

DU CHOIX ET DE L'ENTRETIEN DES CABLES

par Micheline TOFFIER

Division des Exploitations Forestières du C. T. F. T.

RÉSUMÉ

Dans les exploitations forestières, de nombreux engins tels les engins de débardage, de levage et de manutention, les monte-grumes et les treuils utilisent actuellement des câbles en acier. Pour beaucoup d'emplois, ils ont même remplacé les chaînes en raison de leur légèreté et leur robustesse.

L'auteur de cet article étudie en conséquence les différentes sortes de câbles puis les qualités qu'ils doivent présenter pour effectuer des travaux déterminés dans les conditions les plus avantageuses. La seconde partie de l'article est consacrée à la manutention des câbles et à leur entretien pour qu'ils puissent rendre le maximum de services.

SELECTION AND MAINTENANCE OF STEEL ROPES

SUMMARY

Steel ropes are part of the equipment of many implements and machines, such as log elevators, winches and others used for removing, lifting or handling purposes.

In many cases, they have even been preferred to the chains, because of their lighter weight and particular toughness.

The various patterns of steel ropes are being studied by the author, in consequence of the afore said and in relation with the qualities required for a given task, in order that such a task may be carried out in the best of conditions.

The second part of this article deals with the way to handle and take care of such ropes, so that the greatest serviceability may be obtained.

COMO ELIJIR Y CUIDAR CABLES

RESUMEN

Hoy día, hay en las explotaciones forestales muchos aparatos para transportar, levantar y manejar, tal como los elevadores de troncos, molinetes y guinches equipados con cables de alambre. En muchos casos, esos últimos, han sido tomados de preferencia a las cadenas, por ser de menor peso y más robustos.

A consecuencia, estudia el Autor, en el presente artículo, los varios tipos de cables y las calidades que deben tener para efectuar tareas determinadas en las más ventajosas condiciones. Mas adelante, ese artículo se refiere a los métodos que deben emplearse para manejar y cuidar las cables a fin de obtener un rendimiento máximo.

Dans les exploitations forestières, de nombreux engins utilisent actuellement les câbles en acier, tels les engins de débardage, de levage et de manutention, les monte-grumes et les treuils. Pour beaucoup d'emplois même, les câbles ont remplacé les

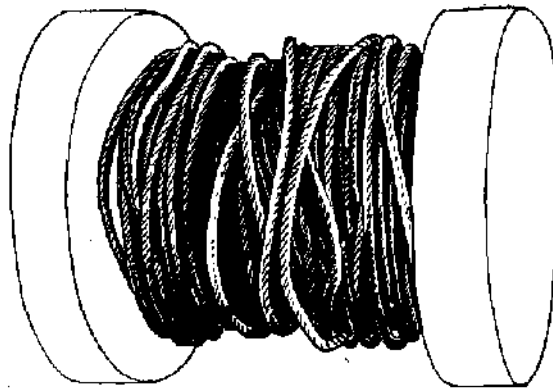
chaînes, étant donné leur légèreté et leur robustesse.

Selon les travaux, des câbles de composition différente sont choisis. Ainsi, pour le débardage des grumes en forêt, on se sert généralement de

câbles 6×19 (c'est-à-dire formés de 6 torons de 6 chacun 19 fils) dont les fils extérieurs d'assez gros diamètre offrent une résistance maximum à l'usure.

Si les conditions d'utilisation des câbles, particulièrement dures dans les pays tropicaux, diminuent considérablement leur longévité, il semble toutefois, qu'un certain nombre de détériorations prématurées pourraient être facilement évitées. Leurs causes principales sont les suivantes :

- câbles trop faibles pour de brusques efforts de traction ;
- fausses manœuvres à l'enroulement et au déroulement ;



Ce qu'il ne faut pas faire

— enroulement sur des bobines ou sur des tambours de diamètre trop petit par rapport au diamètre du fil élémentaire ;

— diamètre insuffisant des poulies ;

— mauvais entretien.

Il est donc absolument indispensable, même si l'exécution des consignes des fabricants se révèle difficile, de se rapprocher aussi scrupuleusement que possible de leur stricte observation, afin d'assurer

aux câbles une durée de service maximum, durée qui intervient pour un pourcentage non négligeable dans le calcul du prix de revient d'une exploitation.

COMMENT ACHETER UN CÂBLE

Beaucoup de mécomptes pourraient sans doute être supprimés, si lors de l'achat d'un câble, des spécifications précises, relatives non seulement à son diamètre mais également à son toronnage et à la qualité du fil constitutif, étaient fournies aux vendeurs.

Afin de permettre aux usagers de mieux tirer parti des catalogues qui leur sont donnés par les câbleries, dans lesquels sont mentionnés une infinité de câbles répondant à des besoins très divers, il nous a paru utile de rappeler ci-après quelques notions essentielles et les caractéristiques des principaux types de câbles.

A. — COMPOSITION DES CÂBLES EN ACIER

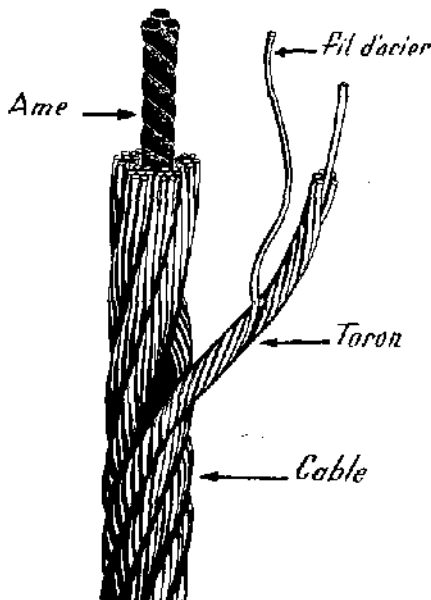


FIG. 1. *Éléments constitutifs d'un câble.*

Les câbles sont, presque toujours, formés de plusieurs torons, comprenant eux-mêmes un certain nombre de fils d'acier, enroulés autour d'une âme centrale qui est, ou en textile ou en fil métallique, suivant les cas (fig. 1).

1° Les fils d'acier

Leur dimension est indiquée par leur diamètre exprimé, soit en dixièmes ou centièmes de mm, soit en numéro de jauge (1).

Diverses nuances de fils d'acier entrent dans leur fabrication, parmi lesquelles le fil clair et le fil galvanisé :

— *fil clair ou fil écorché* : un fil d'acier sortant d'un banc de tréfilage est appelé fil clair ou fil

(1) En France, en Angleterre, aux États-Unis, des jauges différentes ont été adoptées pour les fils d'acier. La « jauge de Paris » dite jauge J. P., usitée en France, comporte une notation P correspondant à 0,5 mm, suivie de 30 numéros qui couvrent une gamme allant de 6 à 100 dixièmes de mm. Les jauges se présentent quelquefois sous la forme de plaques percées de trous de diamètres divers, permettant de déterminer le diamètre des fils à identifier.

écroui ; le tréfilage provoque, en effet, un écroutissage intense qui augmente considérablement la résistance du fil d'acier et sa charge de rupture.

— *fil galvanisé* : certains câbles exposés à l'humidité ou aux intempéries sont en fils galvanisés. Or, l'efficacité de la galvanisation est fonction de l'homogénéité et de la cohésion zinc-acier. Si on galvanise un fil à son diamètre d'utilisation, la couche de zinc très mince dont il est recouvert disparaît, dans la majorité des cas, assez rapidement par frottement. Pour pallier cet inconvénient, on procède souvent à un tréfilage après la galvanisation à chaud des fils d'acier : on part d'un fil de diamètre supérieur au diamètre d'utilisation ; il subit une galvanisation puis on le tréfille jusqu'à ce que l'on obtienne le diamètre désiré. Le métal — écroui au cours du tréfilage — est rendu beaucoup moins fragile. On dit alors du fil qu'il est **en acier anti-corrosif ou tréfilé sur galvanisé**.

C'est ce type d'acier que les exploitants forestiers auront tout intérêt à choisir pour leurs câbles de débardage.

2°) Les torons

Un toron comporte une âme en textile ou en fil métallique, autour de laquelle sont enroulés un certain nombre de fils disposés en une ou plusieurs couches, chaque couche comprenant 6 fils de plus que la couche qu'elle recouvre.

Le nombre de fils dans un toron varie de 3 à 91.

Si l'âme est métallique, elle est en général formée d'un seul fil, quelquefois de 3 ou 4, rarement de 5. On peut donc avoir des torons à âme unifilaire de $(1 + 6) = 7$ fils, ou $(1 + 6 + 12) = 19$ fils, ou $(1 + 6 + 12 + 18) = 37$ fils,...

