



ROME 1957
PARIS 1963
LUCERNE 1969
VIENNE 1975
MUNICH 1981
GRENOBLE 1987
BARCELONE 1993
SAN FRANCISCO 1999
INNSBRUCK 2005
RIO DE JANEIRO 2011

ORGANIZZAZIONE INTERNAZIONALE TRASPORTI A FUNE
INTERNATIONALE ORGANISATION FÜR DAS SEILBAHNWESEN
ORGANISATION INTERNATIONALE DES TRANSPORTS A CABLES
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR TRANSPORTATION BY ROPE
ORGANISACION INTERNACIONAL DES TRANSPORTES POR CABLE

Siège : I-00188 ROMA – Via Suzzara, 19
Secrétariat : Ufficio trasporti funiviari
I-39100 BOLZANO Piazza Silvius Magnago, 3
E-mail : info@oitaf.org

O. I. T. A. F.

CAHIER N° 28

Publié le mai 2014

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES SUR LA LUBRIFICATION LORS DE LA FABRICATION OU EN COURS D'EXPLOITATION DES CÂBLES EN ACIER DESTINÉS AUX INSTALLATIONS À CÂBLES TRANSPORTANT DES PERSONNES

**Rédigées entre septembre 2011 et octobre 2013
Commission d'études O.I.T.A.F. n° II**

Sommaire

AVANT-PROPOS	3
INTRODUCTION	4
1 CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES	5
1.1 Principes de lubrification d'un câble métallique	5
1.2 Conditions applicables au câble	8
1.3 Conditions applicables à l'installation à câbles	9
1.4 Conditions applicables à l'exploitation de l'installation à câbles	9
1.5 Conditions supplémentaires	10
2 LUBRIFICATION EN COURS D'EXPLOITATION	11
2.1 Préambule	11
2.2 Méthodes de lubrification en cours d'exploitation	11
2.3 Fréquence	13
2.4 Remarques générales	13
3 DANGERS POTENTIELS	14
4 REMARQUES FINALES	15
5 TERMINOLOGIE	15

AVANT-PROPOS

Les cahiers 4 et 21 (recommandations pour le graissage et la re-lubrification des câbles d'installations de transports à câbles) n'ont pas été modifiés depuis plusieurs années. C'est pour cette raison que l'Organisation Internationale des Transports à Câbles (O.I.T.A.F.) a décidé de revoir ces cahiers. Le Comité de direction a approuvé la proposition de la commission d'études consistant à regrouper ces deux recommandations en un seul cahier (nouveau Cahier 28).

Cette nouvelle recommandation est le fruit de la collaboration et des contributions personnelles d'experts du monde de la fabrication de câbles ou d'installations à câbles, de l'exploitation d'installations à câbles, des autorités de surveillance, des organismes de contrôle, des universités ainsi que des conseillers indépendants issus des pays suivants : Allemagne, France, Italie, Autriche, Suisse et États-Unis. De plus, 176 exploitants d'installations ont été sollicités sur le sujet.

The following members have served on the working group:

Amiet Urs	OFT, Berne (CH)
Baldinger Peter (Président)	Teufelberger Seil GmbH, Wels (AT)
Baron Pierre-François	Arcelor Mittal Wire France, Bourg en Bresse (FR)
Beha Rudolf	Leitner AG, Sterzing (IT)
Boyden George	Sandia Peak Tram Co, Albuquerque (US)
Collina Andrea	École polytechnique de Milan, Milan (IT)
Contardo Stéphane	STRMTG, St. Martin d'Hères (FR)
Egger Josef	Bergbahn AG Kitzbühel (AT)
Hinterndorfer Bernhard	TVFA / TU Wien, Vienne (AT)
Huber Peter	VDS / Zugspitzbahn AG, Garmisch (DE)
Kopanakis Georg	Consultant, Coblenze (CH)
Kühner Konstantin	Université de Stuttgart, Stuttgart (DE)
Longatti Bruno	Fatzer AG, Romanshorn (CH)
Machalik Hans	BMVIT, Vienne (AT)
Martinet Christophe	Régie des remontées mécaniques, St. Hilaire du Touvet (FR)
Paglia Federico	Redaelli Tecna S.p.A., Brescia (IT)
Pernot Stéphane	STRMTG, St. Martin d'Hères (FR)
Pesciallo Renzo	SBS, Berne (CH)
Sutter Josef	Doppelmayr Seilbahnen GmbH, Wolfurt (AT)
Winter Sven	Université de Stuttgart, Stuttgart (DE)

INTRODUCTION

La présente recommandation concerne la lubrification à exécuter lors de la fabrication et en cours d'exploitation des câbles en acier destinés aux installations à câbles transportant des personnes.

