



Photo Lepitre.

*Débardage d'un makoré de 29 m³ (longueur 25 m, diamètre moyen 121) poids estimé à 26 tonnes
(Allis Chalmers HD 18 AC).*

CABLES DE DÉBARDAGE

par Cl. LEPITRE,

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

SUMMARY

WIRE ROPES FOR LOGGING

This article reviews the main characteristics of the operating conditions of ropes used in tropical logging, by crawler tractors of a power in the order of 100 HP. A number of indications will be found on the lasting qualities of ropes commonly used in the field. An output of 1 200 m³ may be regarded as frequently obtainable from a 1 inch Wire rope of 45 m.

Comparative service tests have been carried out in the Côte d'Ivoire (Ivory Coast) on American and French wire ropes supplied by three manufacturers. The net result of these tests is in favour of the French ropes : if their useful life is slightly shorter than that of American ropes they are, on the other hand, appreciably cheaper.

This article concludes with a number of recommendations as to the types of wire ropes most suitable for skidding work. These may be summarized as follows :

- *Independent Wire Rope Core.*
 - *Improved Plow Steel.*
 - *Preformed Wire.*
 - *Regular Lay.*
 - *Diameter 1 inch to 1 1/8 inch for a type D. 7 tractor.*
 - *The 6 × 25 Seale Filler Wire seems capable of universal use and of giving satisfactory service in most cases.*
- Finally, the importance of the way in which wire ropes are used by tractor operators is emphasized. Widely different results may be obtained from a given type of rope depending on the manner in which it is used.*

RESUMEN

CABLES DE ARRASTRE

Este artículo reseña las principales características de las condiciones de trabajo de los cables de arrastre utilizados en la explotación forestal tropical, es decir, de los cables utilizados por los tractores oruga de una potencia del orden de 100 CV.

En el mismo se dan un cierto número de indicaciones sobre la manera de usar los cables empleados en la práctica. Como considerarse como cifra frecuente de producción la de 1 200 m³ por cable de 45 m en 1".

En la Costa de Marfil se han hecho ensayos comparados de comportamiento entre cables americanos y cables franceses procedentes de tres constructores. El balance de los resultados es favorable a los cables franceses. Si la curación de utilización no alcanza del todo la de los cables americanos, la diferencia es mínima y en cambio su precio es sensiblemente menos elevado.

Este artículo contiene, para terminar, algunas recomendaciones sobre los tipos de cable que parecen los mejor adaptados al trabajo en el bosque. Se pueden resumir de la siguiente manera :

- *Alma metálica.*
- *Aceero de alta resiliencia 170/190 kg/m².*
- *Hilo preformado.*
- *Cableado cruzado.*
- *Diámetro 1" a 1 1/8" para un tractor tipo D. 7.*
- *La constitución 6 × 25 aparece bastante apropiada y susceptible de satisfacción en la mayoría de los casos.*

Por último, es importante insistir en la manera en que son utilizados los cables por los conductores de máquinas. Un mismo tipo de cable puede dar servicios extremadamente diferentes según la manera en que es utilizado.

Les câbles sont un souci fréquent pour l'exploitant forestier qui les paye cher et les voit s'user trop vite. Bien que constitués d'aciers de caractéristiques excellentes, ils sont toujours soumis à des efforts intenses qui ne leur permettent guère d'assurer un service prolongé ; les fatigues imposées sont, en effet, souvent très supérieures à celles qu'il est recommandé de ne pas dépasser.

Nous avons eu l'occasion d'effectuer une enquête sur les durées de service de filins de compositions variées dans plusieurs exploitations. En même temps nous avons procédé à des essais comparés de câbles de différentes origines tant françaises qu'étrangères.

Avant d'exposer nos conclusions, nous examinons un certain nombre de données générales importantes dont notre enquête constitue en quelque sorte la conséquence logique.

Cette note comprendra donc successivement :

-- Un rappel de la composition des câbles utilisés en exploitation forestière,

— Quelques précisions sur les efforts auxquels les câbles sont soumis en forêt et les caractéristiques à rechercher pour y faire face,

— Les solutions pratiques adoptées par les constructeurs américains qui ont eu l'occasion d'étudier le problème des câbles forestiers dans des conditions voisines de celles que nous connaissons en Afrique,

— Les résultats enregistrés en Afrique avec un certain nombre de câbles dont la durée de service a été notée,

Les résultats d'essais comparés de câbles français et étrangers,

— Enfin, quelques conclusions sur les types de câblages qui apparaissent les plus recommandables.

GÉNÉRALITÉS SUR LA COMPOSITION DES CÂBLES FORESTIERS

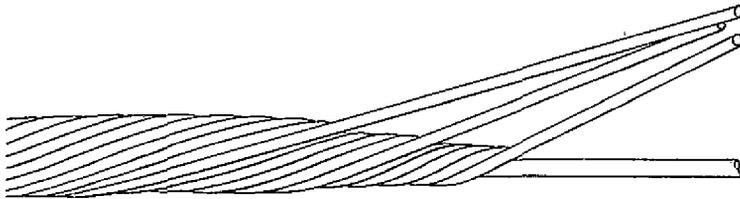
Les câbles de débardage sont généralement constitués de six torons eux-mêmes formés d'une association de fils d'acier. Le métal utilisé a une résistance à la rupture variant de 160 à 200 kg/mm². Toute considération de prix mise à part, l'acier le plus résistant semble le plus intéressant, mais il est plus fragile. La nuance qui doit donner les meilleurs résultats semble être le 170/190 kg/mm².

Voici quelques caractéristiques des principaux

types de ces torons en allant des plus simples aux plus perfectionnés.

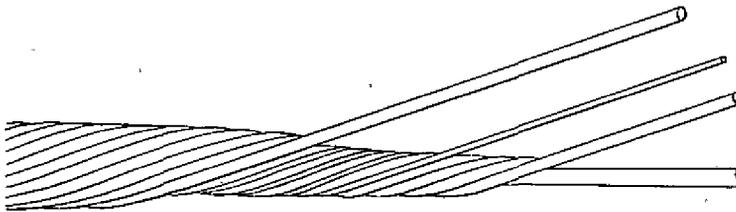
Torons ordinaires : Tous les fils ont le même diamètre et chaque couche comporte 6 fils de plus que la précédente. Nous avons vu utiliser dans cette catégorie un câble de formule : 1 + 6 + 12 + 18, soit 37 fils de 12/10 mm pour un diamètre de câble de 26 mm.

Les fils, de deux couches successives, forment un



Toronnage ordinaire

Toronnage ordinaire. Les fils ne sont pas parallèles d'une couche à l'autre.



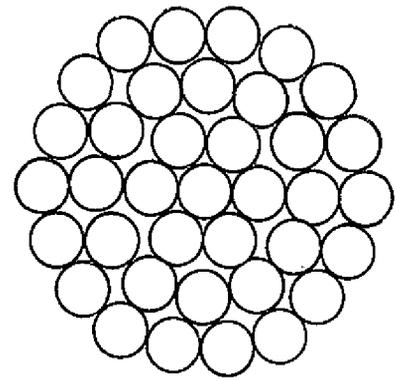
Toronnage Seale

Toronnage Seale. Les fils sont parallèles.

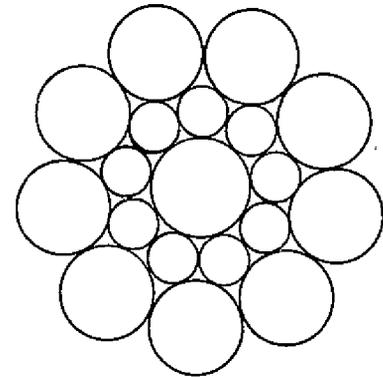
angle entre eux et lorsque le câble est soumis à de fortes pressions, ce qui est fréquent en forêt, il se produit des indentations de fils d'une couche à l'autre, c'est-à-dire des amorces de rupture.