La composition d'un câble en 6 torons est la plus adoptée car elle permet d'obtenir des câbles bien ronds, à la surface desquels l'usure se trouve régulièrement répartie et dont tous les éléments travaillent de façon homogène. Dans certains câbles, tel le câble Seal (Seal lay), la couche externe des torons est constituée de fils plus gros que ceux de la couche interne afin de réduire au maximum l'usure produite par les frottements ; du type $6 \times (1 + 9 + 9)$, le câble Seal renferme 6 torons ayant chacun 1 fil central et 2 couches successives de 9 fils.

3°) L'âme

L'âme d'un toron ou d'un câble est l'élément qui remplit la partie centrale du toron ou du câble.

Un câble avec âme en textile (chanvre, manille ou jute) est plus souple, plus léger qu'un câble avec âme en acier, mais possède une résistance moindre aux efforts d'écrasement.

Un câble avec âme en acier peut supporter des températures élevées ; son âme n'absorbe pas l'humidité comme une âme en textile.

B — MODES DE CABLAGE

a) le câblage ordinaire

Un câble et ses torons sont normalement câblés en sens inverse afin d'éviter une éventuelle détorsion. Ce câblage, dit *inverse* ou *croisé*, possède deux variantes :

— le câblage à droite (câble tordu à droite, torons tordus à gauche), (fig. 2 C) ;

— le câblage à gauche (câble tordu à gauche, torons tordus à droite), (fig. 2 D).

b) le câblage Lang

Le sens de la torsion du câble est le même que celui de ses torons (fig. 2 A-B).

Plus souple et à une surface plus lisse que le câblage croisé, le câblage Lang s'use à une vitesse moindre car les frottements superficiels sont supportés sur une longueur de fil plus grande. Afin qu'il ne puisse se détordre, il est recommandé d'effectuer de solides ligatures à ses extrémités.

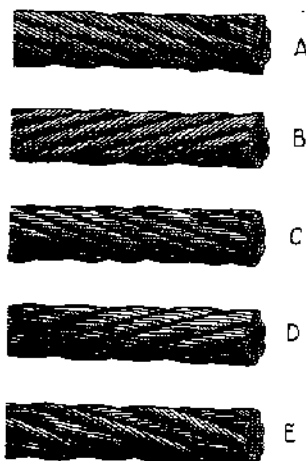


FIG. 2. Différents modes de câblage.

- A : câblage Lang dextrorsum (right Lang Lay).
- B : câblage Lang sinistrorsum (left Lang lay).
- C : câblage croisé à droite (right regular lay).
- D : câblage croisé à gauche (left regular lay).
- E : câblage alterné à droite.

c) le câblage alterné

Il est constitué par l'enroulement dans un sens déterminé de torons câblés alternativement à droite et à gauche. (fig. 2 --- E)

LA PRÉFORMATION

Les fils et les torons des câbles préformés reçoivent au préalable la forme hélicoïdale exacte qu'ils auront dans ces câbles.

Ils présentent d'incontestables avantages :

1° Quand on coupe un câble préformé, sans avoir

fait de ligatures de part et d'autre de la section de coupe, les extrémités libres des fils et torons ne se détordent pas, à l'inverse de ce qui se produirait dans un câble ordinaire ; par ailleurs, si des fils viennent à se casser, ils restent dans le corps du câble, supprimant ainsi toute possibilité de blessure pour le personnel.

2° un câble Lang ne se détord pratiquement pas s'il est préformé ;

3° ils sont beaucoup plus flexibles et durables que les câbles ordinaires ;

4° ils évitent en grande partie la formation de houles et de coques.

C. — CABLES GÉNÉRALEMENT EMPLOYÉS SUR LES CHANTIERS

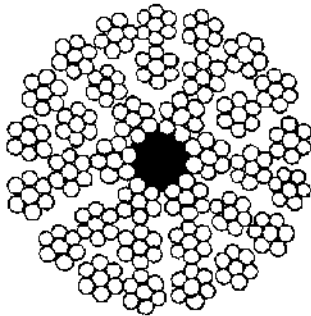


FIG. 3. **Câble Nuflex**
à $(6 + 11 + 17)$ torons, âme
centrale en chanvre.

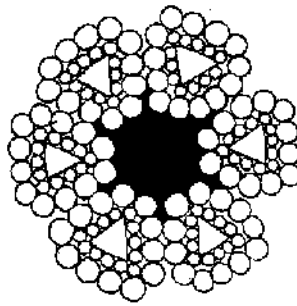


FIG. 4. **Câble à torons
triangulaires.**
à 6 torons formés d'un fil,
recouverts de $12 + 12$ fils ronds
(âme centrale en chanvre).

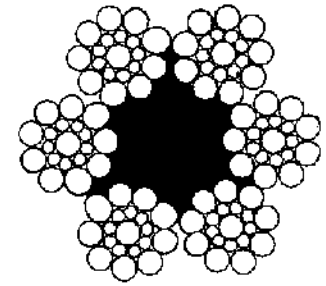


FIG. 5. **Câble Seal-Lay.**
à 6 torons de $(1 + 9 + 9)$
fils (âme centrale en chanvre).

a) Câbles antigiratoires ou « Nuflex » à torons multiples

Ils comprennent 2 ou 3 couches concentriques de torons dont les compositions les plus usitées sont : $6 + 11$ torons ou $6 + 11 + 17$ torons (fig. 3).

L'alternance des enroulements des fils et des torons donne aux câbles « Nuflex » une bonne stabilité antigiratoire ; ils n'ont pas tendance à tourner sous l'effort de la charge soulevée. Composés de fils fins, ils sont très souples ; néanmoins, leur mise en place est délicate et ils s'avèrent de moindre durabilité que les autres câbles.

Les câbles « Nuflex » sont employés pour les grues et les sapines notamment.

b) Câbles à torons triangulaires

Ces câbles, à surface presque lisse, donc peu sujette à usure, sont caractérisés par le fait que la section de leurs torons a la forme d'un triangle à angles arrondis (fig. 4).

La faible section de l'âme, la grande surface d'appui de chaque toron et le fait que ces torons s'em-

boitent très étroitement confèrent aux câbles à torons triangulaires une excellente résistance à la déformation. Pratiquement antigiratoires, ils sont à torsion Lang pour la plupart.

Ils sont utilisés surtout pour les gros appareils de levage et pour les pelles mécaniques.

c) Câbles Seal (Seal lay)

Chaque toron comprend 2 couches ayant un nombre de fils identiques et le même pas d'hélice (le fil supérieur repose de toute sa longueur dans le sillon formé par 2 fils consécutifs de la couche intérieure). Les fils extérieurs — évidemment plus gros que ceux qu'ils recouvrent — offrent une bonne résistance à l'usure superficielle.

La composition couramment adoptée est en 6 torons de 1 gros fil, 9 fins, et 9 gros fils, soit $6 \times (1 + 9 + 9)$ (fig. 5).

Le câble Seal convient pour des emplois qui ne nécessitent pas énormément de souplesse, où le câble doit résister aux frottements extérieurs et à l'usure intérieure : câbles pour appareils de levage, câbles de traînage...

d) Câbles à fils de remplissage

Dans ces câbles à 6 ou 8 torons sont logés, entre 2 couches consécutives, des fils fins de remplissage (fig. 6).

Souples et résistant bien à l'abrasion, ils sont utilisés pour les engins de terrassement (scrapers, pelles, treuils) en (6 × 19) préformé Lang.

e) Câbles Warrington

La couche supérieure de chacun des torons de ces câbles possède des fils alternativement gros et fins ; ils sont réalisés en 6 ou 8 torons.

Ce type de câble est intermédiaire entre le câble Seal et le câble à fils de remplissage (fig. 7).

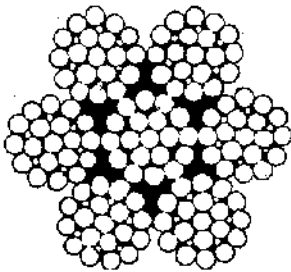


Fig. 6. Coupe dans un câble à 6 torons de (1 + 6 + 12) fils plus 6 fils de remplissage (âme métallique).

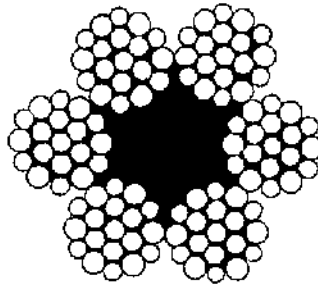


Fig. 7. Câble Warrington. (La couche supérieure de chaque toron possède des fils alternativement gros et fins).