Elle s'adresse aux exploitants d'installations, aux fabricants de câbles et d'installations ainsi qu'aux fabricants de lubrifiants, sur la base des conditions suivantes :

- Le fabricant de câbles doit s'assurer que le fabricant de lubrifiants a précisé quel lubrifiant utiliser selon les câbles d'installations à câbles.
- Le fabricant de câbles doit s'assurer que la quantité des lubrifiants applicables est déterminée.
- Le fabricant de câbles doit s'assurer que le lubrifiant utilisé est uniformément réparti le long du câble et autour de celui-ci.
- L'exploitant d'installations doit s'assurer que le lubrifiant utilisé pour re-lubrifier répond aux recommandations de maintenance du fabricant de câbles, afin de garantir la compatibilité entre ce lubrifiant et celui utilisé lors de la fabrication du câble.
- Le fabricant de lubrifiants utilisés lors de la fabrication du câble ou en cours d'exploitation doit s'assurer que ceux-ci n'ont aucun effet négatif sur les fils (corrosion par ex.) et sur les composants plastiques.
- Pour s'assurer que le lubrifiant répond à toutes les exigences relatives à l'utilisation d'installations à câbles pour le transport des personnes, le fabricant de lubrifiants doit se soumettre à tous les tests nécessaires conduits par les organismes de contrôle (voir Chapitre 3 Dangers potentiels).

1 CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES

1.1 Principes de lubrification d'un câble métallique

Un câble doit être lubrifié afin de prolonger la durée de vie de ses fils en acier et de retarder le développement d'un point de rupture. Ceci est important pour éviter toute interruption imprévue de l'exploitation.

Ainsi, le lubrifiant améliore la protection anti-corrosion et réduit également le coefficient de frottement entre les fils et entre les torons.

Il est important de préciser qu'il n'existe pas de limites aux propriétés de protection anti-corrosion du lubrifiant, à l'inverse des propriétés de friction qui ne doivent pas descendre au-dessous d'une valeur minimale. Il convient de garder à l'esprit qu'un câble dont les fils ont un coefficient de frottement égal à « 0 » perd une très importante propriété, selon laquelle un fil rompu situé au-delà d'une certaine distance de l'endroit de rupture peut à nouveau porter toute sa charge.

Il est donc clair que la protection anti-corrosion revêt une importance toute particulière dans un environnement corrosif comme

- une atmosphère saline ;
- des températures élevées et/ou de l'humidité ;
- des émissions à effet corrosif.

De même, l'importance de la lubrification augmente avec le nombre de flexions à mesure que

- la vitesse est plus élevée ;
- les heures d'exploitation par jour augmentent ;
- les jours d'exploitation par an augmentent ;
- les installations sont plus courtes.

Il est donc évident que toute généralisation concernant la lubrification lors de la fabrication ou en cours d'exploitation qui serait faite sans tenir compte des paramètres de l'installation en question tels que

- les conditions climatiques ;
- l'environnement ;
- les conditions d'exploitation ;
- la durée de vie nécessaire attendue ;

risquerait de perturber l'exploitation et finirait par entraîner des pertes économiques. Négliger ces aspects pourrait même, le cas échéant, conduire à des problèmes de sécurité.

Les recherches menées par le passé ont permis d'établir les points suivants :

- Toute flexion d'un câble autour d'une poulie (flexion forcée / pression locale des surfaces élevée entre les fils) entraîne une corrosion par frottement et l'apparition d'entailles. Ces entailles agissent comme des fissures pouvant mener à des ruptures de fil.
- La présence d'un lubrifiant entre deux surfaces de contact métalliques agit comme un « matériau intermédiaire » réduisant la formation de corrosion par frottement et retardant l'apparition de ruptures par fatigue.

Les résultats des recherches, conduites aussi bien en laboratoire que sur les installations, se résument comme suit :

- Fondamentalement, les lubrifiants utilisés ne résistent pas, tout au long de la durée de vie du câble, à la haute pression répétée s'exerçant entre les fils. Lorsque le câble subit des flexions répétées, le lubrifiant perd sa propriété de protéger intégralement et durablement les composants du câble. (Fig. 1)

