Celui qui utilise et entretient des appareils de levage doit veiller à ce que la sécurité au travail soit garantie. Les instructions à cet effet doivent être à sa disposition dans une des langues nationales.
Indications et données	² Pour autant que cela soit nécessaire pour l'utilisation, les instructions doivent inclure des indications et données sur le mode de fixation, la force de l'ancrage, la stabilité, le diamètre des câbles, etc.

4 Construction et équipement

4.1 Généralités

Parties en mouvement	¹ Toutes les parties mobiles des appareils de levage doivent être conçues, ou munies de dispositifs de protection, de façon à éviter tout danger d'accident. Avant tout, on ne doit pas pouvoir introduire les mains dans les zones dangereuses.
Règles de la technique	^{2*} Les appareils de levage doivent être projetés, calculés et construits conformément aux règles de la technique.
Emplacements pour l'entretien et les réparations	^{3*} Les travaux d'entretien et de réparation des appareils de levage doivent pouvoir être exécutés depuis des emplacements sûrs.
Installations automatiques	⁴ Si des appareils de levage sont incorporés dans des installations automatiques, la zone dans laquelle l'appareil de levage et la charge se déplacent doit être protégée.
Installation	⁵ Tout appareil de levage doit être installé de telle sorte qu'aucune personne ne soit mise en danger.

4.2 Mécanismes de translation et voies de roulement

Protection contre les déraillements et chutes	¹ Les mécanismes de translation des appareils de levage doivent être construits de façon qu'ils ne puissent ni dérailler ni tomber. Pour les mécanismes de translation qui se déplacent sur l'aile inférieure d'une poutre, la condition est remplie, — si le mécanisme de translation est dimensionné de façon que la charge nominale et une force horizontale additionnelle de 0,3 fois la charge nominale ne causent au-
---	--

cune déformation permanente;

La force horizontale est appliquée à partir du rail de roulement sur la jante de la roue.

- si des butées empêchent le boudin des roues de roulement de monter sur la poutre porteuse;
- si les appareils de levage ayant une capacité de levage de plus de 2000 kg sont munis d'appuis en cas de rupture de roues ou si les mécanismes de translation ayant une roue de chaque côté sont munis d'appuis en cas de rupture d'une roue.

En cas de rupture d'une roue ou d'un axe de roue, la chute de la charge ne doit pas excéder 2 cm.

- 2 La vitesse de translation des appareils de levage commandés depuis le sol doit être limitée à 63 m/min.

Vitesse de translation

Une deuxième vitesse inférieure doit être prévue selon les nécessités de l'exploitation.

- 3 Les voies de roulement doivent être munies de butoirs à leurs extrémités.

Butoirs

- 4 Les embranchements des voies de roulement doivent être conçus de façon à permettre le passage seulement si les rails sont dans le même alignement et verrouillés l'un par rapport à l'autre.

Dispositif de blocage aux embranchements

4.3 Protection contre les coincements

Les personnes ne doivent pas pouvoir être coincées par des appareils de levage qui comportent un mécanisme de translation motorisé.

Cette condition est remplie,

- si l'espace libre, dans le sens vertical, entre les parties mobiles les plus basses de l'appareil de levage et les parties fixes du bâtiment et des installations est supérieur à 0,5 m;

L'espace vers le bas s'applique aux parties de l'appareil de levage, à l'exception de l'accessoire de levage.

- si, dans les zones de passage, jusqu'à une hauteur de 2,5 m au-dessus d'un emplacement de travail, l'espace latéral entre les parties saillantes de l'appareil de levage

et les parties fixes telles que murs, piliers, garde-corps, est de 0,5 m au minimum;

Les zones de passage comprennent tous les lieux où des personnes peuvent normalement se trouver.

Si les espaces exigés ne peuvent pas être respectés, d'autres mesures de même efficacité doivent être prises pour empêcher que des personnes puissent être coincées.

4.4 Treuils de levage actionnés par moteur

Freins des treuils

¹ Les treuils de levage doivent être munis de freins d'une fiabilité certaine, qui puissent retenir la charge dans n'importe quelle position. En cas d'interruption de l'amenée d'énergie, le frein doit entrer automatiquement en action.

Descente en chute libre

² Les treuils de levage doivent être conçus de façon qu'une descente en chute libre de la charge soit exclue.

Vitesse nominale

^{3*} Les treuils de levage doivent être construits de façon que, lors de la descente de la charge nominale, la vitesse nominale de descente ne soit pas sensiblement dépassée.