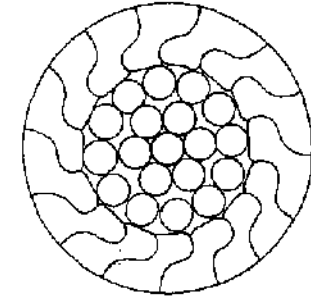


Fig. 8. Câble clos. (Une couche de fils Z et 19 fils ronds).

f) Câbles clos

Ils sont formés d'un seul toron, de (1 + 6) fils, ou de 19 fils ronds ordinaires, recouvert d'une couche de fils profilés à section en forme de Z s'emboîtant les uns dans les autres.

Ces câbles ne sont pas suffisamment flexibles pour s'enrouler sur des poulies ou sur des tambours de faible diamètre. Leur surface extérieure étant à peu près lisse, l'usure est répartie sur tout le câble. Beaucoup plus résistants que les câbles ordinaires, leur diamètre varie en général entre 30 et 40 mm.

Les usages auxquels ils se prêtent le mieux sont les suivants : câbles porteurs aériens, câbles d'extraction, ... (fig. 8).

D. — ÉLÉMENTS INTERVENANT DANS LE CHOIX D'UN CÂBLE

Lors de l'acquisition d'un câble, il faut, en dehors même des conditions particulières imposées par le travail auquel on le destine, tenir compte de sa résistance à la rupture, à la flexion, à l'usure, à la corrosion, à l'écrasement et aux chocs.

1^o) Résistance à la rupture

La résistance à la rupture d'un câble est égale à la somme des résistances des fils qui le composent, diminuée de 5 % par couche de fils dans les torons, et de 5 % pour le câblage de 6 torons.

Exemple : pour un câble en 6 torons formé de 2 couches de fils, le pourcentage de réduction de la somme des résistances à la rupture de tous les fils sera de :

$$(2 \times 5) + 5\% = 15\%$$

Au lieu d'effectuer une telle déduction, on peut faire intervenir un coefficient de câblage à appliquer à la somme des résistances des fils.

De plus, si le câble n'est pas préformé, on introduit un coefficient de tension relatif aux inégalités de tension à l'origine, qui est en moyenne de 0,9.

Coefficient de sécurité. — Ce coefficient est en général adopté pour tenir compte des conditions de

service du câble (usure, oxydation, surcharges...). Il est obtenu en divisant la charge de rupture théorique par la charge totale de travail effectif, compte tenu éventuellement des coefficients de câblage et de tension.

Pour les câbles de débardage, le coefficient de sécurité admis est de 4 ou de 5. Le travail de l'acier à la traction ne doit pas dépasser un certain taux, au delà duquel la vie du câble est fortement compromise.

2^o) Résistance à la flexion

L'effort de flexion se produit lorsqu'un câble passe sur une poulie ou est enroulé sur un tambour.

La longévité de certains câbles, tels les câbles pour engins de terrassement, dépend dans une très large mesure de leur capacité de résistance aux flexions et aux torsions. Or, cette capacité diminue quand la résistance à la rupture du câble augmente. Chaque fois que cela est possible, il est donc préférable de prendre un câble de section assez importante constitué par des fils d'acier d'une résistance faible, compatible toutefois avec la charge et le coefficient de sécurité.

Lorsque l'on fait l'acquisition d'un câble destiné

à passer sur une poulie, il y a lieu de tenir compte de deux rapports :

a) le rapport existant entre le diamètre d'enroulement et le diamètre du fil élémentaire du câble.

— il doit être observé pour que la fatigue du câble à la flexion soit limitée ;

— il est approximativement de 500 pour les engins de débardage.

b) le rapport existant entre le diamètre d'enroulement et le diamètre du câble.

— plus le nombre de fils est élevé à l'intérieur du câble, plus le rapport exigé est faible ;

— un câble à âme métallique demande un rapport plus élevé que le même câble sur âme chanvre.

Exemple : un câble à 8 torons de (1 + 9 + 9) fils sur âme textile exige un rapport de 20 à 30, et le même câble métallique sur âme métallique en exige un égal à 30 ou 40.

3°) Résistance à l'usure

Plus les fils extérieurs d'un câble sont fins, plus le câble est souple, moins la fatigue à la flexion est grande, mais plus rapidement ces fils s'usent. En conséquence, pour un câble de débardage, qui doit subir des frottements assez fréquents sur le sol, on aura avantage à augmenter au maximum le diamètre du fil et sa résistance unitaire.

4°) Résistance à la corrosion et à l'humidité

Un graissage régulier des câbles utilisés à l'air libre permet d'éviter leur corrosion.

Si le milieu dans lequel ils travaillent est particulièrement humide, ces câbles pourront être choisis :

— ou en acier anti-corrosif, dit tréfilé sur galvanisé ;

— ou constitués de fils de gros diamètre qui résistent davantage ;

— ou en câbles clos, dont les couches de fils profilés sont si emboîtées les unes dans les autres que l'oxydation ne peut généralement pas se produire à l'intérieur.

5°) Résistance à l'écrasement

Lorsqu'un câble s'enroule sur un tambour en plusieurs couches, on prend un fil de gros diamètre, d'une composition aussi simple que possible.

6°) Résistance aux chocs

Pour les câbles soumis à des chocs, à des à-coups, il est conseillé :

— d'employer un toronnage « *Seal lay* » afin d'éviter les indentations de fils entre eux ;

— que ces câbles aient une âme métallique pour assurer un bon appui aux torons ;

— que leur pas de toronnage et leur câblage soient très serrés.

Quand un exploitant forestier achète un câble, il est indispensable qu'il renseigne au maximum le fabricant sur ses conditions de travail.

Pour les câbles utilisés dans le débardage des grumes, il semble qu'il y ait intérêt à choisir :

— des câbles constitués de fils d'acier à haute résistance, flexibles ;

— des câbles formés de fils fins, pour qu'ils puissent s'enrouler aisément sur des tambours ou poulies ;

— des câbles à âme métallique, qui, soumis à des efforts intenses, risquent un écrasement moindre que les câbles à âme textile ;

— des câbles du type (6 × 19), ou des câbles à fils parallèles.

E. — MESURE ET CALCUL DU DIAMÈTRE D'UN CÂBLE

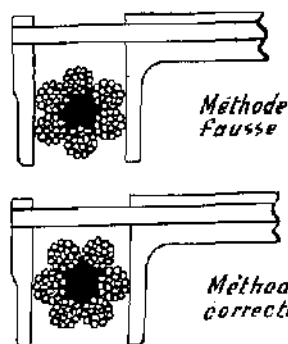


FIG. 9. Mesure du diamètre d'un câble.

On entend par diamètre d'un câble le diamètre de la circonférence circonscrite au câble.

Pour le mesurer, on a généralement recours à un pied à coulisse (fig. 9).

Le diamètre réel des câbles neufs étant très souvent supérieur de 4 à 5 % à celui indiqué par les fabricants, une tolé-

rance de plus 5 % est admise dans le commerce.

CALCUL DU DIAMÈTRE D'UN CÂBLE

Soit :

T le nombre de torons extérieurs,

D le diamètre en millimètres d'un câble,

d le diamètre du fil en millimètres,

N le nombre de fils de la dernière couche de l'un des torons.

a) le diamètre d'un câble en 6 torons est donné par la formule :

$$D = d(N + 3)$$

(il suffit, pour obtenir le diamètre d'un câble en 6 torons, de multiplier le diamètre du fil par le nombre de fils, augmenté de 3, de la couche extérieure du toron).

Exemples :

Câbles en 6 torons de :	Nombre de fils de la dernière couche	Le diamètre du câble est égal au diamètre du fil multiplié par :
1 + 6	6	6 + 3 = 9
19 (1 + 6 + 12)	12	12 + 3 = 15
37 (1 + 6 + 12 + 18)	18	18 + 3 = 21

b) le diamètre d'un câble composé d'un nombre quelconque de torons est donné par la formule :

$$D = d \left(\frac{N}{3} + 1 \right) \left(\frac{T}{3} + 1 \right)$$

MANUTENTION DES CABLES

Les précautions prises lors de la mise en place d'un câble, puis au cours de son service, conditionnent dans une large mesure sa durée.