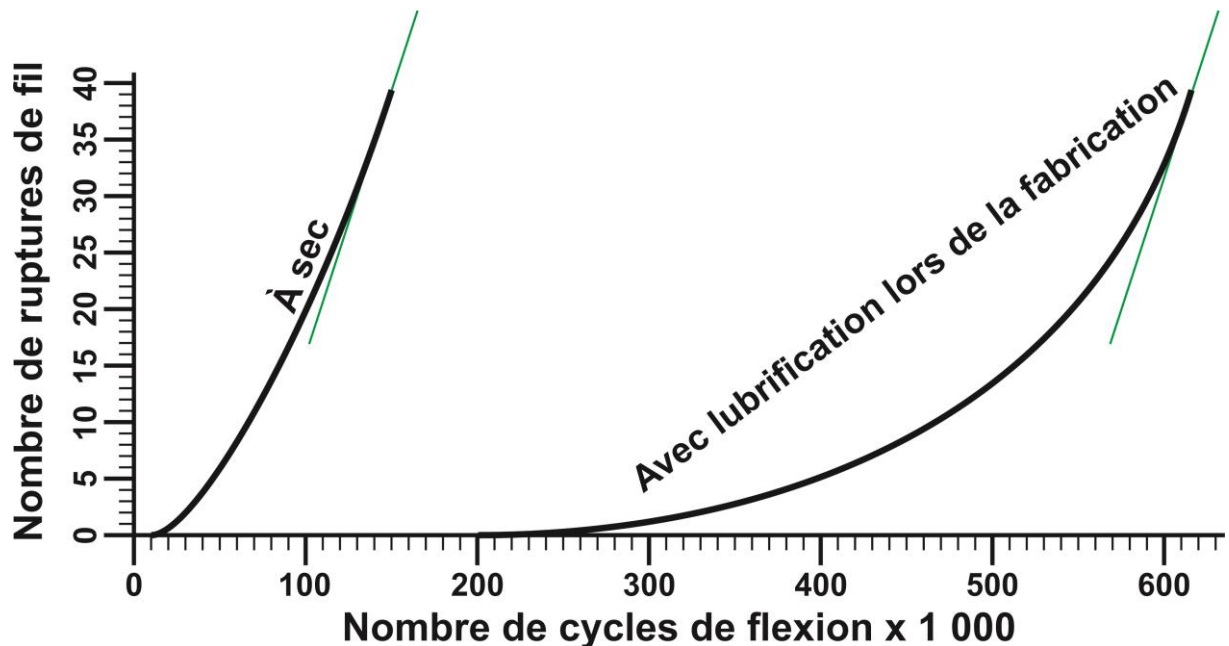


Figure 1 : Comparaison entre un câble « sec » et un câble « lubrifié » soumis à une flexion forcée et à des charges spécifiques élevées. Le nombre de ruptures de fil se rapporte à une longueur de câble particulière. Il est évident que :

- sur un câble non lubrifié, le nombre de ruptures de fil croît significativement plus vite que sur un câble lubrifié à la fabrication ;
- la pente de la courbe de ruptures de fil d'un câble non lubrifié est, en définitive, semblable à celle d'un câble lubrifié à la fabrication (droites vertes). Cela prouve qu'avec le temps, l'effet du lubrifiant initial faiblit. Le lubrifiant ne peut pas jouer son rôle de « matériau intermédiaire » entre les fils pendant toute la durée de vie du câble. En fin de vie, le câble se comporte donc comme s'il avait été fabriqué sans lubrification.

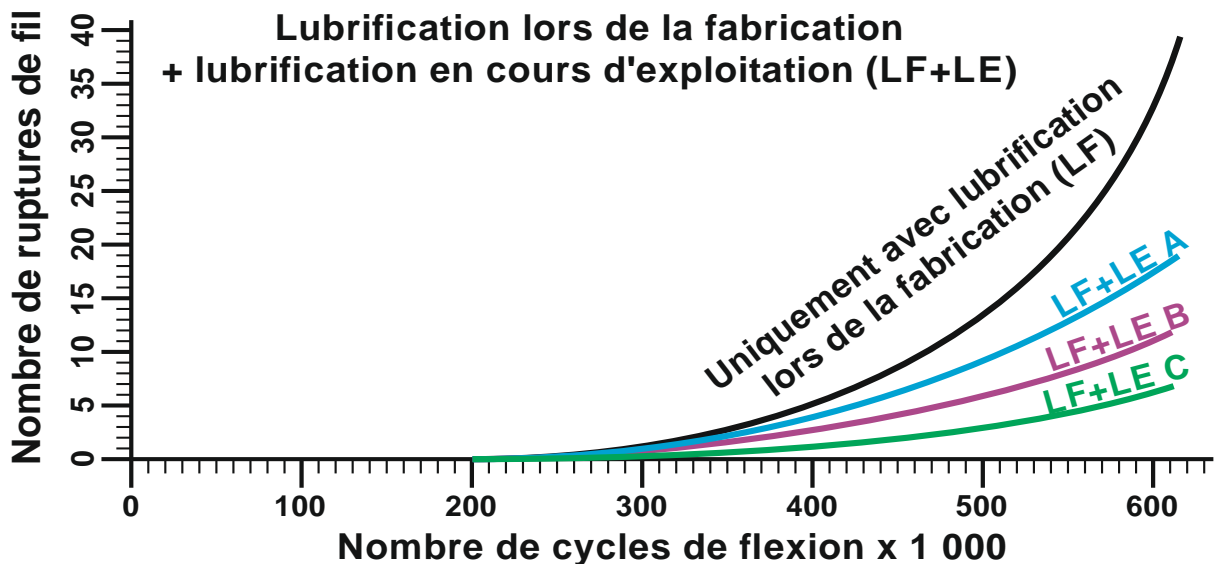


Figure 2 : Comparaison entre un câble lubrifié à la fabrication et un autre lubrifié de manière continue au cours de son exploitation. Il est évident que :

- la lubrification en cours d’exploitation prolonge la durée de vie du câble ;
- le prolongement de la durée de vie du câble dépend, de manière significative, du lubrifiant utilisé.