Actionnement par moteur et à la main

⁴ Les treuils de levage conçus pour être actionnés aussi bien par moteur qu'à la main doivent être conçus de façon que, lorsqu'ils sont actionnés par moteur, aucune personne ne soit mise en danger par la commande manuelle.

4.5* Treuils de levage actionnés à la main

Les treuils de levage actionnés à la main doivent permettre une montée et une descente sûres de la charge sans que des personnes soient mises en danger.

4.6 Organes porteurs et éléments auxiliaires

Organes porteurs et éléments auxiliaires

^{1*} Les organes porteurs et les éléments auxiliaires doivent être dimensionnés et disposés de façon que leur fonctionnement soit sûr même en cas d'usure normale (chiffre 6.2).

Homologation des chaînes à maillons ronds

² Les chaînes à maillons ronds doivent être fabriquées conformément à une norme reconnue officiellement, essayées et munies d'une marque de qualité correspondante. Le fabricant doit être en possession d'une attestation indiquant la nature et le résultat de l'essai.

3 Les tambours doivent être construits de façon à assurer une fixation sûre et sans déformation des câbles. Le point de fixation doit être disposé de façon que les câbles puissent être fixés sans être gênés par d'autres éléments de construction.

Fixation des câbles

4 Les treuils de levage actionnés par moteur et ayant des câbles comme organes porteurs doivent être construits de façon que l'enroulement régulier des câbles sur le tambour soit assuré.

Enroulement des câbles

4.7* Moufles

On ne doit pas pouvoir se blesser au point d'entrée de l'organe de suspension lorsque, en cours d'utilisation de l'appareil de levage, le moufle se trouve à portée des personnes.

4.8 Crochets de levage

1 Les crochets de levage doivent être soit forgés, soit constitués de lames en acier. L'acier utilisé pour la fabrication des crochets de levage doit être inaltérable au vieillissement.

Matériau des crochets de levage

2 Les crochets de levage simples doivent être pourvus d'un dispositif de sécurité automatique empêchant tout décrochage accidentel de l'accessoire de levage.

Protection contre le décrochement

4.9 Commandes

1 La commande doit être conçue de façon que les personnes ne soient pas mises en danger par les mouvements de l'appareil de levage.

Commande par impulsion

Cette condition est remplie, si l'installation est munie d'une commande par impulsion (dispositif dit d'homme mort) qui interrompt le mouvement amorcé lors de l'abandon de l'organe d'actionnement.

2* Les appareils de levage actionnés par moteur doivent pouvoir être déclenchés au moyen d'un dispositif de coupure.

Interrupteur général

3* Les mouvements de montée et de descente doivent être interrompus automatiquement et d'une manière sûre dans les positions extrêmes.

Dispositif d'arrêt de fin de course de service

Dispositif
d'arrêt de
fin de course
de sécurité

4* Des dispositifs d'arrêt de sécurité doivent être installés à la suite des dispositifs d'arrêt de fin de course,

- si des matières en fusion ou d'autres substances dangereuses sont transportées,
- si le dispositif d'arrêt de fin de course supérieur est régulièrement mis à contribution en service normal.

Le dispositif d'arrêt de sécurité doit interrompre sûrement l'alimentation en énergie du treuil de levage.

Spires restant
sur le tambour

5 Après l'entrée en action du dispositif d'arrêt de fin de course inférieur, il doit rester encore au moins deux spires sur le tambour immobilisé.

Dispositif de
déclenchement

6* Les postes de commande doivent être pourvus d'un dispositif de déclenchement (interrupteur d'engin) permettant d'immobiliser sûrement le treuil de levage et le mécanisme de translation.

4.10 Inscriptions

Mode
d'inscription

1 Les inscriptions doivent être bien lisibles, aisément compréhensibles et durables.

A cet effet on utilisera, autant que possible, des symboles usuels facilement compréhensibles.

Plaque
signalétique

2 Le nom du fabricant, l'année de construction, le numéro de fabrication et le type de l'engin doivent figurer sur chaque appareil de levage de façon que ces indications soient lisibles en tout temps.

Inscription
de la charge
nominale

3 La charge nominale doit être inscrite au moins sur le moufle, de façon bien lisible et résistant aux conditions atmosphériques.

Fonction
commandée

4 Les désignations de la fonction à choisir ou du sens de déplacement doivent être nettement reconnaissables sur les organes de commande.

5 Exploitation

5.1 Disposition des postes de commande

Les appareils de levage doivent être installés et disposés de façon qu'ils puissent être exploités en tout temps sans dan-

Informations sur les directives de la CFST et de la Suva concernant les installations et appareils techniques

La loi fédérale sur la **sécurité d'installations et d'appareils techniques (LSIT)** a été révisée afin d'éliminer les entraves au commerce vis-à-vis de l'Europe et de garantir l'accès au marché libre.