1. — DÉROULEMENT

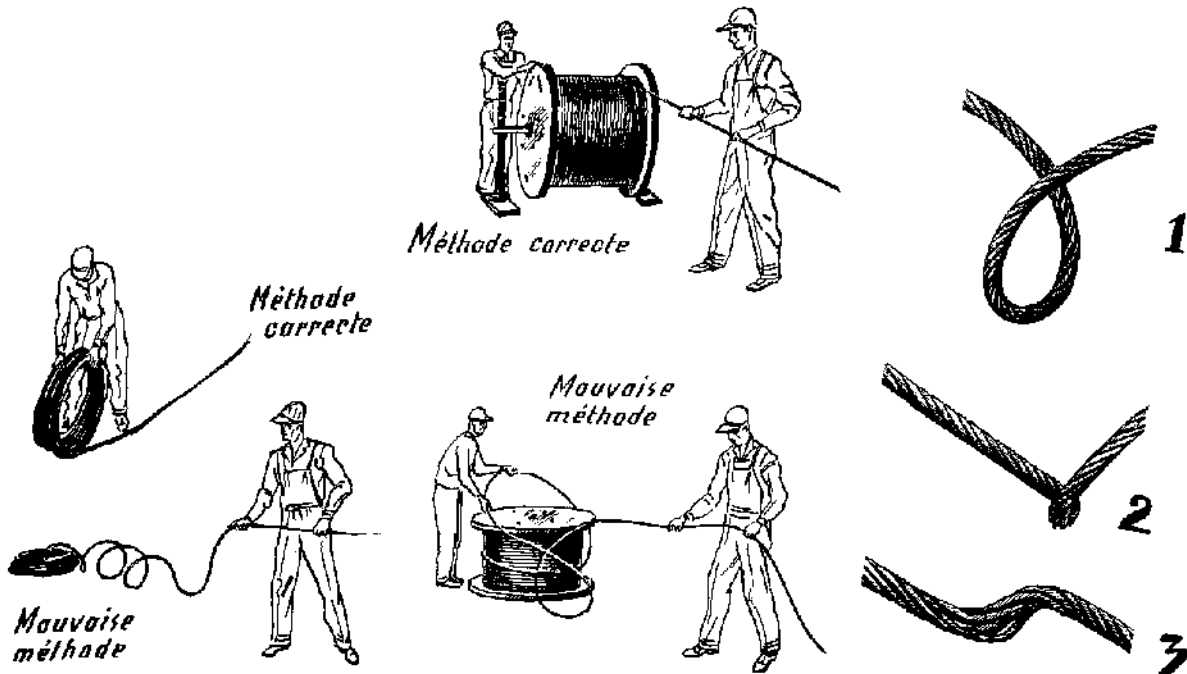


FIG. 10. Déroulement d'un câble livré en couronne.

FIG. 11. Déroulement d'un câble livré sur bobine.

FIG. 12. Produit du serrage d'une boucle dans un câble.

A. — Avant de procéder au déroulement d'un câble, il est recommandé :

1^o) de détacher, en faisant très attention, les liens qui l'entourent.

2^o) de vérifier si ses extrémités sont solidement ligaturées, surtout s'il s'agit d'un câble non préformé.

B. — Le déroulement d'un câble exige du soin et de la méthode.

Câble livré en couronne. — Un câble en acier doit toujours être déroulé par son brin extérieur, et non pas par son brin intérieur comme il est d'usage pour les cordages en chanvre.

Deux méthodes sont susceptibles d'être appliquées :

1^o) La couronne étant placée dans un plan vertical, on la fait rouler sur le sol ; au fur et à mesure que le câble se déroule son brin extérieur se trouve allongé à terre (fig. 10).

2^o) La couronne étant fixée, à plat, sur une plaque tournante, il suffit de tirer sur le brin extérieur du câble.

Câble livré sur touret ou sur bobine. — A l'aide d'une barre de fer introduite au préalable dans l'axe du touret ou de la bobine, que l'on met en

place sur deux supports, le touret ou la bobine, ainsi soulevés, peuvent aisément tourner (fig. 11).

Quelques règles doivent être observées durant le déroulement d'un câble :

1^o) le câble doit être constamment maintenu sous une certaine tension. A cet effet, il est souhaitable que les appareils de déroulement soient munis d'un frein mécanique. Freiner un câble à la main est un procédé qui risque de lui donner du mou si l'un des manœuvres vient à lâcher prise.

2^o) Des à-coups générateurs de surcharges locales et de vibrations longitudinales invisibles qui fatiguent l'acier, sont à éviter.

3^o) ne pas traîner le câble à terre, sauf nécessité absolue.

4^o) vérifier, avant que le câble ne soit entièrement déroulé, si son extrémité est solidement fixée sur la bobine, afin qu'elle ne puisse, soudain libérée, blesser les ouvriers se trouvant à proximité.

II. — BOBINAGE

Un enroulement régulier doit être réalisé si on est amené à replacer un câble sur une bobine (fig. 13). Entre la périphérie des flasques et la face extérieure du câble enroulé, un espace correspondant à deux couches de câble doit être laissé vide afin d'éviter les détériorations possibles lorsque l'on roule la bobine sur le sol.

Il ne peut être toléré que le câble soit fixé sur la bobine par un clou le transperçant.

Afin que des boucles ne se forment, il est recommandé d'enrouler les câbles sur des bobines. Dans certaines exploitations on emploie encore de grosses branches ! De telles méthodes ne peuvent évidemment que favoriser la formation de coques.

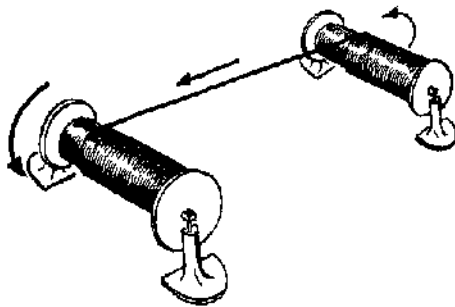


FIG. 13. Bobinage d'un câble.

Lorsque le déroulement d'un câble est effectué sans aucune précaution, des boucles se produisent, qui se transforment vite en coques.

Même si le câble est redressé avec soin, les boucles en compromettent dans une large mesure la solidité.

Pour faire disparaître les coques, on ne peut guère que chercher à rendre au câble sa forme primitive, soit avec un levier, soit en exerçant sur lui une violente traction. Les résultats auxquels on arrive sont, dans la plupart des cas, très mauvais, car à l'emplacement des coques le câble finit par prendre la forme représentée à la fig. 12. Les ruptures de fils bientôt se succèdent même si l'aspect extérieur du câble paraît bon. Des déformations subsistent en effet dans les fils élémentaires qui constituent des points de plus faible résistance et d'usure accélérée.

Nous ne saurions trop insister sur la nécessité d'utiliser des bobines, d'autant que celles-ci sont susceptibles d'être fabriquées par tous les usagers.

Rappelons que le diamètre de la première rangée de tours doit être au moins égal à 20 fois le diamètre du câble.

Sens d'enroulement. — Un même sens d'enroulement doit toujours être adopté si on dévide un câble d'une bobine pour l'enrouler sur une autre. Par exemple, si une bobine est dévidée par en-dessous, il est indispensable que le câble soit enroulé sur le tambour également par en-dessous.

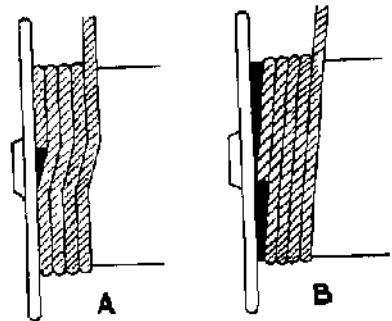


FIG. 14. Enroulement des premières spires d'un câble sur un tambour.
A : mauvaise méthode. B : méthode correcte.

III. — ENROULEMENT D'UN CÂBLE SUR LE TAMBOUR DU TREUIL

La mise en place d'un câble sur le tambour d'un treuil doit être effectuée avec soin, particulièrement pour la première couche. Il faut veiller à ce que les spires de celle-ci soient plaquées les unes contre les autres sur le ventre du tambour, de manière à ce que les spires de la couche supérieure ne

passent pas au travers, sinon les fils risqueraient d'être arrachés et le câble déformé. La fig. 14 montre ce qu'il convient d'éviter et ce qu'il convient de faire au début de l'enroulement.