Les résultats montrés ici sont le fruit de nombreuses recherches. Les portions de câble sur lesquelles différents lubrifiants ont été appliqués appartiennent à un seul et même câble. Pour plus de détails, consulter “Effects of fretting fatigue on flexed locked coil ropes, Fretting Fatigue” ESIS 18 (édité par R.B. Water) 1994, Mechanical Engineering publications, Londres, pp. 283-294.

Les conclusions suivantes peuvent donc être tirées de ce qui précède :

- La capacité d’un lubrifiant utilisé lors de la fabrication à glisser à nouveau sur les surfaces de contact après relâchement de la pression constitue une exigence très importante (par ex. lorsqu’un câble est tendu à nouveau après une flexion) ;
- Les câbles doivent être lubrifiés en un point de flexion afin de garantir la pénétration du lubrifiant à l’intérieur du câble à l’aide du mouvement relatif des fils (voir Chapitre 2.2 Méthodes de lubrification en cours d’exploitation).

Les exigences envers les propriétés de lubrification et de protection anti-corrosion du lubrifiant sont déterminées par les éléments suivants :

- le câble en lui-même ;
- l’installation à câbles ;
- l’exploitation de l’installation.

1.2 Conditions applicables au câble

Concernant le câble, le lubrifiant doit répondre aux exigences suivantes :

- *Adaptabilité*

Lors de la fabrication du câble, le lubrifiant doit pouvoir s'adapter. Point de goutte, inflammabilité, viscosité et résistance à la pression sont les caractéristiques essentielles de la lubrification lors de la fabrication du câble.

Le lubrifiant utilisé en cours d'exploitation doit être seulement appliqué et ne produire aucune vapeur toxique. La disponibilité du lubrifiant doit être assurée en tout lieu (restrictions de transport et de stockage des produits dangereux).

- *Tenue*

La tenue du lubrifiant sur la surface du fil doit être garantie mais il doit également pouvoir se retirer lors de la fabrication du câble pour éviter une lubrification excessive. Ces deux exigences étant en contradiction, un compromis est indispensable.

- *Résistance à la pression*

La haute résistance à la pression est une propriété essentielle du lubrifiant. Pour remplir au mieux son rôle de « matériau intermédiaire » entre les composants de friction (fils, torons, insert en acier), le lubrifiant doit pouvoir résister aux pressions entraînées par toutes les conditions d'exploitation.

- *Capacité de glissement*

Puisque les conditions de pression provoquent le déplacement du lubrifiant hors des surfaces de contact, celui-ci doit avoir la capacité de glisser à nouveau entre ces surfaces après relâchement de la pression. Ceci est particulièrement important puisqu'il a été prouvé, entre temps, qu'il est impossible de développer un lubrifiant capable de supporter les pressions pendant toute la durée de vie du câble.

- *Prévention de la fissuration par corrosion*

Les propriétés chimiques du lubrifiant doivent empêcher la fissuration par corrosion (apparition de fissures dues à la pression et aux processus chimiques).

- *Protection anti-corrosion*

La nécessité de protection anti-corrosion du lubrifiant dépend, d'une part, du matériau de revêtement du fil (enduit ou pur) et, d'autre part, des conditions extérieures. Tandis que les matériaux de revêtement pour fils sont largement connus, les conditions extérieures (humidité, pollution, atmosphère saline, etc.) sont changeantes, de sorte que chaque cas particulier doit faire l'objet d'une étude distincte.

- *Compatibilité avec les matières plastiques utilisées*

Différentes matières plastiques servant d'éléments de construction essentiels pour un câble, il convient de s'assurer de la compatibilité du lubrifiant avec toutes les matières plastiques utilisées.

- *Information sur la quantité de lubrifiant vis-à-vis des divers types de câbles*
 - Tous les câbles clos doivent être intégralement lubrifiés lors de leur fabrication.
 - Lors de la fabrication des torons, le lubrifiant doit être contrôlé.
 - Normalement, les câbles à torons ne doivent pas être lubrifiés lors du processus de réalisation du câble.
 - L'insert peut être lubrifié.

1.3 Conditions applicables à l'installation à câbles

Pour l'installation à câbles, les critères suivants sont importants :

- *Coefficient de frottement*

Le principe de fonctionnement de la plupart des installations à câbles est basé sur le frottement entre le câble et la poulie motrice ainsi qu'entre le câble et l'attache. Le coefficient de frottement représentant le paramètre le plus important, l'influence du lubrifiant sur chacune des paires de matériaux ne doit pas entraîner le dépassement de la valeur définie. Le fonctionnement mais aussi la sécurité de l'installation à câbles sont ainsi en jeu (voir Chapitre 3. Dangers potentiels).