Qu'est-ce que cela signifie pour la validité des directives de la CFST et de la Suva?

- ♦ Les dispositions concernant la mise en place (montage, disposition), l'emploi, la manipulation et la maintenance des machines et des installations restent en vigueur.
- ♦ En ce qui concerne la construction et l'équipement des machines et des appareils à gaz mis en circulation, ainsi que les équipements de protection individuelle (EPI), les exigences essentielles de sécurité et de santé de l'ordonnance sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques (OSIT, art. 3) sont applicables.
- ♦ Pour les nouvelles machines sont valables, depuis le 1^{er} janvier 1997, les exigences conformes à l'ordonnance sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques (OSIT, art. 3, al. 1), laquelle se réfère à la directive de la CE relative aux machines 98/37/CE (jusqu'ici 89/392/CEE).

- ♦ Pour les machines plus anciennes, qui relèvent encore de l'ancien droit fédéral, les directives de la CFST et de la Suva concernant la construction et l'équipement restent en vigueur.
- ♦ Pour autant qu'elles ne soient pas en contradiction avec d'autres normes déjà harmonisées, les directives de la CFST et de la Suva restent également applicables en tant que règles de la technique dans tous les cas où aucune norme internationale ou européenne n'a encore été élaborée dans le domaine concerné.

En outre, lors de la construction de nouvelles machines, d'autres exigences sont également à observer, p. ex. la directive «basse tension» (73/23/CEE) et la directive sur la compatibilité électromagnétique (89/336/CEE).

Les directives européennes peuvent être obtenues à l'adresse suivante:

Euro Info Centre Suisse
47 av. d'Ouchy
case postale 205
1000 Lausanne 13
tél. 021 617 27 67
fax 021 617 07 67
e-mail: epiaget@osec.ch
www.osec.ch

Les normes internationales et européennes peuvent être obtenues à l'adresse suivante:

switec, SNV
Bürglistrasse 29
8400 Winterthur
tél. 052 224 54 54
fax 052 224 54 82
e-mail: verkauf@snv.ch
www.snv.ch

ger. Les postes de commande doivent être disposés de façon que l'utilisateur ne soit mis en danger ni par les organes porteurs ni par la charge et qu'il puisse observer parfaitement la charge dans toute la zone de ses déplacements.

5.2 Instruction

Toute personne chargée de manœuvrer un appareil de levage doit recevoir une instruction détaillée sur l'utilisation de l'installation et des dispositifs de sécurité ainsi que l'arrimage des charges. Les instructions doivent être répétées périodiquement.

5.3 Charges suspendues

Si la charge doit évoluer au-dessus de places de travail occupées en permanence, des mesures spéciales de sécurité doivent être prises. Personne ne doit stationner sous des charges suspendues.

5.4* Dispositifs pour le transport et l'arrimage

Les appareils de levage amovibles, qui peuvent être installés en différents endroits, doivent être conçus de façon qu'ils puissent être transportés, montés et utilisés en sécurité.

5.5 Transport de personnes

Le transport de personnes au moyen de l'accessoire de levage est interdit.

6 Entretien

6.1 Fonctionnement des dispositifs de sécurité

Les appareils de levage doivent être entretenus conformément aux instructions du fabricant. L'efficacité des dispositifs de sécurité doit être vérifiée périodiquement.

En règle générale, aucun travail ne doit être entrepris sur un appareil de levage avant que la charge ait été abaissée et que toutes les amenées d'énergie aient été interrompues.

Le fonctionnement correct des dispositifs de sécurité et l'état des organes porteurs doivent être vérifiés avant la re-

mise en service consécutive à un dérangement ou à une immobilisation prolongée de l'installation. Si nécessaire, les dispositifs et organes défectueux doivent être remis en état.

6.2* Remplacement des organes porteurs et éléments de construction

Les organes porteurs et éléments de construction doivent être remplacés avant que la sécurité exigée ne soit plus garantie par suite d'usure ou de détérioration.

Janvier 1986

Commission fédérale
de coordination
pour la sécurité au travail

Les directives peuvent être
obtenues auprès de la:

Commission fédérale
de coordination
pour la sécurité au travail
Bureau des directives
Fluhmattstrasse 1
Case postale
6002 Lucerne

Remarque

Il faut encore tenir compte d'autres dispositions touchant au champ d'application des présentes directives, en particulier:

- Ordonnance du Conseil fédéral du 6 septembre 1989 sur les installations électriques à basse tension, peut être obtenue auprès de:
OFCL (Office fédérale des constructions et de la logistique),
diffusion des publications, 3003 Berne.
- Normes et règles de l'Association Suisse des Electriciens (ASE), peuvent être obtenues auprès de:
Association Suisse des Electriciens,
Luppmenstrasse 1, 8320 Fehraltdorf

Commentaires des directives no 2089 Appareils de levage

Edition 1.86

Dans ces commentaires on montre par des exemples comment les objectifs de sécurité exposés dans les directives peuvent être réalisés. Au lieu des solutions données, d'autres solutions peuvent aussi être adoptées, pour autant que le but visé en matière de sécurité soit atteint.