Il va sans dire que l'enroulement correct d'un câble sur un treuil exige que le brin sortant du

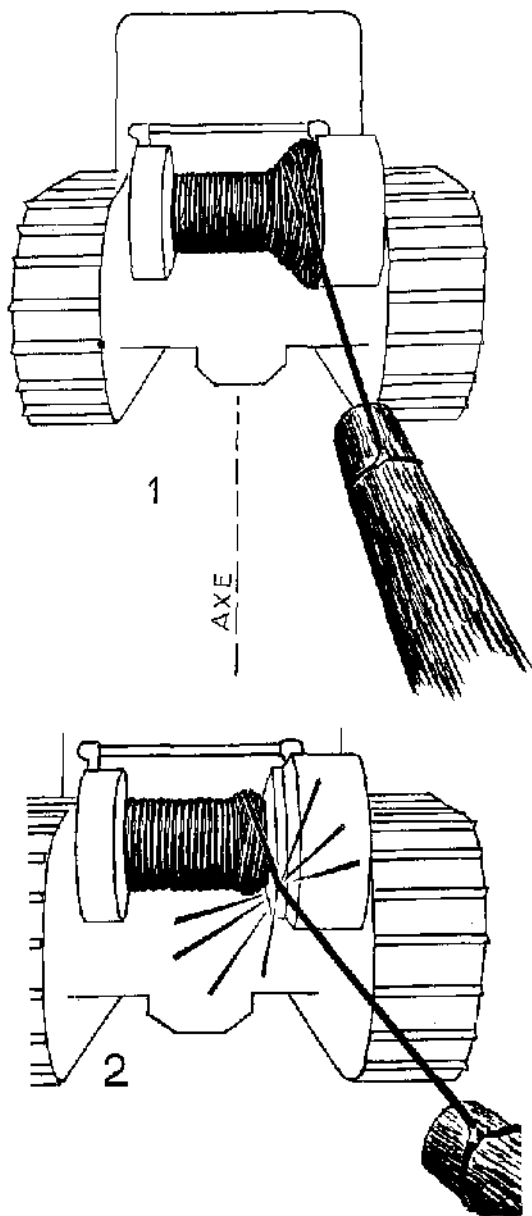


FIG. 15. Un mauvais débardage abîme un câble...

(1) Le conducteur n'a pas orienté son tracteur dans l'axe de la bille à tirer : enroulement irrégulier des spires d'un seul côté du tambour.

(2) Si cette mauvaise orientation est plus prononcée encore, le câble frotte sur la joue du tambour et se trouve rapidement détérioré.

treuil soit *perpendiculaire* à l'axe de celui-ci. S'il ne l'est pas, le câble s'enroulera d'une façon irrégulière (fig. 15-1) sur un seul côté du tambour, provoquant des glissements et coincements de spires avec toutes les conséquences qu'ils peuvent entraîner.

Lorsque l'on sort une grume d'un endroit difficilement accessible, uniquement par l'intermédiaire du treuil d'un tracteur à chenilles par exemple, il est nécessaire que la bille à haler et le

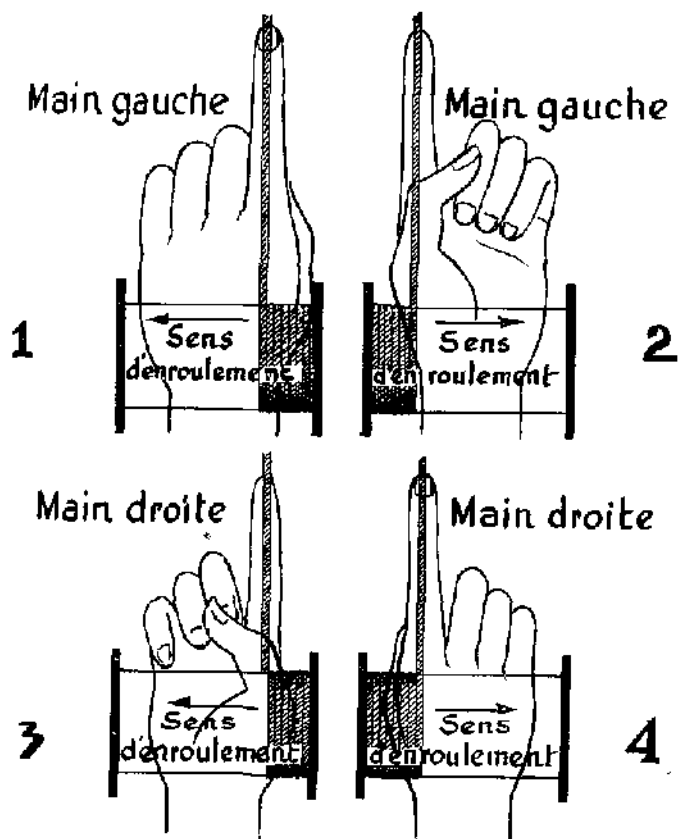


FIG. 16. Mise en place d'un câble sur un tambour lisse. (La main gauche correspond au câble toronné à gauche). (La main droite correspond au câble toronné à droite).

tracteur se trouvent dans un même axe ; si le câble occupe une position oblique, il risque de frotter contre la joue du tambour du treuil, par conséquent de se détériorer (fig. 15-2). La non-observation de cette prescription peut aboutir à des usures de câble variant dans la proportion de 1 à 4. Ce danger n'existe pas si une poulie ou un système de rouleaux sont intercalés entre le treuil du tracteur et la masse tirée.

Il est important de tenir compte du **sens de câblage**. Une règle — facile à retenir si on applique le système de la fig. 16 — permet d'écartier une usure prématurée du câble qui résulterait de fausses manœuvres ; la main gauche correspond au câble toronné à gauche et la main droite au câble toronné à droite. Un câble avec toronnage à droite devra être fixé sur le côté gauche du tambour du treuil si le câble s'enroule sur le sommet du tambour. Un câble avec toronnage à gauche sera fixé au contraire sur le côté droit du tambour du treuil, le câble s'enroulant sur le sommet du tambour.

L'**amarrage** d'un câble sur un tambour doit faire l'objet de beaucoup de soin. A l'endroit où le câble quitte le ventre du tambour pour s'amarrer contre une flasque, la courbe formée devra être adoucie au maximum. Un câble plié à angle droit

ne plaquera pas sur le tambour mais constituera un point saillant sur lequel les fils casseront rapidement.

Après installation d'un câble neuf sur le tambour d'un treuil, il est bon de le faire fonctionner à vide quelques instants, à faible vitesse, de manière à ce qu'il s'adapte aux conditions d'enroulement et de déroulement auxquelles il aura à satisfaire.

En s'enroulant sur un tambour, un câble se déforme d'autant plus que le diamètre du tambour est plus petit. Ce diamètre doit être au moins égal à 500 fois le diamètre d'un fil élémentaire.

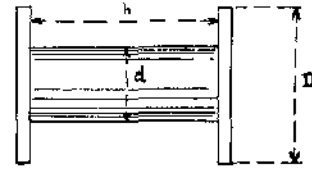
CONTENANCE D'UN TAMBOUR

La longueur L de câble que peut recevoir un tambour ou une bobine est donnée par la formule :

$$L = \frac{\pi (D^2 - d^2) b}{4 000 S^2}$$

dans laquelle :

- D = diamètre des joues en mètres,
- d = diamètre du fût,
- b = largeur entre joues,
- S = diamètre du câble.



IV. — COUPAGE

Avant de couper un câble, il est indispensable de faire des ligatures de part et d'autre de la section de coupe de manière à prévenir toute détorsion ou retrait des torons.

A titre indicatif, nous donnons dans le tableau ci-contre le nombre de ligatures à exécuter suivant qu'il s'agit d'un câble ordinaire ou d'un câble Lang.

Pour un câble préformé, on peut se contenter d'une seule ligature.

Les ligatures devront être exécutées très serrées, sans que toutefois cela aille jusqu'à provoquer un allongement du fil de ligature lui-même.

ø câble	ø fil de ligature	longueur de la ligature	Nombre de ligatures	
			croisé à me text.	antig. Lang à me métal.
— 15 mm	5 à 8;10 mm	50 mm	2	3
15 à 25 mm	8 à 12;10 mm	80 mm	3	3
25 à 35 mm	12 à 16;10 mm	120 mm	3	4
35 à 45 mm	16 à 18;10 mm	150 mm	4	4
+ 45 mm	18;10 mm	200 mm	4	4

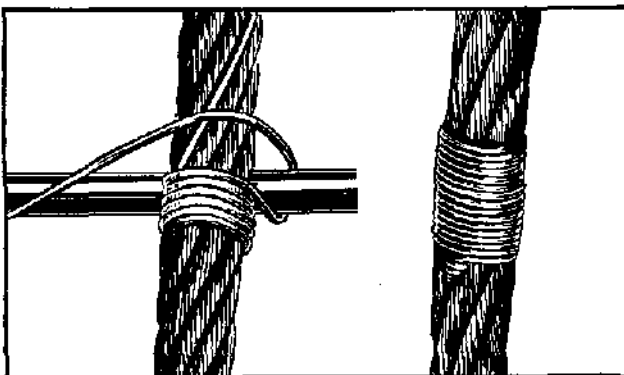
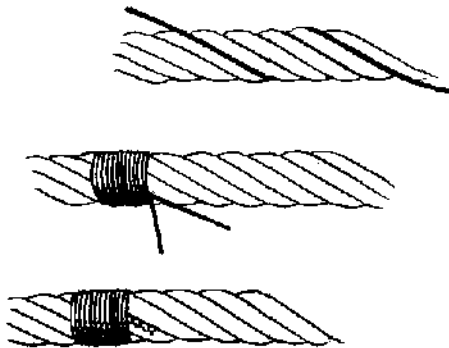


FIG. 18. Un moyen très simple pour faire une ligature.