Torons à fils parallèles : Pour éviter cet inconvénient, on a créé le toronnage « *Seale Lay* » dans lequel toutes les couches, ou tout au moins les deux couches extérieures, ont le même nombre de fils et sont toronnées au même pas. Dans ces deux dernières couches, le diamètre des fils n'est alors plus le même.

Ainsi le toronnage 1 + 9 + 9 comprend 19 fils dont les fils extérieurs ont une section de 20/10 mm pour un câble de 25 mm.

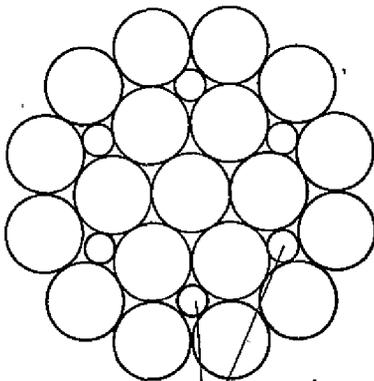


Toron ordinaire 1 + 6 + 12 + 18 = 37 fils.
Tous fils de même diamètre.



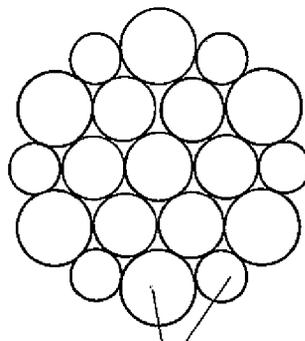
Toron Seale lay (fils parallèles)
1 + 9 + 9 = 19 fils.

Si les conditions d'utilisation réclament un nombre de fils plus important par toron, on choisit la composition « *Seale à fils de remplissage* »



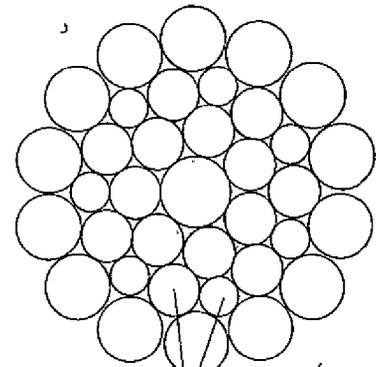
Fils de remplissage

Toron Seale à fils de remplissage (« *Filler Wire* ») 1 + 6.6 + 12 = 25 fils ou 19 FW.



Couche faite de fils de diamètres différents

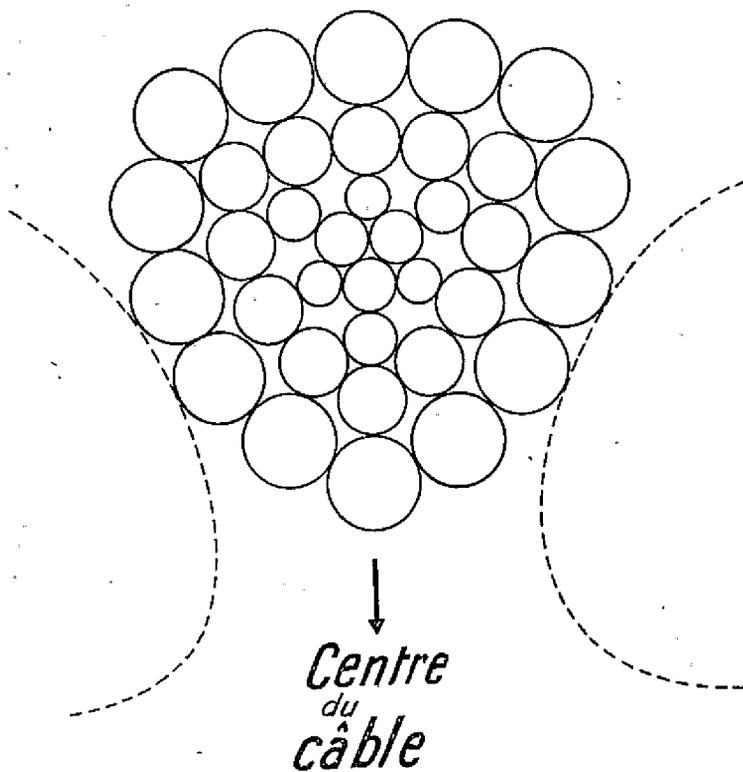
Toron Warrington
1 + 6 + 6.6 = 19 fils.



Couche faite de fils de diamètres différents

Toron Warrington Seale
1 + 7 + 7.7 + 14 = 36 fils.

Extérieur



Toron triangulaire.

ou « **Filler wire** ». Dans ces types de câbles très utilisés en pratique on rencontre les formules :

— 1 + 6.6 + 12 dite 19 FW ou 25 fils.

Pour un câble de 25 mm (1") les fils extérieurs ont un diamètre de 16/10 mm.

— 1 + 5.5 + 10 dite 16 FW ou 21 fils. Les fils extérieurs ont une section de 18/10 mm pour un câble de 25 mm (1").

Enfin, si l'on désire un toron très rond on l'exécute selon la règle **Warrington** : toutes les couches de fils sont toronnées au même pas, la couche extérieure est faite de fils de diamètres différents ; exemple : 1 + 6 + 6.6 pour 19 fils.

Ces différents modes de toronnage à fils parallèles (Seale, Filler, Warrington) peuvent se combiner entre eux. C'est ainsi que nous avons vu utiliser des câbles « **Warrington-Seale** » à 36 fils soit 1 + 7 + 7.7 + 14 où pour un câble de 28 mm (1"1/8) les fils extérieurs ont un diamètre de 16/10 mm.

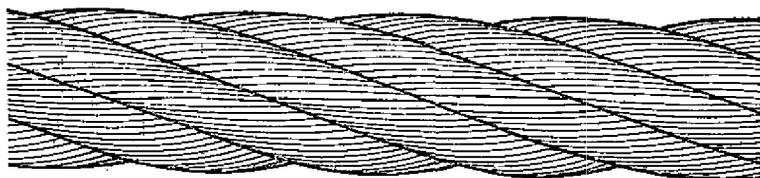
Torons triangulaires : Ces câbles ont l'inconvénient d'être chers.

Ils ont été et sont encore recommandés par certains constructeurs parce que présentant une plus grande surface d'appui sur les tambours que les câbles à torons ronds. Mais les couches de fils constitutifs sont croisées entre elles et sous les fortes pressions qui se manifestent toujours, des indentations se produisent d'une couche à l'autre (comme sur les torons ordinaires). En outre, le câble à torons triangulaires est moins stable qu'un câble à torons ronds ; il est évident que quand un toron se retourne, le résultat est déplorable. On ne peut donc que déconseiller ce type de câble surtout en exploitation forestière où l'enroulement se fait sur des tambours de faible diamètre.

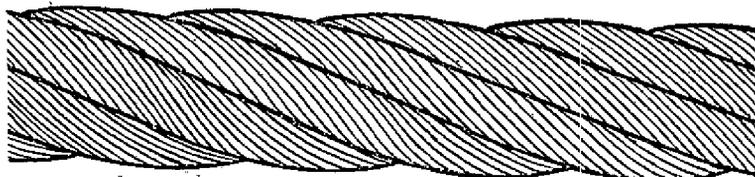
En fait, du point de vue technique de câblage, le toron triangulaire représente un perfectionnement par rapport au toron ordinaire, mais se trouve dépassé par le toron à fils parallèles, le seul qui nous intéresse en forêt.

A côté de ces caractéristiques de toronnage, les câbles présentent d'autres caractéristiques importantes : on sait que les câbles employés ont en général 6 torons, qui s'appuient sur l'âme du câble. Elle peut être textile ou métallique. Une âme métallique peut être elle-même constituée par un câble de

petite dimension composé de plusieurs torons (« **Independent Wire Rope Core** » ou « **I. W. R. C.** ») ou encore d'un seul toron (« **Wire Strand Core** » ou « **S. C.** »).



Cablage croisé



Cablage Lang

Câblage à droite, croisé et Lang.