Pour les installations avec freins de chariot, il convient de s'assurer que ni le lubrifiant utilisé lors de la fabrication ni celui appliqué en cours d'exploitation n'ont d'effet négatif sur le bon fonctionnement des freins (voir Chapitre 3. Dangers potentiels).

Pour les installations utilisant un « chapeau de gendarme », une attention toute particulière est requise lors de la lubrification en cours d'exploitation : il y a lieu de faire appel au fabricant de l'installation ou à un expert.

- *Compatibilité avec les matières plastiques utilisées*

Il convient de garantir la compatibilité entre le lubrifiant et les doublures des poulies et les galets de roulement. Notamment pour les lubrifiants utilisés en cours d'exploitation dont la matière lubrifiante de base est dissoute dans un solvant, il est particulièrement important que cette matière et ce solvant répondent aux exigences de compatibilité techniques (stabilité chimique, gonflement, propriété d'adhésion, etc. - voir Chapitre 3. Dangers potentiels).

1.4 Conditions applicables à l'exploitation de l'installation à câbles

Pour l'exploitation de l'installation à câbles, il convient de prendre en compte les paramètres suivants :

- *Viscosité et tenue*

Afin que le lubrifiant tienne sur le câble et qu'il ne salisse ni l'installation ni son environnement (voir Chapitre 3. Dangers potentiels), la viscosité et les propriétés de tenue du lubrifiant doivent être choisies pour résister suffisamment à toute la plage de températures ainsi qu'à toutes les vitesses de l'installation.

- *Résistance aux UV*

La capacité de résistance aux UV du lubrifiant est d'une importance toute particulière puisque le câble est souvent utilisé en haute altitude, là où le rayonnement ultraviolet est plus fort qu'en basse altitude.

- *Résistance aux « conditions climatiques techniques »*

La résistance aux conditions climatiques issues de la pollution de l'air devient de plus en plus importante. La question se pose par exemple pour les installations situées à proximité d'entreprises industrielles ou dans une région à forte concentration urbaine produisant des gaz d'échappement plus nocifs.

- *Longue durée de vie et résistance aux températures*

Les câbles des installations sont généralement utilisés plusieurs années. Au cours de leur durée d'exploitation, les lubrifiants ne doivent donc pas se décomposer et leurs propriétés ne doivent être entravées par la variation constante des températures (dans les limites autorisées).

- *Changement de viscosité provoqué par des variations de température ou d'humidité*

Des conditions climatiques particulières, comme une chute brutale des températures suivie d'une hausse de l'humidité de l'air, ne doivent pas entraîner de changement grave dans les propriétés de viscosité du lubrifiant (voir Chapitre 3. Dangers potentiels).

1.5 Conditions supplémentaires

Deux autres points doivent être soulignés :

- *Compatibilité entre le lubrifiant utilisé lors de la fabrication du câble et celui destiné à la lubrification en cours d'exploitation*

Le lubrifiant utilisé lors de la fabrication des installations, des torons ou de l'ensemble du câble doit être entièrement compatible avec celui utilisé pour la lubrification en cours d'exploitation.

- *Texture du produit*

Il devient très difficile de répondre aux exigences techniques relatives à un lubrifiant sachant, d'une part, que leur complexité est élevée et, d'autre part, que nombre de ces exigences sont contradictoires. Voilà pourquoi, dès qu'une composition optimale a été atteinte, celle-ci doit être traitée comme un équilibre précieux mais aussi fragile. Tout changement apporté dans la préparation du lubrifiant peut détruire cet équilibre et nuire à la qualité des résultats. Dans ce contexte, les fabricants de câbles (lubrifiant pour la fabrication) aussi bien que les exploitants d'installations (lubrifiant pour l'exploitation) ont un rôle à jouer. Ils doivent s'assurer que le fabricant de lubrifiants veille à ce que les produits ne subissent aucun changement. Les changements obligatoires apportés dans la préparation du lubrifiant pour des raisons légales, techniques ou encore économiques, doivent être faits avec grande précaution et avec l'accord des fabricants de câbles et des exploitants d'installations.