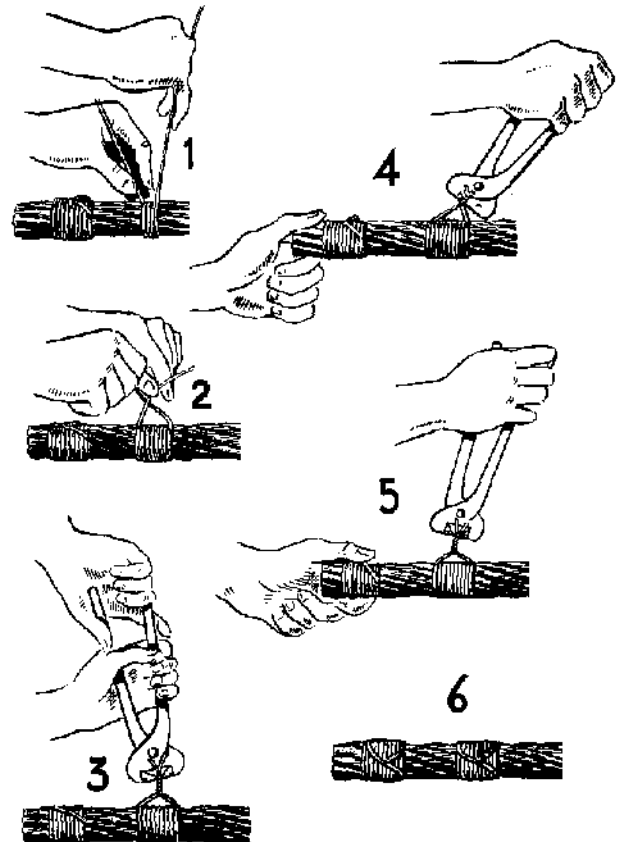


FIG. 19. Autre méthode pour effectuer une ligature.

Ainsi qu'il apparaît dans le tableau précité, le diamètre du fil de ligature utilisé varie selon le diamètre du câble. Un fil de diamètre trop fort plaque mal sur un petit câble ; un fil de diamètre un peu faible risque de casser lorsque l'on serre la ligature. Il est recommandé de se servir d'un fil en acier doux recuit.

Réalisation d'une ligature (fig. 18-19). — Parmi les quelques méthodes auxquelles on peut recourir, rappelons qu'il est possible d'opérer de la manière suivante :

— prendre une longueur de fil de fer et l'enrouler en hélice, sur 3 tours environ, le long des gorges entre les torons du câble ;

— revenir en arrière, en enroulant le fil par-dessus cette hélice en des spires serrées, jusqu'à ce que la ligature ait la longueur demandée ;

— torsader les extrémités du fil et couper l'excédent ;

— dissimuler l'extrémité torsadée dans un creux entre torons à l'aide d'un marteau.

Outils à ligaturer.

Les ligatures doivent être réalisées avec des appareils qui assurent un enroulement parfait et une tension régulière.

Si on ne possède pas l'instrument représenté à la fig. 20 valable surtout pour les gros câbles, on peut simplement prendre un morceau de bois ayant un trou à une extrémité et une encoche à l'autre (fig. 21).

Outils de coupe.

— *câble de petit diamètre* : on a recours à une cisaille quelconque ou à une scie à métaux.

— *câble de gros diamètre* : on a avantage à se servir d'un outil spécial qui consiste, en général, en un burin coulissant dans un support. Un coin maintenant le burin bien en place, il suffit de frapper sur ce dernier avec un marteau (fig. 22).

Le chalumeau oxyacétylénique offre également un excellent moyen pour couper un câble. Sa coupe est nette mais il présente l'inconvénient d'altérer les propriétés physiques des fils sur quelques centimètres.

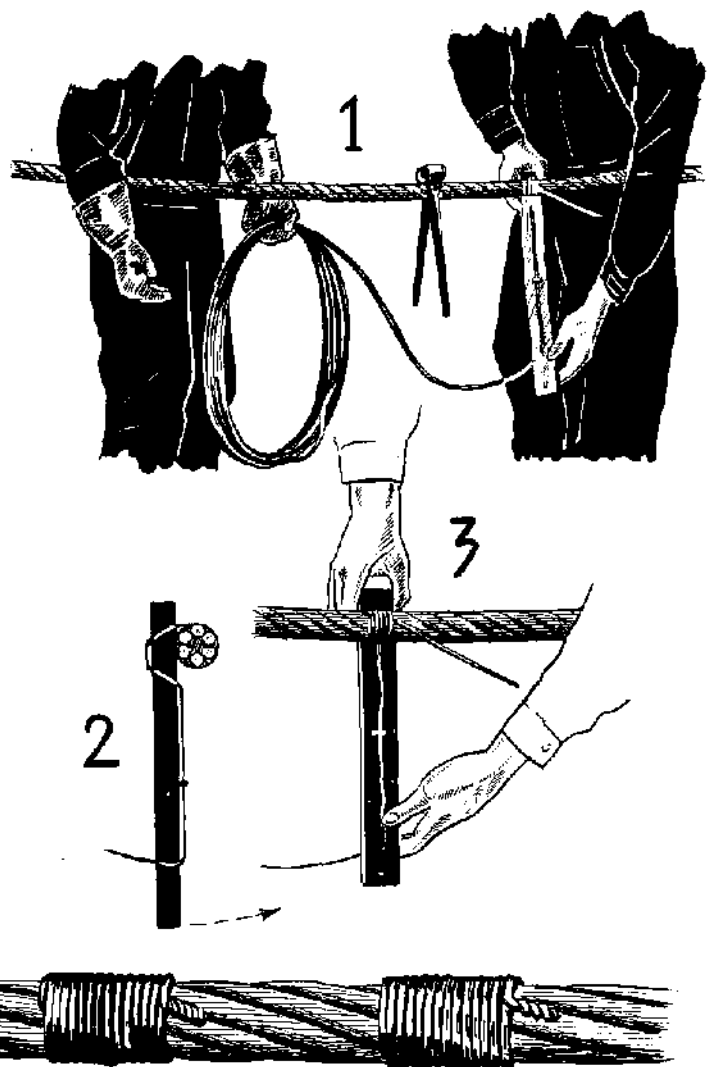


FIG. 21. Différentes phases d'une opération de ligature utilisant un outil spécial pour ligaturer.

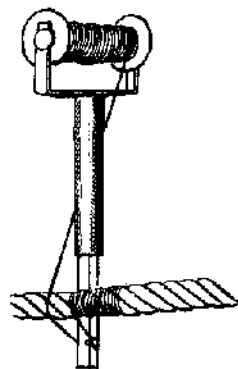


FIG. 20. Outil à ligaturer.

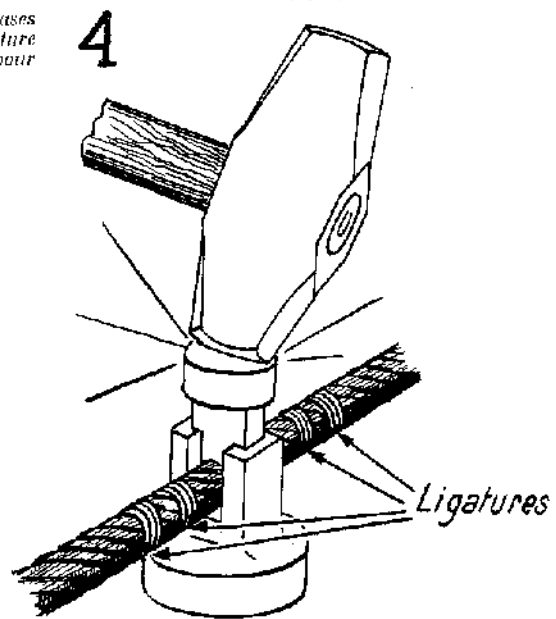


FIG. 22. Procédé utilisable pour couper un câble (un coin maintenant le burin bien en place, il suffit de frapper sur ce dernier avec un marteau).

ENTRETIEN ET SURVEILLANCE DES CABLES

I. — STOCKAGE

Un câble en acier se conserve dans un endroit sec. Il ne doit pas être posé directement sur le sol, même cimenté. Des morceaux de bois peuvent l'en isoler, ou ce qui est mieux encore,

le placer sur un plancher de bois recouvert de chaux éteinte.

Les câbles en stock seront graissés régulièrement pour que leur âme ne se charge pas d'humidité.