Ame métallique câblée

Le câblage, c'est-à-dire l'association des torons pour former le câble, est normalement effectué à droite. Le câblage à gauche est exceptionnel. Selon que le câblage est effectué dans le même sens ou dans le sens contraire du toronnage, on a :

— le câblage **croisé** : toronnage à gauche et câblage à droite, c'est le plus répandu (1).

— le câblage **Lang** : toronnage à droite, câblage à droite. Ce dernier type assure une meilleure résistance à l'usure puisque chaque fil présente alors une grande surface de contact et d'usure. Il assure aussi une plus grande souplesse au filin. Par contre, un câble Lang qui n'est pas antigiratoire a tendance à tourner sur lui-même et à se décâbler. Ce défaut ne rend le câble Lang intéressant que s'il se trouve assujéti à chacune de ses deux extrémités à une pièce qui ne peut tourner sur elle-même.

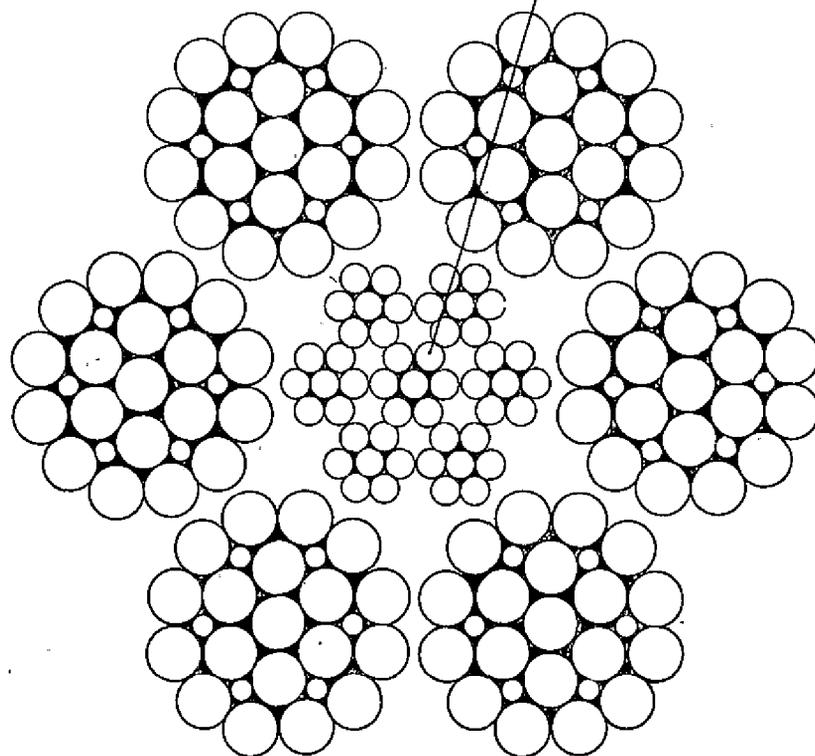
Dans le câblage croisé, l'opposition des sens de toronnage et de câblage, confère au filin des propriétés antigiratoires.

Notons enfin la **préformation** des fils du câble qui consiste, par un artifice de fabrication, à donner par avance aux éléments du câble (fils et torons) la

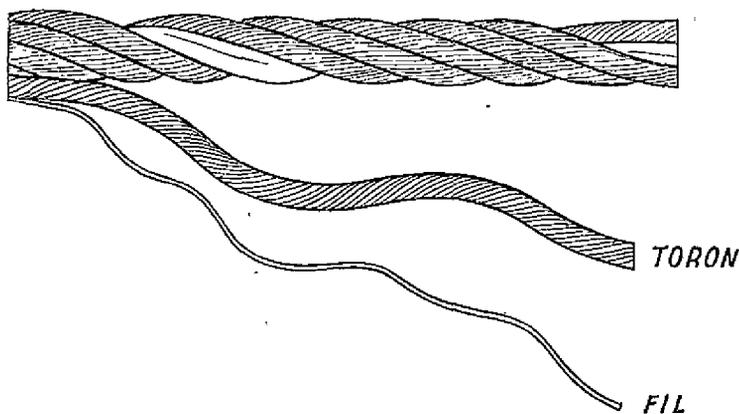
forme qu'ils auront une fois le câble terminé. Un câble « préformé » a plusieurs avantages ; il est sans réaction interne donc de manutention plus facile et s'enroule mieux sur les tambours. Il ne présente pas de tensions internes et résiste beaucoup mieux à la flexion. Enfin, en cas de rupture les fils restent en place et ne risquent pas de détriorer les fils voisins (par contre un câble « préformé » parce que sans réaction est moins antigiratoire qu'un autre). Les câbles de débardage doivent bien entendu être préformés.

* * *

(1) Si le câblage du câble est croisé, le câblage de l'âme est Lang et vice versa : les fils en contact entre l'âme et les torons sont ainsi sensiblement parallèles.



Câble 6 x 25. 6 torons de 1 + 6 + 6 + 12 fils.
Ame métallique (IWRC) faite de 1 + 6 torons de 1 + 6 fils.



Câble préformé. Même désolidarisés de l'ensemble du câble, fils et torons conservent leur forme en hélice.

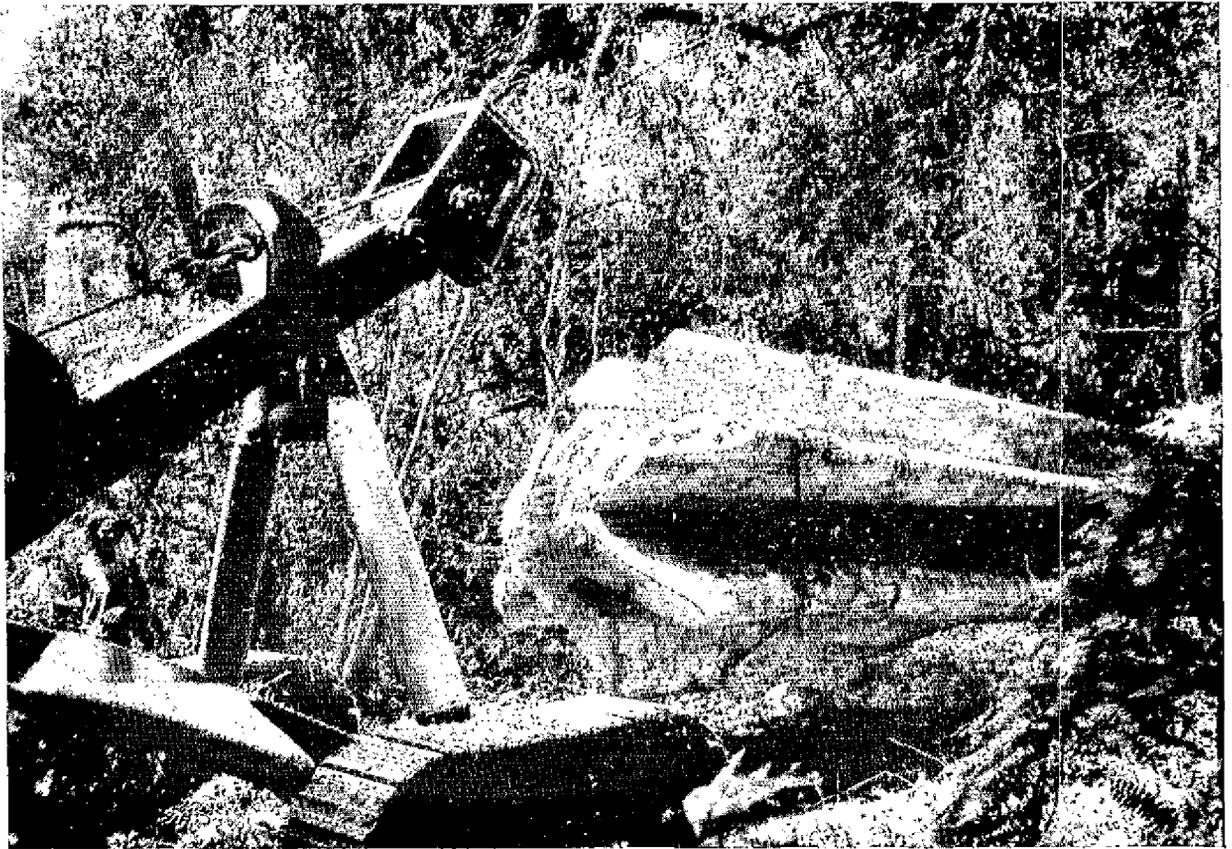


Photo Lepître.