2 LUBRIFICATION EN COURS D'EXPLOITATION

2.1 Préambule

- Consulter le manuel de maintenance du fabricant de câbles.
- Seuls les câbles nettoyés peuvent être lubrifiés en cours d'exploitation.
 - Il est fortement recommandé de nettoyer les câbles à des intervalles réguliers, notamment au cours de la première année d'exploitation, puisque c'est là qu'il faut s'attendre à la plus grosse perte de lubrifiant appliqué lors de la fabrication. Selon le type du câble (entièrement clos, câble à torons) et celui du lubrifiant appliqué lors de la fabrication, on peut utiliser des brosses, des chiffons, des matrices en plastique, des torons souples ou tout matériel semblable.
 - Il convient de procéder au nettoyage du câble lorsque le temps est sec et de préférence froid.
 - Il faut alors faire particulièrement attention à ne pas endommager la surface du câble. Si une brosse en acier est utilisée pour le nettoyage, il ne faut jamais la passer verticalement par rapport aux torons.
 - Il est spécialement recommandé de ne pas utiliser de solvant ou d'autres substances chimiques.
 - Si le câble n'a pas été nettoyé depuis longtemps, les méthodes de nettoyage habituelles peuvent ne pas être efficaces. Dans ce cas, il convient de solliciter l'aide du fabricant de câbles.

2.2 Méthodes de lubrification en cours d'exploitation

- La lubrification en cours d'exploitation doit se faire sur toute la longueur du câble.
- Le lubrifiant utilisé doit pouvoir pénétrer l'intérieur des torons afin de réduire le frottement entre les fils.
- Pour permettre cette pénétration, le processus de lubrification doit être effectué en un endroit de flexion du câble. Il faut s'assurer que le lubrifiant mouille entièrement la surface de câble au niveau du point de flexion (surface « mouillée » - voir Fig. 3). Le processus de lubrification en cours d'exploitation doit se faire loin de l'unité d'entraînement pour éviter tout problème causé par une réduction possible du coefficient de frottement entre la poulie motrice et le câble.

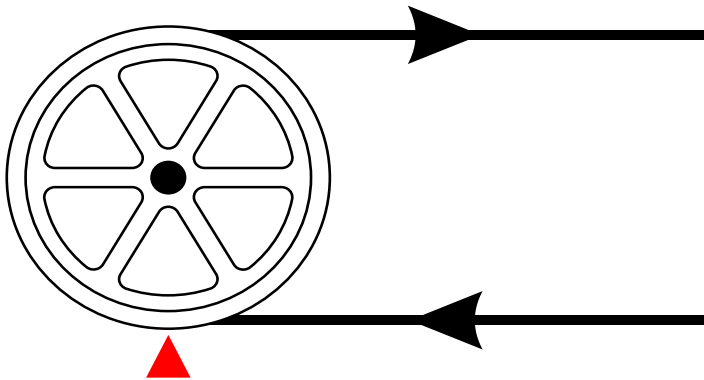


Figure 3 : le processus de lubrification doit être effectué en un endroit de flexion

- Pour la lubrification en cours d'exploitation d'un câble dormant (par ex. un câble porteur), il est conseillé d'appliquer le lubrifiant en amont des galets du véhicule (dans le sens de la marche).
- Si une quantité trop importante de lubrifiant est appliquée, retirer soigneusement le surplus et veiller à ce que la surface du câble reste visible.
- La bonne quantité à appliquer sera déterminée au fil du temps. Les quantités classiques sont représentées sur la Fig. 4. Si l'expérience manque, il est préférable de commencer par de petites quantités.