II. — GRAISSAGE

Un graissage fréquent des câbles a pour but :

- de les protéger contre la rouille ;
- d'augmenter leur souplesse ;

tibles de résister au délavage par les eaux et d'excellente qualité.

L'exploitant aura tout avantage à s'adresser à

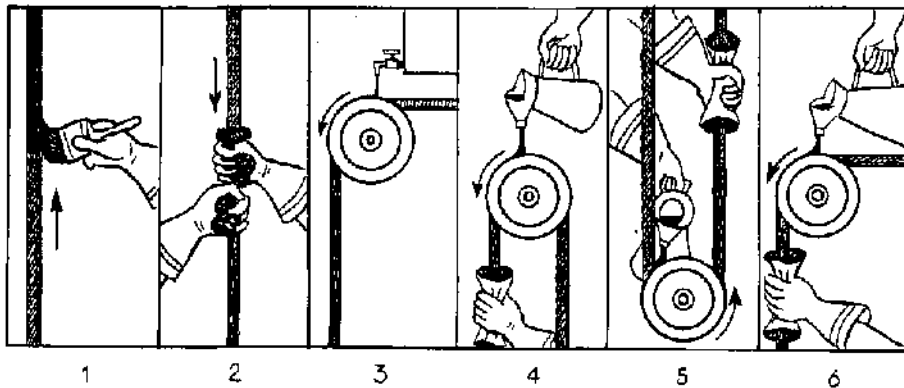


FIG. 23. Différentes phases du graissage d'un câble.
(après nettoyage du câble au pétrole ou à l'essence, 1,2 ; on verse l'huile chaude au passage d'une poutie, 3,4 ; l'excès est enlevé sur le brin sortant, 5,6).

— d'éviter leur usure interne, en facilitant le glissement des fils les uns sur les autres durant les flexions ;

— de les protéger contre la corrosion et l'humidité (la corrosion externe d'un câble en service est moins à redouter que la corrosion interne qui met en danger sa résistance, laquelle résulte souvent de la pénétration de l'humidité à l'intérieur d'un câble).

Le graissage doit être d'autant plus renouvelé que la charge est plus forte, que le nombre de cintrages est plus grand, que le diamètre des poulies est plus petit, qu'il travaille dans des conditions particulièrement humides... Il est en général nécessaire d'huiler les câbles au moins une fois par an, après complet nettoyage.

Choix du lubrifiant. — On a intérêt à n'utiliser que des huiles absolument neutres, fluides, suscep-

des maisons spécialisées pour se procurer des produits de graissage.

Méthode pour graisser un câble.

Un nettoyage minutieux à la brosse métallique, puis au pétrole ou à l'essence doit précéder toute application d'huile, pour éliminer en totalité les particules de graisse séchée.

Le graissage sera ensuite réalisé de la manière suivante : on verse à la main sur un câble,

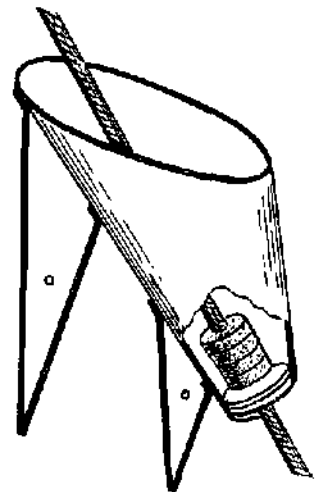


FIG. 24. Dispositif de graissage continu d'un câble.

au passage d'une poulie, l'huile chaude contenue dans une burette, en enlevant l'excès sur le brin sortant (fig. 23).

Un dispositif de graissage continu (fig. 24) est souvent recommandé, à condition toutefois qu'il soit entretenu très soigneusement.

Un troisième procédé consiste à faire passer le câble dans une cuve pleine d'huile (fig. 25).

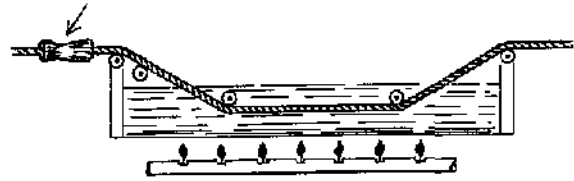


FIG. 25. Passage d'un câble dans une cuve chauffée contenant un lubrifiant.

III. — VÉRIFICATION DES ORGANES AUXQUELS LES CABLES SONT ASSERVIS

1° Examen périodique des poulies-support des poulies de contrainte et de renvoi

La durée d'un câble dépend pour partie du type de poulies utilisées. Des poulies ordinaires (fig. 26-A) en tôle d'acier, ayant des articulations peu soignées laissent très vite sur un câble des traces d'usure. Pour ne pas courir un tel risque, il y a intérêt à ne se servir, pour les câbles de manutention des grumes, que de poulies conçues spécialement pour ces derniers (fig. 26-B) si possible en acier au manganèse, ces poulies doivent avoir fait l'objet de soins particuliers au point de vue finition et présenter notamment des surfaces bien polies, des angles suffisamment arrondis pour que le câble ne se détériore pas à leur contact. De telles poulies sont sans doute onéreuses, mais elles durent davantage et augmentent dans une notable proportion la longévité des câbles.

Deux éléments sont à considérer lors de l'achat d'une poulie :

— son diamètre :

Si le câble destiné à passer sur la poulie est du type (6 × 19) par exemple, les fabricants recommandent en général que le diamètre de la poulie soit au moins égal à 20 fois le diamètre du câble.

— la dimension de sa gorge :

Tout pincement du câble dans la gorge provoque une détérioration prématurée à la fois du câble et de la poulie.

Le diamètre de la gorge doit être très légèrement supérieur au diamètre du câble.

∅ câble	tolérance en plus pour le ∅ de la gorge
10 mm	1,0 mm
20 mm	1,5 mm
30 mm	2,0 mm
40 mm	2,5 mm

Une gorge trop grande présente l'inconvénient de ne pas donner au câble la surface d'appui dont il a besoin ; ce dernier risque de se coincer sur les bords de la poulie et par là même de s'abîmer.

Pratiquement, pour assurer une bonne portée à

un câble dans le fond de la gorge d'une poulie, il faut qu'il y repose sur une hauteur égale au 1/3 de son diamètre.

REMARQUE

Le diamètre d'un câble en service peut subir des variations, soit par allongement, soit par usure des fils. Il est fréquent qu'un câble creuse dans une poulie une gorge correspondant à son diamètre minimum, ou tout au moins y laisse l'empreinte de ses torons (fig. 27).

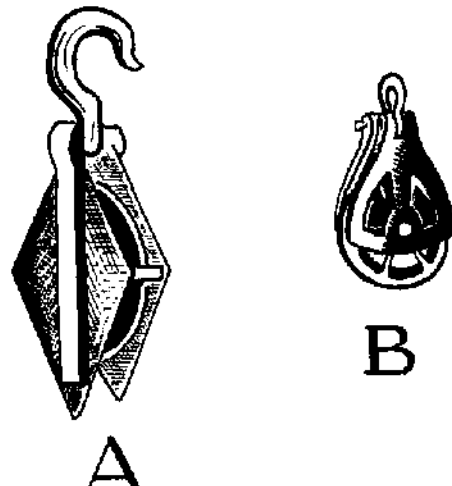
En conséquence, lorsque l'on place un câble neuf sur une poulie ayant déjà servi, il y a lieu de procéder à un certain nombre de vérifications :

— contrôler les dimensions de la gorge de la poulie (à l'aide de jauges — voir fig. 28) afin que le câble neuf ne repose pas sur deux arêtes qui provoqueraient très rapidement son usure ;

— si la gorge de la poulie est rayée, la passer au tour, pour lui redonner son aspect primitif ; un câble neuf dont le pas de câblage est différent du

FIG. 26. Poulies pour les engins de manutention des grumes.

A = Poulie ordinaire (à ne pas utiliser).
B = Poulie spéciale.



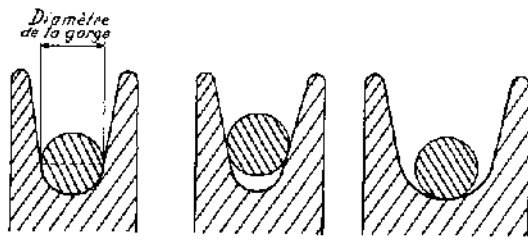


Fig. 27. Usure d'un câble dans une gorge de poulie non appropriée.

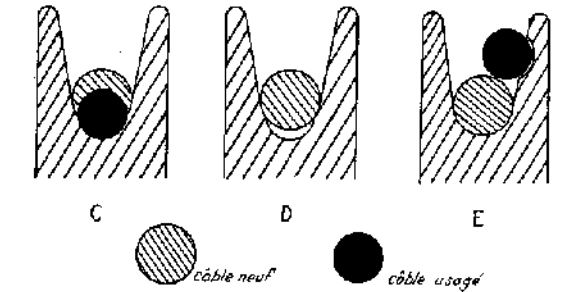


Fig. 27. Usure d'un câble dans une gorge de poulie non appropriée.