Débusquage d'un gros Samba.

EFFORTS AUXQUELS SONT SOUMIS LES CABLES

Les câbles sont soumis à des efforts d'écrasement, de friction et de flexion que nous allons examiner successivement.

Les efforts d'écrasement sont considérables en particulier sur les treuils quand plusieurs couches de câbles s'enroulent plus ou moins régulièrement l'une sur l'autre. Des efforts de ce genre se manifestent aussi au crochet et sur le rouleau de l'arche. Il est donc recommandé d'utiliser des câbles à torons à fils parallèles de type Seale ou Warrington (à l'exclusion des torons ordinaires). Une âme métallique est indispensable pour s'opposer à la déformation du câble, ce que ne peut faire une âme textile.

Les efforts d'écrasement s'accompagnent en général d'efforts de friction intense. Ces frottements ont lieu sur le treuil et sur la partie du câble à laquelle est attachée la grume (frottement du crochet, frottement sur le sol). La résistance à l'usure superficielle nécessite la présence de fils de grosse section à la périphérie des torons. Dans la pratique, pour un câble de 25 mm (1"), la section de ces fils varie de 16/10 à 20/10 mm. Les plus gros fils sont bien entendu les plus résistants à l'abrasion.

Malheureusement l'augmentation de section de ces fils se fait aux dépens de leur flexibilité. Or, les flexions que subit un câble de débarlage sont, compte tenu de son diamètre, extrêmement importantes. Nous allons les examiner un peu en détail car elles sont responsables pour une bonne part de la vie courte des câbles.

Un tambour de treuil Hyster, type D.7. N et le rouleau horizontal de l'arche ont un diamètre de 30,5 cm. Les rouleaux verticaux de l'arche mesurent 15 cm de diamètre. Or, les constructeurs déconseillent de faire passer un câble sur un rouleau ou un tambour dont le diamètre ne serait pas au minimum égal à 200 fois le diamètre de ses fils extérieurs ; pour des fils de 16/10 mm cela fait 32 cm et pour 20/10 mm, 40 cm. Un rapport de 500 au lieu de 200 doit même être recherché chaque fois que possible.

Si au lieu d'examiner le rapport diamètre des fils au diamètre des tambours, on recherche les chiffres recommandés pour le rapport $\frac{\text{diamètre tambour}}{\text{diamètre câble}}$ on obtient le tableau 1.

TABLEAU 1

Composition du câble	Diamètre tambour	
	Diamètre câble	
	Normal	Minimum
6 torons de 19 fils (1+9+9) ..	37	30
6 torons de 25 fils (1 + 6 + 6 + 12)	33	25
6 torons de 36 fils (1 + 7 + 7.7 + 14).....	28	18

Ces données mèneraient, pour un câble de 25 mm (1^{er}), à des tambours ayant un diamètre minimum variant de 46 à 75 cm.

Pour des raisons d'encombrement et de poids, il est donc impossible de dimensionner suffisamment le matériel forestier. Puisqu'on en est réduit à un mauvais compromis de construction, essayons de chiffrer maintenant les efforts imposés aux câbles. Ils sont constitués en grande partie, par la somme de la tension d'incurvation du câble et de la tension due à l'effort de traction des grumes.

La tension provoquée par l'incurvation du câble ou **tension de flexion** se développe dans les fibres tendues des fils : elle est donnée par la relation :

$$R = \frac{1,20 Ed}{D} \quad (1)$$

dans laquelle : — E est le module d'élasticité apparent du câble (en pratique 10 000 kg/mm²),

— d est le diamètre des fils du câble (2),

— D est le diamètre des tambours (soit 30, 5 cm dans le cas présent).

On trouve :

— pour des fils de 16/10 mm. R = 63 kg/mm².

— pour des fils de 20/10 mm. R = 79 kg/mm².

Ces efforts sont considérables.

Recherchons maintenant à quelle tension « S » correspond la traction des grumes avec une

(1) Cette formule comme bon nombre de renseignements que nous fournissons sont tirés de l'ouvrage « Câbles d'acier » publié par la S. O. F. C. A. B. (Société Anonyme Française des Câbles d'Acier).

(2) Dans chaque formule de câblage les diamètres des fils constituant les différentes nappes sont fixés une fois pour toutes en fonction du diamètre des fils extérieurs, eux-mêmes sous la dépendance du diamètre du câble. Ces fils extérieurs constituent donc une sorte d'élément de référence et c'est leur diamètre que nous citerons chaque fois que besoin sera.

arche en terrain plat. En cours de débardage le poids P de grumes se répartit à raison de 40 % environ sur l'extrémité de la bille qui traîne au sol et 60 % sur le câble. Cette répartition inégale provient de la manière d'attacher le câble, lequel ne se trouve jamais tout à fait à l'extrémité de la grume et du couple qui se développe entre l'effort de traction du câble r et l'effort de frottement de la grume sur le sol r' (voir figure).

La traction T exercée par le câble peut se décomposer en p (c'est-à-dire avons-nous dit, 60 % du poids de la grume) et r, effort de traction. Si la résistance au glissement du bout de la grume peut être évaluée sur sol moyen à 500 kg par tonne, on a : $r = 0,4 P \times 0,500 = 0,2 P$

Ce qui donne T = 0,633 P

La tension S du câble s'obtient en divisant T par la section du câble (ou somme des sections de fils qui le constituent). Pour un câble de 25 mm on aurait :

$$S = \frac{0,633 P}{309 \text{ mm}^2} \quad (3)$$

pour un câble de 28 mm on aurait :

$$S = \frac{0,633 P}{392 \text{ mm}^2} \quad (3)$$

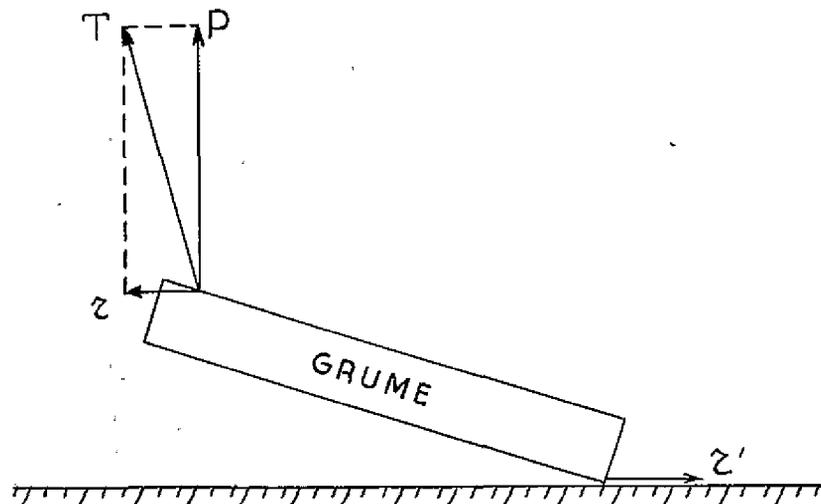
Pour P = 10 tonnes cela donne respectivement 21 et 16 kg/mm².

Pour P = 20 tonnes cela donne respectivement 42 et 33 kg/mm².

Le câble subit donc en fait, des fatigues plus importantes par flexion que du fait de la traction des grumes.

Mais nous n'avons parlé là que d'efforts normaux alors qu'il se produit des flexions très fortes quand les câbles s'enroulent mal sur les tambours. La résistance à la traction d'une grume peut d'autre part

(3) Nous avons pris les sections d'un câble 6 x 25 à âme métallique.



atteindre des valeurs beaucoup plus élevées en montée, en cas de chocs ou de coups de fouet.