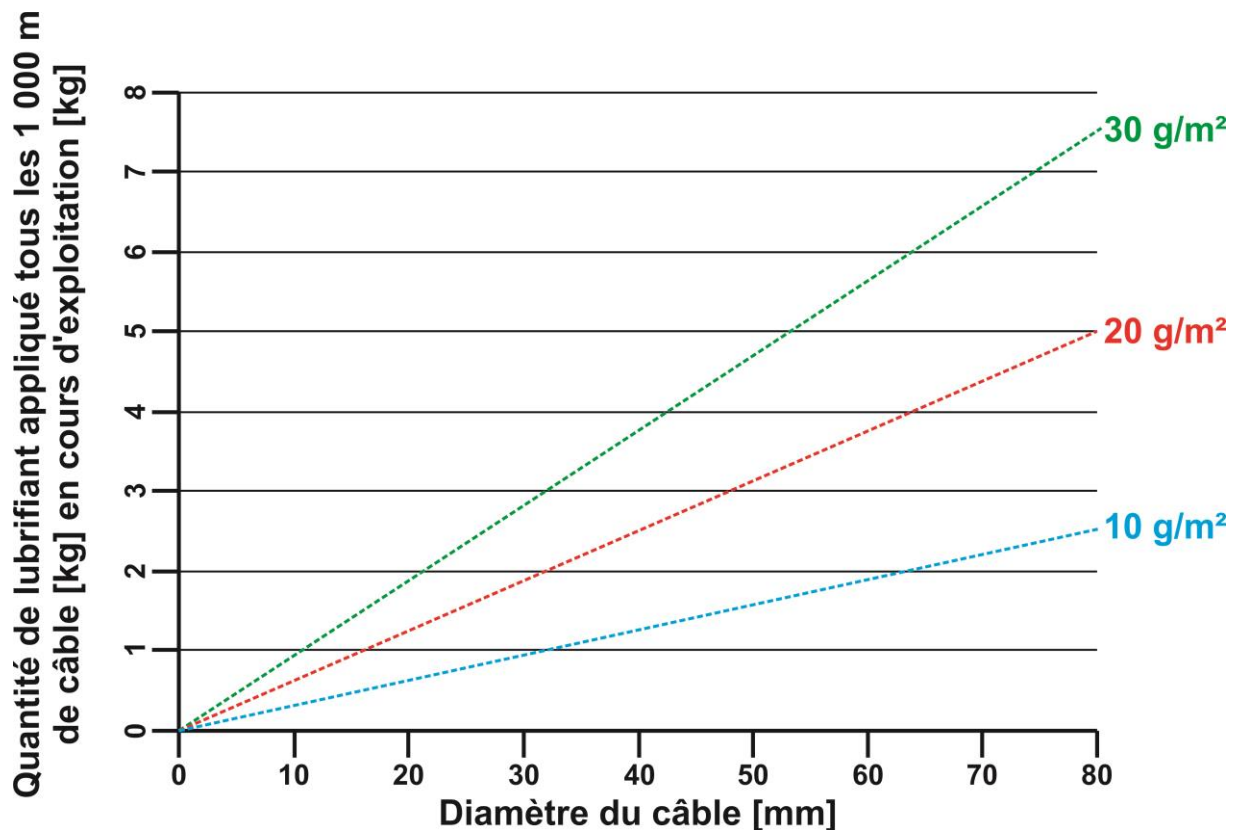


Figure 4 : représentation du lubrifiant nécessaire en kg/1 000 m de câble en fonction du diamètre de câble et de la quantité de lubrifiant en g/m² de surface de fil.

- La lubrification en cours d'exploitation doit toujours se faire par temps sec et sur des câbles nettoyés. La température minimale doit être choisie en fonction du lubrifiant utilisé de sorte que l'évaporation du solvant se produise au plus vite.
- Pour obtenir les meilleurs résultats de lubrification en cours d'exploitation, il est parfois nécessaire d'utiliser des dispositifs (de projection, de distribution au compte-gouttes, etc.) ainsi que des méthodes d'application spécialement prévues pour l'installation en question.
- La méthode choisie doit garantir que la surface du câble au niveau du point de lubrification est recouverte d'une fine couche de lubrifiant. On utilisera alors des dispositifs de projection ou de distribution au compte-gouttes, des brosses ou des chiffons en feutre. Le surplus de lubrifiant restant après le point de flexion (là où le câble redevient droit) doit être retiré au racleur.

2.3 Fréquence

- Longueur totale du câble : La fréquence de lubrification en cours d'exploitation doit être déterminée en fonction de celle des trajets (nombre de cycles de flexion) et de l'environnement.
- Généralement, la lubrification doit être effectuée au moins une fois par an.
- Une fois le câble lubrifié, les lubrifications suivantes doivent toujours être exécutées de manière cohérente.
- Portions de câble particulières :
 - épissure: Pour les longues épissures, seuls les nœuds d'épissure et les zones d'impact doivent être lubrifiés au moins une fois par mois (après l'inspection visuelle régulière).
 - câble porteur / chaîne à rouleaux: Il est conseillé de lubrifier la portion de câble en flexion au-dessus de la chaîne à rouleaux à intervalles réguliers (de préférence de manière continue). Si aucun dispositif pour lubrification en continu n'est installé, il convient de procéder à la lubrification de cette portion de câble au moins une fois par mois après l'inspection visuelle régulière.
 - câble porteur / tambour: Il convient de veiller à ce que la portion de câble entourant le tambour soit toujours visible et protégée afin d'éviter la corrosion.
 - câble porteur / pylône: Il est recommandé de lubrifier à intervalles réguliers (p.ex. une fois par mois), les portions de câble en flexion sur le sabot de pylône, en particulier les deux portions en flexion alternée à l'entrée et à la sortie du pylône.
 - câbles de tension : Il est recommandé de lubrifier la portion de câble en flexion sur la poulie tendeuse au moins une fois par mois (après l'inspection visuelle régulière).

2.4 Remarques générales

- Il est très fortement recommandé de noter chaque lubrification effectuée. Il convient de noter ce qui suit : date, nom de la personne responsable, type et quantité du lubrifiant utilisé, conditions météorologiques, méthodes d'application particulières et durée avant reprise de l'exploitation.
- Avant reprise de l'exploitation, l'exploitant doit s'assurer qu'aucun problème potentiel n'est survenu suite à la lubrification. Il est conseillé de vérifier l'installation (particulièrement les galets, les poulies, les mâchoires d'attaches et toute modification éventuelle liée au frottement nécessaire, etc.). Si besoin, appliquer les mesures qui s'imposent et/ou adapter le prochain processus de lubrification en fonction des constatations faites.