Au ch. 4.1.2 Règles de la technique

Pour le calcul des appareils de levage conformément aux règles de la technique, on appliquera par exemple les normes de la Société suisse des Constructeurs de Machines (VSM) ou du Deutsches Institut für Normung (DIN) ou les bases de calcul de la Fédération Européenne de la Manutention (FEM).

Au ch. 4.1.3 Emplacements pour l'entretien et les réparations

Par emplacements sûrs on entend, entre autres, des installations fixes, plates-formes élévatrices de travail, échafaudages fixes et mobiles. Les échelles sont également autorisées jusqu'à une hauteur de 5 m.

Au ch. 4.4.3 Vitesse nominale

Des valeurs supérieures de 20% sont considérées comme un dépassement sensible de la vitesse nominale.

Au ch. 4.5 Treuils de levage actionnés à la main

Pour les treuils actionnés à la main, la condition est remplie, par exemple,

- si les treuils de levage qui peuvent être mis ou rester en mouvement sous l'effet de la charge sont munis d'un dispositif antirecul automatique d'un fonctionnement sûr;

Ce dispositif doit si possible fonctionner sans à-coups et agir directement sur l'organe de transmission du mouvement de levage. Il doit être protégé contre toute intervention non autorisée.

- si les roues à cliquets et les cliquets d'arrêt résistent aux sollicitations (également des chocs) qui apparaissent;
- si les manivelles et roues d'entraînement ne peuvent pas être entraînées en sens inverse sous l'effet de la charge et qu'elles sont assurées de sorte qu'elles ne puissent pas être retirées involontairement de l'axe d'entraînement.

Au ch. 4.6.1 Organes porteurs et éléments auxiliaires

Un fonctionnement sûr des organes porteurs et éléments auxiliaires est garanti,

- si les tambours et poulies sont pourvus de rainures pour recevoir les câbles, et si la forme et les dimensions des rainures sont adaptées au câble utilisé et qu'elles soient usinées ou présentent un état de surface équivalent;

Des surfaces usinées sont des surfaces correspondant au moins à la

classe de rugosité N10 selon les normes de la Société suisse des Constructeurs de Machines (VSM) ou de l'Organisation Internationale de Standardisation (ISO) DR 1302.

- si les poulies sont munies de dispositifs appropriés, comme des étriers de retenue, empêchant le câble de sortir de la poulie;
- si aux roues à chaînes, la forme et la dimension des dents correspondent à la chaîne utilisée et si leur surface a été usinée ou présente un état de surface équivalent;

Des surfaces usinées sont des surfaces correspondant au moins à la classe de rugosité N10 selon les normes de la Société suisse des Constructeurs de Machines (VSM) ou de l'Organisation Internationale de Standardisation (ISO) DR 1302.

- si les roues à empreintes sont conçues de façon qu'aucun effort de flexion ne s'exerce sur les maillons;
- si sur les roues à chaînes ou les roues à empreintes, des dispositifs appropriés, comme des étriers de retenue, empêchent la chaîne de sortir.

D'autres câbles que des câbles en acier peuvent être utilisés sur des appareils de levage, pour autant que leur aptitude à cet usage soit prouvée par le fabricant.

Au ch. 4.7 Moufles

205146



Figure 1
Moufle avec points d'entrée de la chaîne protégés

205147



Figure 2
Points d'entrée protégés de la poulie à câble

Au ch. 4.9.2 Interrupteur général

Cette condition est remplie si, sur les appareils de levage actionnés par moteur électrique, un interrupteur omnipolaire interrompt l'alimentation en énergie sur toutes les parties de l'appareil de levage. Cet interrupteur doit pouvoir être verrouillé en position de déclenchement. Dans le cas d'appareils de levage mobiles, une prise au secteur est suffisante.

Au ch. 4.9.3 Dispositif d'arrêt de fin de course de service

L'interruption du mouvement à la montée ou à la descente est sûre si, par exemple, un dispositif d'arrêt de fin de course à rupture forcée est actionné par une action mécanique forcée. Lorsque le dispositif d'arrêt de fin de course est entré en action, l'inversion du sens de marche doit encore être possible.