Comparons maintenant ces chiffres aux caractéristiques des aciers utilisés pour la fabrication des câbles : lors de travaux de débardage les aciers devraient, pour être dans de bonnes conditions, travailler avec un coefficient de sécurité minimum de 3, c'est-à-dire qu'avec un acier à 180 kg/mm², il ne faudrait pas dépasser une fatigue de 60 kg/mm². On a vu que le câble est constamment soumis à des efforts plus élevés, ne serait-ce que du fait de ses flexions. Si maintenant nous comparons les efforts calculés à la limite élastique de l'acier (125 kg/mm² pour un acier à 180 kg/mm²) nous constaterons que cette limite peut être facilement atteinte ou même dépassée, c'est-à-dire que le câble subit alors un allongement permanent.

Ceci nous explique, s'il en était besoin, que les câbles durent si peu de temps. Donc, si la résistance à l'abrasion pousse à l'emploi de gros fils extérieurs, la résistance à la flexion les déconseille. Il s'agit là de réaliser un compromis flexibilité-usure

dont le résultat peut n'être pas le même dans tous les cas.

Un câble de 6 × 19 (1 + 9 + 9) a surtout une bonne résistance à l'usure ; un câble 6 × 25 (1 + 6.6 + 12) est bien équilibré entre les deux ; un câble 6 × 36 (1 + 7 + 7.7 + 14) a surtout une bonne résistance à la flexion.

En résumé. — Un câble de débardage sera un câble à 6 torons, âme métallique, Seale Lay (ou Warrington), en acier 180 à 200 kg/mm², d'une formule variant du 6 × 19 (1 + 9 + 9) au 6 × 36 (1 + 7 + 7.7 + 14), le câblage sera de préférence croisé parce que plus stable ; on effectue, lors de passages répétés sur les rouleaux et sur le treuil un câble Lang a tendance à se décabler.

Quel diamètre choisir ? Dans les utilisations courantes sur tracteurs à chenilles (type D.7), il varie de 7/8" à 1"1/8 (22 à 28 mm). Nous ne pensons pas, eu égard au diamètre des tambours qu'il y ait intérêt à utiliser du 1"1/4. Mais nous reviendrons plus loin sur ce problème.

* * *

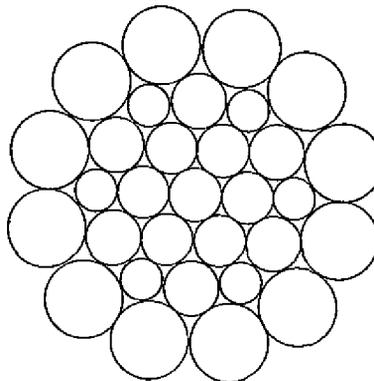
CABLES DE DÉBARDAGE RECOMMANDÉS PAR LES CONSTRUCTEURS AMÉRICAINS

C'est une banalité que de rappeler que l'exploitation forestière africaine se rapproche par certains côtés de l'exploitation américaine de la Côte Pacifique. Il est donc intéressant de passer en revue les solutions préconisées pour le débardage par les fabricants américains qui ont une assez longue expérience du problème.

On constate le choix constant, quelles que soient les marques, d'acier à hautes caractéristiques techniques, 180 à 200 kg/mm², de câblages à fils parallèles (Lang ou Warrington) et préformés, d'âmes métalliques généralement I. W. R. C.

Le câblage croisé est recommandé pour le débardage tandis que le câblage Lang est réservé aux commandes de scraper ou de bulldozer.

En matière de composition des torons, les formules 6 × 19 (1 + 9 + 9), 6 × 21 (1 + 5.5 + 10) et 6 × 25 (1 + 6.6 + 12) peuvent être considérées



Toron Warrington Seale
1 + 6 + 6.6 + 12 = 31 fils.

comme des compositions de bases. Toutefois la raideur du 6 × 19 tend à le faire écarter des travaux de débardage avec arches (alors qu'il convient pour les méthodes de débardage à câbles aériens où les conditions de travail sont plus « mécaniques »). Le 6 × 25 est le câblage le plus courant parce que ses qualités constituent un compromis intéressant entre des exigences contradictoires.

Plusieurs constructeurs proposent pour le câble de débardage une formule plus complexe, unissant des fils assez gros à la périphérie du câble afin de conserver une bonne tenue à l'usure avec des fils fins à l'intérieur pour assurer une bonne flexibilité. L'acier des

fils périphériques peut même être de composition différente de celui des fils intérieurs. C'est ainsi que nous avons relevé des formules comme le 6 × 26 (1 + 5 + 5.5 + 10) ou le 6 × 31 (1 + 6 + 6.6 + 12) qui sont des Warrington-Seale.

* * *

RÉSULTATS OBSERVÉS EN AFRIQUE AVEC QUELQUES TYPES DE CABLES

Passons maintenant à l'examen de quelques données pratiques portant sur des cas concrets observés en Afrique.

Les tableaux 2 et 3 qui se complètent l'un l'autre, donnent l'essentiel de chiffres notés en Côte d'Ivoire en 1956. Les relevés 1 à 4 y concernent un même

Rendement des câbles au débarbage

TABLEAU 2

Tous les câbles ont un diamètre de 1" (25,4 mm.)

N° du relevé	Marque du câble	Composition du câble	Longueur utilisée (1)	Conditions de travail
1	Américain (marque inconnue)	6 × 21 (1 + 5,5 + 10) F. W. Seale Lang — Ame I. W. R. C. Acier 180 kg.	30 m	Les 4 relevés sont faits sur le même chantier. Tracteur D. 7 avec arche. Terrain peu accidenté et assez facile. Travail assez pénible parce que grumes de grosses dimensions.
2	Leschen	6 × 25 (1 + 6,6 + 12) F. W. Seale Lang — Ame I. W. R. C. Acier 180 kilog.	22 à 23 m	
3	Leschen	Cf. ci-dessus	22 à 23 m	
4	Leschen	Cf. ci-dessus	22 à 23 m	
5	Américain	6 × 21 ou 6 × 25. Ame I. W. R. C. Acier 180 kg	30 à 35 m	Moyennes entre le 1 ^{er} janvier et le 30 avril. Conditions de conduites dures.
6				D. 7 sans arche pour le n° 5. D. 7 avec arche pour le n° 6.
7	Américain (Broderick)	6 × 25. Ame I. W. R. C. Acier 180 kg.	45 m	Moyenne sur une année. D. 7 avec arche. Terrain moyennement accidenté dans l'ensemble.

(1) Ces câbles sont d'origine américaine et sont vendus en touret de 300 pieds ou 90 m ; 45 m correspondent à un demi-touret ; 30 à 35 m à 1/3 de touret ; 22 à 23 m à 1/4 de touret.

Rendement des câbles au débarbage

TABLEAU 3

Numéro du relevé (1)	Dates		Nombre de jours de travail	Nombre de voyages effectués	m ³ débarqués		Observations
	Mise en place	Mise au rebut			m ³ bruts	m ³ marchands	
1	9 mars	24 mars	13	91	1.247	750	Acajou. Tiamia. Aboudikro - Bossé.
2	24 mars	6 avril	11	77	1.172	700	
3	6 avril	19 avril	11	92	1.292	830	
4	19 avril	5 mai	14	88	1.162	700	
5	Moyenne entre le 1 ^{er} janvier et le 30 avril (4 mois)		9-10			526	360 m. de câble, soit 11 longueurs pour 5.815 m ³ . Gros makorés, avodiré et acajou.
6	— id —		9-10			420	360 m de câble, soit 11 longueurs pour 4.584 m ³ . Gros makorés, tiamia, aboudikro et acajou.
7	Moyenne sur un an					1.200	5 tourets de 90 m en un an pour 12.000 m ³ , acajou, makoré, tiamia, etc...