- O = gorge correcte.
- A = gorge trop étroite.
- B = gorge trop large.
- C = gorge correcte à l'origine (usée par un câble à son diamètre minimum).
- D = câble neuf posé dans une gorge usée par le câble précédent.
- E = gorge anormalement détériorée par un câble.

précédent ne doit pas être enroulé sur une série d'arêtes créées par le passage du câble usagé.
 — s'assurer du bon fonctionnement de la poulie et effectuer son graissage.

2° Examen périodique des tambours.

Un contrôle identique à celui des poulies sera opéré sur les tambours. Les pièces usagées seront changées, les surfaces tournées, dès que le besoin s'en fera sentir.

Les tambours à surface lisse doivent être surveillés, à intervalles réguliers, afin que les indentations creusées par le câble en service ne puissent nuire au câble qui le remplacera.

Les tambours rainurés, constitués d'un métal dur, sont adoptés pour les câbles qui doivent supporter

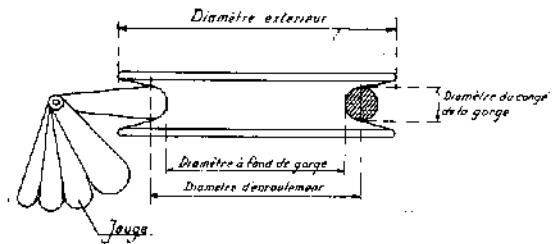


Fig. 28. Schéma d'une poulie.

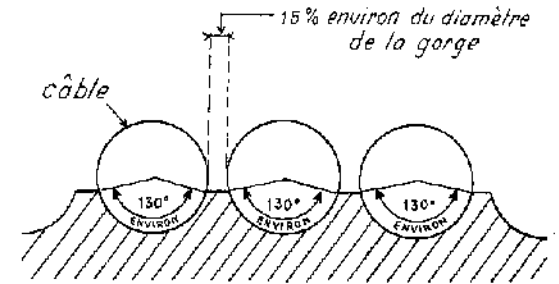


Fig. 29: Coupe dans un tambour rainuré

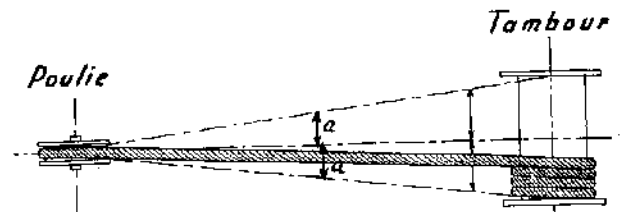


Fig. 30. Limites admissibles de l'obliquité du câble par rapport à l'axe du tambour (la valeur de l'angle « a » varie entre 1° et 1 1/2°).

de lourdes charges et être enroulés sur plusieurs couches ; ils permettent d'éviter leur écrasement. Les câbles doivent y reposer sur un arc de cercle de 120 à 130° (fig. 29) ; entre les rainures du tambour un écart correspondant à 15 ou 20 % du diamètre des câbles sera ménagé.

Pour un câble monté sur un tambour et qui, de là, passe sur une poulie, il est important de veiller à ce que l'angle formé, suivant la position du câble sur le tambour, ne dépasse pas « a » comme indiqué à la fig. 30 (pratiquement, la valeur de l'angle « a » varie entre 1° et 1 1/2°).

IV. — SURVEILLANCE DES CABLES

Par mesure d'économie et de sécurité, les câbles devraient être inspectés chaque semaine.

De telles inspections permettent de détecter des causes d'usure prématurée et d'y remédier pendant qu'il en est encore temps.

Un exploitant se rendra compte de l'état de fatigue de ses câbles en service en dénombrant les fils cassés. Un câble peut être conservé si le nombre

de fils cassés durant 2 ou 3 périodes déterminées n'est pas trop important, même si ce nombre reste constant. Par contre, s'il augmente rapidement, les visites doivent être rapprochées et le câble mis hors d'usage, le cas échéant.

La fatigue et l'usure d'un câble augmentent proportionnellement à sa vitesse d'emploi. Tout en restant évidemment dans les limites de sécurité,

il est préférable de diminuer la vitesse et d'accroître la charge, si besoin est.

De petites brèches entre les torons sont souvent l'indice d'une surcharge ; elles passent inaperçues et affaiblissent le câble.

D'une façon générale, un câble, même sans aucun fil rouillé ni détruit, perd de 4 à 8 % de sa résistance par année de service continu.

Inversion périodique des câbles. — Un câble travaille souvent en un ou plusieurs points particuliers, points où la fatigue de l'acier et l'usure sont plus grandes qu'ailleurs. Des ruptures de fils s'y produisent, bénignes au début, mais qui sont susceptibles de compromettre la vie du câble si l'on n'y prend garde.

Afin de faire varier ces points de moindre résistance, il est de pratique courante de couper le câble et de le retourner bout à bout. Cette opération, qui augmente de 20 à 40 % la durée de son utilisation, n'est valable que dans la mesure où elle est exécutée suffisamment tôt.

Près du tambour, 3 ou 4 coupes doivent être faites, au cours de la vie d'un câble, pour changer là encore la position des points de fatigue. Au voisinage de l'attache — zone de grande fatigue puisqu'elle reçoit les chocs et les vibrations — il est recommandé, à chaque coupe, d'enlever au moins 2 mètres de câble.

Épissures

Lorsque l'on découvre un **tortillement** dans un câble, il faut purement et simplement couper le câble à l'endroit défectueux et faire une longue épissure.

L'épissure est également utilisée quand on procède à la *pose d'un œillet sur un câble* pour réunir le brin libre du câble au brin de charge. Toutefois, au lieu d'exécuter une épissure — travail long et difficile — on emploie souvent, dans ce cas, des **griffes d'attache**. Celles-ci peuvent être fixées par n'importe qui, très rapidement ; pour que néan-

moins des déformations éventuelles ne puissent se produire dans le câble, quelques règles sont à respecter :

— prendre un nombre de griffes déterminé suivant le diamètre du câble ;

• câble mm	Nbre minimum de griffes à appliquer	Espacement des griffes (mm)
6,3 (1/4")	2	50
9,5 (3/8")	2	65
12,7 (1/2")	3	75
16 (5/8")	3	95
19 (3/4")	4	115
22,2 (7/8")	4	135
25,4 (1")	5	150
31,7 (1 1/4")	5	190
38,1 (1 1/2")	6	230
44,4 (1 3/4")	7	270
50,8 (2")	8	300

— placer toutes les griffes dans le même sens conformément à la fig. 31.

— ne pas omettre de resserrer les boulons des griffes lorsque l'attache aura travaillé à pleine charge durant quelques heures, et vérifier le serrage deux ou trois jours après.

Dans toutes les entreprises importantes pourrait être tenu un « carnet d'utilisation » des câbles en service, où seraient mentionnés leurs caractéristiques techniques, les conditions de travail, les coupages, les graissages opérés... Il serait ainsi aisé de suivre la vie des câbles et très vite des conclusions intéressantes, tant du point de vue de la sécurité que de la rentabilité des entreprises pourraient être tirées.

* * *

Dans un prochain article, nous fournirons des exemples concrets d'application, dans les exploitations forestières tropicales, des principes et des règles énoncés ci-dessus.

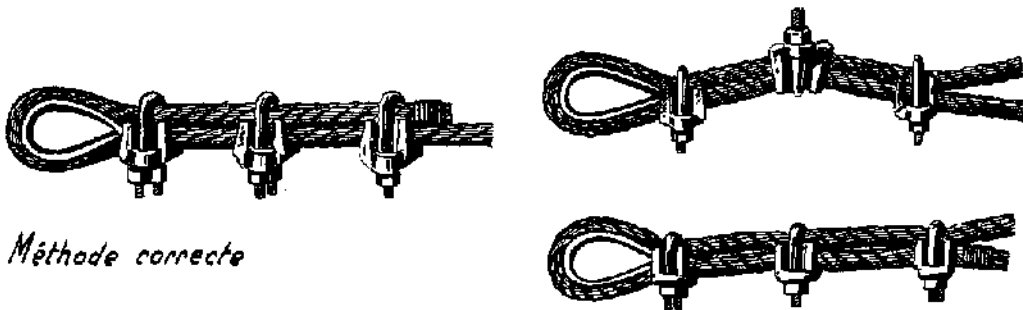


FIG. 31. Comment fixer des griffes d'attache sur un câble.

Méthodes incorrectes