S'il existe un dispositif d'arrêt de fin de course de sécurité selon chiffre 4.9.4, il n'y a pas d'exigences techniques de sécurité particulières pour ce qui concerne le dispositif d'arrêt de fin de course de service.

Sur les appareils de levage dont les organes porteurs sont des chaînes et dont la capacité nominale de levage est au maximum de 1000 kg par brin, des accouplements à friction peuvent être installés à la place des interrupteurs de fin de course. Le coefficient de sécurité à la rupture de la chaîne ne doit pas être diminué lors de l'entrée en action de l'accouplement à friction.

Au ch. 4.9.4 Dispositif d'arrêt de fin de course de sécurité

L'énergie alimentant le treuil de levage peut être interrompue sûrement soit au moyen d'un interrupteur omnipolaire, soit par l'intermédiaire d'un interrupteur de commande provoquant la chute d'un contacteur. Dans les deux cas, le dispositif d'arrêt de fin de course de sécurité doit être actionné d'une manière sûre (analogue au dispositif d'arrêt de fin de course de service) et indépendamment du dispositif de fin de course de service. Un actionnement commun du dispositif de fin de course de service et du dispositif de fin de course de sécurité est autorisé, seulement si le mécanisme d'actionnement est relié par clabotage au tambour du treuil. Lorsque le dispositif d'arrêt de fin de course de sécurité a interrompu le mouvement de montée ou de descente, seule l'inversion du sens de marche doit encore être possible.

Sur les appareils de levage avec accouplements à friction, qui atteignent régulièrement la position extrême supérieure et qui ne transportent pas de matières en fusion ou autres substances dangereuses, on peut renoncer à

un dispositif de fin de course de sécurité. Dans ce cas un dispositif de fin de course de service selon chiffre 4.9.3 est suffisant.

Au ch. 4.9.6 Dispositif de déclenchement

L'interruption des mouvements est réalisée au moyen d'un interrupteur avec verrouillage mécanique et déverrouillage à la main, ou d'un interrupteur à deux boutons «enclenché» – «déclenché», ou d'un interrupteur rotatif. L'alimentation en énergie peut être interrompue soit directement, soit par l'intermédiaire d'un contacteur placé en amont.

Un interrupteur avec verrouillage mécanique et déverrouillage à la main, par exemple un bouton-poussoir rouge (champignon), doit être disposé en saillie et être facile à actionner. Il doit interrompre l'amenée d'énergie jusqu'à ce qu'il soit déverrouillé par une opération manuelle.

Sur un interrupteur à deux boutons, le bouton d'enclenchement doit être noyé. Le bouton de déclenchement doit être en saillie et facile à manipuler.

Sur les interrupteurs rotatifs, la position de déclenchement devrait se trouver à gauche de la position d'enclenchement.

Sur les appareils de levage fixes ou sur ceux qui ne peuvent être déplacés qu'à la main et dont les organes porteurs sont des chaînes d'une capacité nominale de levage maximale de 1000 kg par brin et qui, en outre, sont munis d'un limiteur de charge par accouplement à friction, l'interrupteur général peut remplir la fonction d'interrupteur d'engin, à condition qu'il soit placé dans le même local, aisément accessible et clairement désigné.

Au ch. 5.4 Dispositifs pour le transport et l'arrimage

Les appareils de levage peuvent être transportés et montés en sécurité, s'ils sont munis de poignées, crochets de suspension, anneaux ou autres moyens d'arrimage. Si l'appareil de levage est suspendu au moyen d'un crochet, celui-ci doit être pourvu d'un dispositif de sécurité contre le décrochage.

Au ch. 6.2 Remplacement des organes porteurs et éléments de construction

La sécurité exigée pour les organes porteurs n'est plus assurée, pour les câbles *métalliques*

- si l'endroit le plus endommagé présente, sur une longueur égale à huit fois le diamètre du câble, plus de 10% de fils rompus;

- si un toron est cassé;
- si le câble présente des renflements, écrasements ou cisaillements et que l'âme est apparente;
- si l'usure est très prononcée ou si le câble présente d'autres dommages importants;
- si les dispositions de la norme DIN 15020, feuillet 2, ont été violées.

pour les *chaînes*

- si un seul maillon a vu sa longueur augmentée de plus de 5% par suite d'allongement ou d'usure;
- si dans une section d'un maillon, la somme de deux diamètres mesurés dans deux plans perpendiculaires est inférieure à 1,8 fois le diamètre à l'état de neuf;
- si les dispositions des normes DIN 685 et 5684 ont été violées.