(1) Les relevés correspondent à ceux qui sont cités dans le tableau 2. Le tableau 2 donne les caractéristiques des câbles et le tableau 3 les résultats obtenus.

chantier où les conditions de travail sont assez rudes parce que les grumes sont de grosses dimensions. C'est ainsi que sur l'ensemble d'une période allant du 9 mars au 5 mai, soit 2 mois, la répartition des grumes débarquées était celle indiquée au tableau 4.

La densité des bois peut être évaluée à 0,8. Le diamètre moyen avoisine 1 mètre. Les relevés 5 et 6 (tableaux 2 et 3) portent sur deux chantiers d'une même exploitation. Ils rendent compte l'un comme l'autre de conditions de travail pénibles parce que conduite assez brutale, grosses grumes (parce que forte proportion de gros makorés) et pour le n° 5 absence d'une arche. Les conditions de terrain ne présentaient rien de particulier.

TABLEAU 4

	% en nombre	% en volume	
Plus de 20 m ³ ..	15,5	26	Dont 19 grumes de plus de 25 m ³ et quelques-unes de plus de 30.
15 à 20 m ³	27	27,5	
10 à 15 m ³	41	37	
Moins de 10 m ³	16,5	9,5	



Photo Lepitre.

Dessouchage au treuil.

Enfin, le relevé n° 7 est une moyenne sur une année dans des conditions de travail moyennement pénibles. Il porte sur des longueurs de câble de 45 m tandis que les autres relevés concernent des longueurs de 22 ou 30 m.

L'utilisation de longueurs de 45 m ne peut se justifier qu'en terrain accidenté pour aller chercher des grumes en des endroits peu accessibles au tracteur. Ailleurs, les longueurs de 30 ou 22 m représentent une juste moyenne. En effet, sur le treuil du tracteur les couches inférieures d'un câble long, bien que peu utilisées, sont abîmées par le frottement et

la pression des couches supérieures. L'extrême inverse, c'est-à-dire, des câbles très courts ne serait pas plus recommandable car en cas de rupture au crochet aucun raccourcissement du câble ne serait possible et on serait amené à mettre au rebut une longueur de filin non usée.

Toutefois, il est certain qu'un câble long dure plus longtemps qu'un court ne serait-ce que parce qu'on peut le raccourcir un plus grand nombre de fois. Les chiffres des relevés 1-2-3-4 et 7 peuvent donc être considérés comme assez voisins.

* * *

RÉSULTATS D'ESSAIS DE CABLES FRANÇAIS

Ces essais ont porté sur des câbles fabriqués par les Tréfileries et Laminoirs du Havre, les Câbleries de Bourg et les Etablissements Bessonneau. Ils ont été effectués à la Compagnie des Scieries Africaines en Côte d'Ivoire entre le 14 décembre 1956 et le 23 avril 1957.

Le tableau 5 donne les caractéristiques des câbles utilisés et d'une longueur de câble Broderick. Ces câbles sont de type Lang ; en effet, nous pensions alors, opinion fort contestable, que les caractéristiques de résistance à l'usure et de souplesse de ce type de câblage étaient à rechercher.

TABLEAU 5

**CARACTÉRISTIQUES DES CABLES ESSAYÉS
A LA S. C. A. F.**

Câble de Bourg.

Origine : Tréfileries et Câbleries de Bourg (Ain).

1°) Câble 6 × 25 :

- Diamètre 25,8 mm.
- 6 torons de 1 + 6 + 6 + 12 fils (6 × 25).
- Fils extérieurs de 155/100 mm.
- Ame métallique I. W. R. C.
- Lang préformé.
- Acier clair 180 kg.

2°) Câble 6 × 19 :
 Diamètre 25,7 mm.
 6 torons de 1 + 9 + 9 fils (6 × 19).
 Fils extérieurs de 2 mm.
 Ame métallique I. W. R. C.
 Lang préformé.
 Acier clair 180 kg.

Câble T. L. H. :
 Origine : Tréfileries et laminiers du Havre, 17,
 boulevard Henri IV, Paris, 4^e.

Diamètre 25,6 mm.
 Seale Lay - 6 torons de :
 1 fil 184/100
 + 6 * 173/100 } 6 × 25
 + 6 * 7/10
 + 12 * 16/10.

Ame métallique I. W. R. C. de :
 1 + 6 torons de 1 + 6 fils de 118/100.
 Acier clair extraction 180/200 kg.
 Lang préformé.

Câble Bessonneau.

Origine : Etablissements Bessonneau, 21, rue
 Louis-Gain, Angers (M.-et-L.).

Diamètre 25,6 mm.
 6 torons de 1 + 6 + 6 + 12 fils (6 × 25).
 Ame métallique I. W. R. C. de 1 + 6 torons de
 1 + 6 fils.
 Lang préformé.
 Acier clair 180/200 kg.

Câble Broderick.

Diamètre 1".
 6 torons de 1 + 5 + 5 + 10 fils (6 × 21).
 Ame métallique I. W. R. C. (câblée en câblage
 croisé).
 Câblage Lang.
 Acier 180 kg.

Le tableau 6 résume les résultats obtenus (la densité des bois est de 0,8 à 0,9). On constate que les essais 1-2 et 3 ont été faits avec des longueurs de 33 m (1) alors que les autres essais portent sur 50 m ; les essais 1 et 2 correspondent à un terrain relativement facile, mais avec une forte proportion d'arbres de grande dimension. L'essai 3 a été fait dans des conditions un peu plus difficiles : distance

(1) Ces câbles français étaient vendus en tourets de 100 m ; 33 m correspondent à 1/3 de touret et 50 m à 1/2 touret.

plus longue, terrain marécageux par endroit, nécessitant le halage au treuil. L'essai 4 portant sur un demi-touret de Broderick a été fait en terrain difficile avec passages marécageux fréquents, c'est-à-dire des conditions dures. L'essai 6 a été effectué dans des conditions très faciles : les arbres se trouvaient à proximité immédiate de la route et ont de ce fait nécessité peu de travail. Ceci explique le cubage exceptionnel sorti avec cette longueur. Les essais 7 et 8 sont groupés : les conditions de travail ont été relativement faciles : bon terrain et distance de débardage faible. Les essais 9 et 10 portent sur un câble 6 × 25. Le but était là de comparer les câbles 6 × 25 et 6 × 19. La distance de débardage était alors un peu plus élevée, de l'ordre de 500 m. Le terrain ne présentait pas d'accidents notables ; simplement quelques passages à sol spongieux qui nécessitaient l'utilisation du treuil.

Dans l'ensemble les conditions de travail étaient assez sévères, le chauffeur de tracteur demandant beaucoup à son matériel. Le tableau 7 donne une idée approximative de la répartition en volume des grumes débardées pendant les essais. Les chiffres n'y ont qu'une valeur estimative.

TABLEAU 7

Numéro de l'essai	Grumes de plus de 15 m ³		
	% en nombre	% en volume	
1	50	70	Sur l'ensemble plus de 10% des grumes dépassent 20 m ³ et 5 % 25 m ³ . Quelques grumes de plus de 30 m ³ .
2	50	70	
3	30	50	
4	25	40	
5	30	45	
6	40	55	
7	30	40	
8	30	40	
9	35	50	
10	40	60	

Essais de câbles à la S. C. A. F.

TABLEAU 6

Numéro de l'essai	Marque	Date de service	Nombre de jours de service	Nombre de voyages	Volume brut débardé	Volume marchand débardé m ³ approxim.	Longueur utilisée
1	Tréfileries et laminiers du Havre	14-20/12/1957	5	84	1.300	810	33 m
2	T. L. II.	20-29/12/1957	8	100	1.700	1.080	33 m
3	T. L. H.	30/12-9/1	7	73	900	575	33 m
4	Broderick	10/1 19/1	9	125	1.500	915	45 m
5	Bessonneau	21/1 30/1	9	103	1.300	840	50 m
6	Bessonneau	1/2 18/2	15	226	3.200	2.010	50 m
7	Bourg 6 × 25	19/2 18/3	12	150	1.900	1.185	50 m
8		pour deux longueurs (1)	12	150	1.900	1.185	50 m
9	Bourg 1 + 9 + 9	19/3 26/3	7	69	1.000	605	50 m
10	Bourg 1 + 9 + 9	27/3 23/4	13	133	1.900	1.185	50 m
				1.213	16.600	10.350	

(1) Les chiffres concernant les deux longueurs de câble de Bourg 6 × 25 ont été relevés ensemble ; les résultats ci-dessus sont donc une moyenne.