- Afin d'éviter un fort frottement entre le câble et le sabot, les sabots d'un câble porteur doivent être lubrifiés à l'aide d'une graisse spécifique. Les produits utilisés et les intervalles entre les lubrifications doivent correspondre aux recommandations du fabricant de l'installation à câbles.
- Il est impératif de suivre exactement les mesures de sécurité et de protection de l'environnement figurant dans les notices techniques des lubrifiants utilisés.
- Il convient de procéder à une inspection visuelle entre le nettoyage et la lubrification.

3 DANGERS POTENTIELS

Attention ! Si pour une quelconque raison, le lubrifiant utilisé (à la fabrication ou en exploitation) a mal été choisi et/ou utilisé, les dangers suivants peuvent survenir :

- *Coefficient de frottement*

Le lubrifiant utilisé en cours d'exploitation peut nuire au coefficient de frottement, pouvant mener à de graves problèmes voire à des situations dangereuses pour le système de l'installation à câbles. La lubrification d'un câble tracteur et celle d'un câble porteur doit donc répondre aux exigences de la norme sur le coefficient de frottement minimal autorisé (Voir EN 12385 partie 8, annexe A.2.1 "Coefficient de frottement: La valeur du coefficient de frottement doit être $> 0,22$ °C à 20 °C ; elle doit être déterminée conformément à la norme DIN 21258").

Même en utilisant un lubrifiant respectant cette norme, il est important de veiller à ce que la quantité appliquée n'excède pas la quantité maximale indiquée par le fabricant de câbles, car il est attesté qu'un surplus de lubrifiant peut sérieusement réduire le coefficient de frottement.

Le lubrifiant utilisé pour un câble porteur ne doit pas nuire à l'effet du frein de chariot. Par exemple, il ne doit pas comporter d'éléments de lubrifiant solide..

- *Incompatibilité avec les polymères utilisés*

Si la compatibilité entre le lubrifiant et les polymères et caoutchoucs présents dans le câble et dans le système de l'installation n'est pas garantie, ces matériaux s'useront plus vite au contact de ce lubrifiant.

C'est pourquoi seuls les lubrifiants ayant passé les tests obligatoires de compatibilité avec succès peuvent être utilisés (Voir EN 12385 partie 8, annexe A.2.2 "Gonflement du matériau de revêtement des poulies: Lors qu'il est entièrement immergé dans le lubrifiant pour câble pendant une période de 14 jours à une température équivalente à la température la plus basse au dessus de 20 °C, et à laquelle l'immersion peut avoir lieu, le changement de volume du matériau de revêtement ne doit pas dépasser 20 %. La réduction de dureté ne doit pas dépasser 10° Shore A. La méthode utilisée doit être conforme à la norme DIN 5352").

- *Viscosité et tenue et/ou surplus*

Si la viscosité du lubrifiant utilisé change en cours d'exploitation en conditions normales (température et humidité de l'air), les problèmes suivants apparaîtront :

- d'une part, l'installation et les passagers seront salis et, d'autre part, une usure excessive des garnitures de poulies et de galets sera provoquée ;

- les mâchoires d'attaches resteront accrochées aux galets et pourront casser.

Voilà pourquoi il convient de faire attention à ce que la plage de températures et d'humidité de l'environnement dans lequel le système fonctionne s'inscrive à l'intérieur des limites garantissant le bon fonctionnement du lubrifiant.

4 REMARQUES FINALES

- La durée de vie du câble est largement prolongée si les bons lubrifiants sont utilisés lors de sa fabrication et en cours d'exploitation.
- Les présentes recommandations contiennent des informations de fond et des précisions sur les procédés courants (nettoyage, lubrification en cours d'exploitation). Elles évoquent également les dangers potentiels qu'entraîne une mauvaise utilisation.
- Il est important de souligner qu'il faut toujours contacter le fabricant de câbles en cas d'incertitudes.

5 TERMINOLOGIE

Lubrification lors de la fabrication

Lubrification appliquée sur le câble lors de sa fabrication.

Lubrification en cours d'exploitation

Lubrification appliquée sur le câble en cours d'exploitation. Selon la fonction du câble ou celle de la portion de câble lubrifié, la lubrification peut être effectuée en continu ou à des intervalles définis.

Durée de vie utile du câble

Période pendant laquelle le câble répond aux exigences des normes en vigueur.

Corrosion par frottement

La corrosion par frottement désigne un endommagement dû à l'usure et quelquefois à la corrosion présente à la limite des surfaces de contact de deux surfaces métalliques pressées l'une contre l'autre. Cet endommagement apparaît typiquement en cas de charge élevée et de mouvement de surface relatif répété, produit par exemple par le mouvement relatif des fils et des torons dans le câble suite à une flexion.

Fissuration par corrosion

La fissuration par corrosion désigne la croissance accélérée d'une fissure suite à des processus chimiques.