Dans l'ensemble, les charges débardées ont donc été importantes, en particulier lors des essais 1 et 2. N'oublions pas qu'il suffit d'une ou deux très grosses billes pour diminuer énormément la longévité d'un câble quand la limite élastique du métal se trouve dépassée. C'est probablement ce qui s'est produit pour l'essai n° 9 ; cette longueur de câble a assuré un rendement inférieur de moitié à celui de la suivante : on le doit sans doute au tirage d'une grume de près de 40 m³ dans une montée à 20 %.

L'ensemble des résultats varie en effet dans des proportions énormes, comme les conditions de travail dans lesquelles ils ont été relevés. Il a suffi aussi de quelques fausses manœuvres du chauffeur pour réduire certains rendements.

Si on veut comparer les trois longueurs T. L. H. avec les autres, on note que 100 m de câble ont débardé 2.468 m³, ce qui reviendrait à 1.230 m³ pour 50 m. Toutefois, le rendement d'un câble en longueurs de 33 m est un peu meilleur qu'en longueurs de 50 m.

Si l'on considère les résultats d'ensemble, l'équivalent de 9 longueurs de 50 m de câble (3 fils de 33 m équivalent en longueur deux de 50 m) a permis le débardage de 10.350 m³, soit 1.150 m³ par longueur. En 1956, avec du câble américain chaque longueur de 45 m a permis en moyenne le débardage de 1.200 m³ ; mais il faut y ajouter des travaux accessoires divers tels que déplacement de billes sur parc, dessouchage, etc..., de sorte que le rendement réel devrait s'exprimer par un chiffre légèrement supérieur à 1.200 m³.

Pour compléter notre information sur les câbles français nous avons noté au Gabon et en Côte d'Ivoire d'autres résultats obtenus avec des câbles des Tréfileries et Laminoirs du Havre.

A) GABON.

Plusieurs exploitants sont clients des T. L. H. depuis longtemps pour la totalité de leur consommation.

Voici les caractéristiques des câbles utilisés

— Diamètre 28,3 mm (ou 1"1/8).

— Câblage croisé. Âme métallique.

— Seale Lay 6 × 36 (1 + 7 + 7.7 + 14) fils extérieurs de 15, 5 à 16/10 mm.

Les résultats obtenus sur trois chantiers différents sont les suivants :

1° Débardage de 1.000 t (ou 1.600 m³) d'okoumé (volume marchand) par longueur de 45 m avec arche de débardage.

2° Par longueur de 35 m : 1.500 m³ d'okoumé ou 1.000 m³ de bois durs (volume marchand). En bois durs les charges débardées les plus fréquentes s'étagent de 8 à 15 tonnes.

3° Par longueur de 50 m : 2.000 m³ environ okoumé marchand, en terrain très accidentés sans arche.

Leurs utilisateurs sont satisfaits de ces câbles. Il faut bien remarquer que le débardage des grumes d'okoumé ne demande pas d'efforts importants : l'okoumé est léger (600 à 700 kg au m³) et rares sont les très gros arbres. Les fatigues imposées au matériel sont nettement inférieures à celles qu'on rencontre en Côte d'Ivoire avec les « bois rouges » ou le makoré : 15 t d'okoumé par voyage est une charge rarement dépassée.

B) RÉSULTATS DIVERS ENREGISTRÉS EN COTE D'IVOIRE.

1° Un essai de câble de 25 mm 6 × 19 (1 + 9 + 9) câblage croisé, âme métallique ; le résultat a été satisfaisant.

2° Un essai effectué par une exploitation tirant des billes assez lourdes (cf. tableau 4) a donné des résultats beaucoup moins satisfaisants. Il portait sur un câble 6 × 36 (1 + 7 + 7.7 + 14) de 25 mm. Lang, acier 180/200 kg, âme métallique. Nous avons noté les chiffres suivants :

— Longueur de 25 m ; 58 voyages du tracteur pour 500 m³ là où des câbles américains assuraient le débardage de 700 à 800 m³.

— 81 voyages du tracteur sur un autre chantier où des câbles Broderick en assuraient plus de 100.

Nous ne sommes malheureusement pas en mesure de fournir une explication aux différences qui se manifestent entre ces derniers résultats et les précédents.

Que conclure des essais entrepris à la S. C. A. F. et des chiffres glanés ailleurs ?

1° La plus grande résistance à l'abrasion du câble 6 × 19 ne lui a pas assuré une meilleure tenue. Son manque de flexibilité a probablement compensé la meilleure résistance à l'usure. Ceci est vrai quelle que soit l'origine des câbles (américains ou français).

2° Le bilan des résultats est en faveur des câbles français. Si leur durée d'utilisation n'atteint pas tout à fait celle des câbles américains, la différence étant d'ailleurs faible, en revanche, leur prix est sensiblement moins élevé. Au total donc, l'emploi des câbles français correspond dès maintenant à une économie et nous ne pouvons donc qu'en recommander l'usage. Leur qualité ne pourra que s'améliorer à la lumière des enseignements qu'apportera leur emploi de plus en plus fréquent.

CONCLUSION

D'après ces résultats divers, quel type de câble semble le plus intéressant ?

1° Il n'y a aucun doute possible sur l'intérêt :

— de l'âme métallique,

— des aciers à haute résistance, 170/190 kg/mm²,

— de la préformation des fils et des torons.

2° **Câblage Lang ou Croisé** : Nous avons déjà indiqué le câblage croisé comme préférable. Les essais de Côte d'Ivoire ont été en effet effectués avec des câbles Lang et nous ont permis de noter le processus d'usure suivant qu'il est bon de préciser ici : quand le câble commence à se fatiguer, la longueur qui passe et repasse sur le rouleau de l'arche et s'enroule sur le treuil voit son pas de câblage s'allonger démesurément. Au bout d'un certain temps, l'âme métallique, ne pouvant suivre, casse. Il s'ensuit alors une destruction rapide du câblage puis la rupture d'un toron qui amène la mise au rebut. Sauf en cas de charge excessive, l'usure du crochet se montre relativement moins grave.

Lors de ce détournage, nous n'avons pas observé d'usure importante par abrasion des fils extérieurs du câble ; ceci prouve que la recherche de très gros fils extérieurs n'est pas nécessaire. Ce détournage semble correspondre plutôt à une fatigue du métal qui, nous l'avons vu, travaille dans des conditions très dures, et à une destruction de la structure du câble lors des passages répétés sur les rouleaux et le treuil.

Les qualités de souplesse et de résistance à l'usure du câble Lang ne servent donc à rien, par contre sa moins bonne stabilité giratoire ne lui permet pas de s'opposer à la destruction de sa structure comme le ferait un câble croisé. On ne peut donc que recommander l'usage du câblage croisé en se référant d'ailleurs là aux conseils de bon nombre de constructeurs.

3° **Diamètre des câbles** : Puisque le métal travaille à des taux de fatigue trop élevés, dépassant la limite élastique, comme le laisse supposer l'allongement du pas de câblage, on

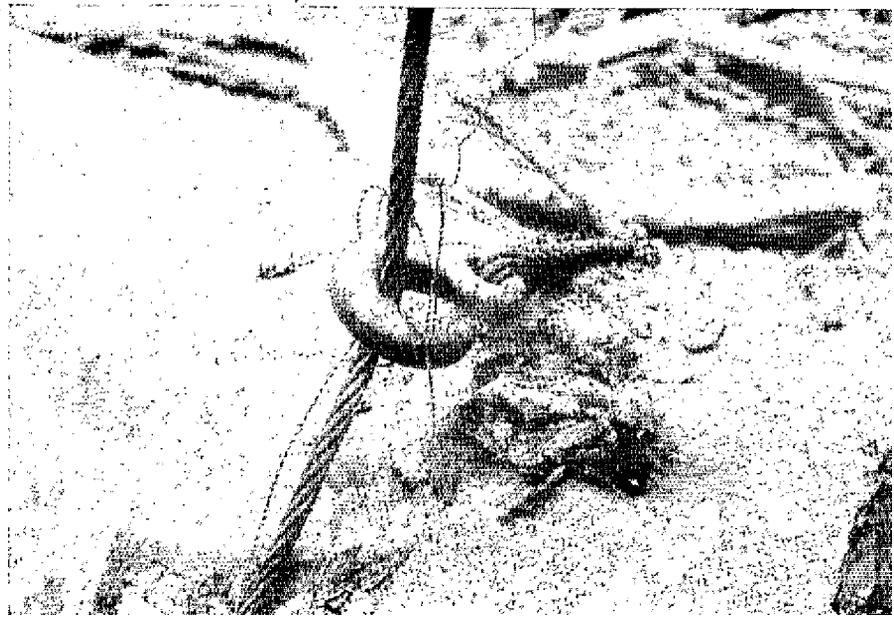
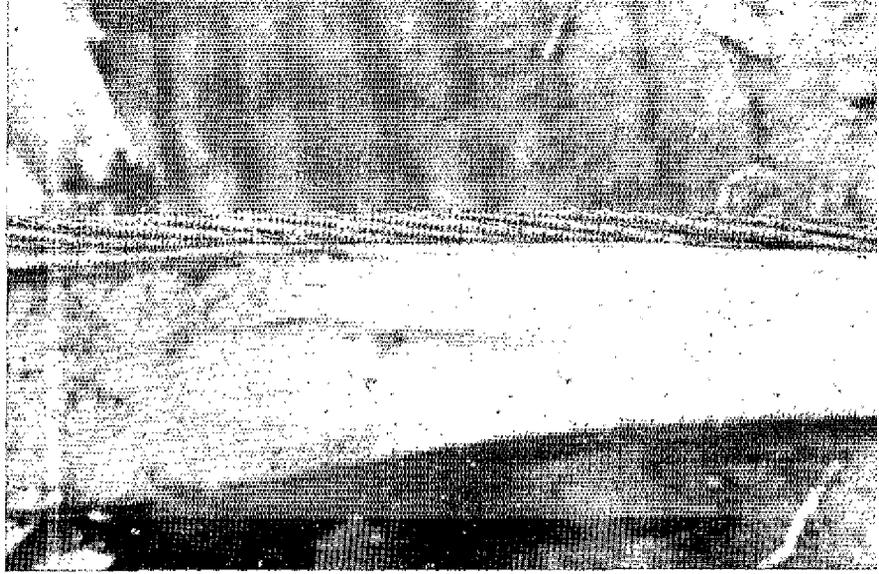
De haut en bas :

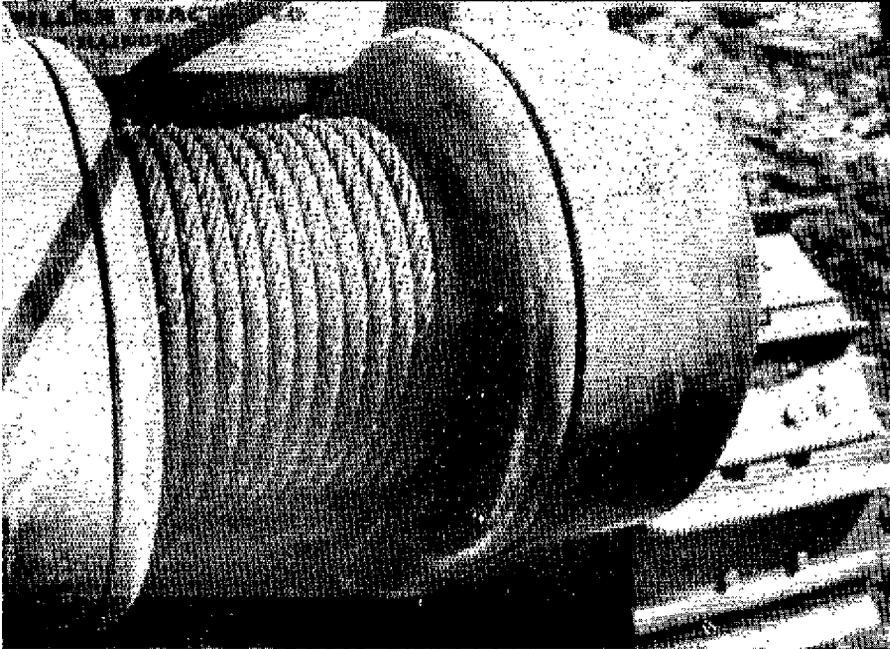
Câble Lang lay 6 × 25,25 mm. Début de la destruction du câble ; le pas de câblage s'est très allongé et les torons ne sont plus en place. On ne remarque pas d'usure importante par abrasion.

Câble Lang lay 6 × 25,25 mm. Câble hors de service. Le pas du câblage s'étant démesurément allongé, l'âme métallique trop tendue a cassé. La structure du câble est détruite.

Accrochage d'une grume à l'aide d'un câble muni d'un crochet ordinaire. Le crochet est lui-même maintenu par un simple nœud effectué sur le câble (câble Lang lay 25 mm — 6 × 25).

Photos Lepitre.





peut chercher à augmenter la section des câbles, c'est-à-dire, passer au 1¹/₈ (28 mm) là où était utilisé du 1" (25 mm). Le 1¹/₄ est à déconseiller en raison du diamètre du tambour du treuil de D.7. En fait le 1¹/₈ apparaît recommandable chaque fois que les grumes à débarquer sont lourdes ou simplement que le terrain est difficile. Le 1" est à réserver aux conditions de travail les plus faciles. Le 7/8" correspond à des tracteurs du type D.6.

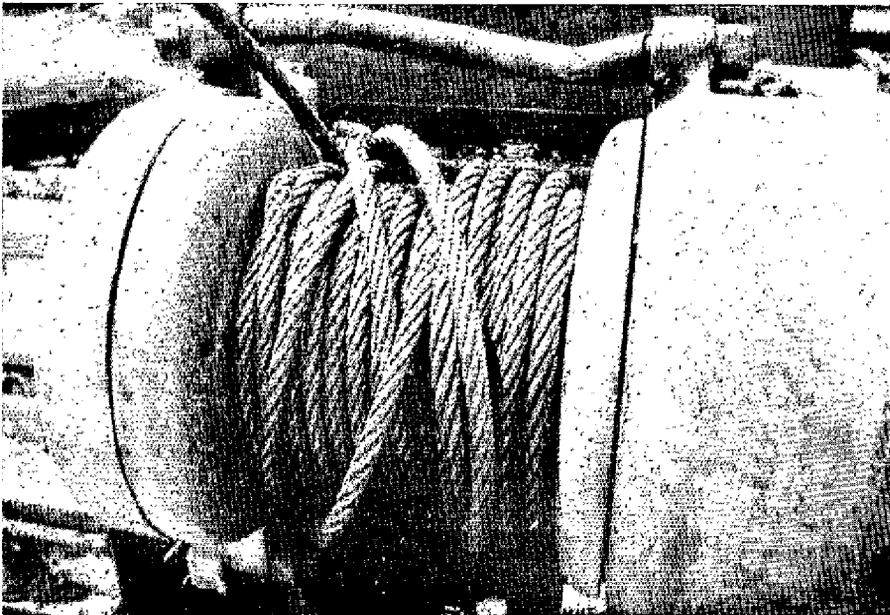
4° Longueur de câble à utiliser : Elle varie en pratique de 25 à 50 m ; 30 m paraît être une bonne moyenne puisque le câble ne s'abîme pas trop sur le tambour du treuil et sa longueur permet bon nombre de raccourcissements. En terrain difficile, si les arbres doivent être débusqués de loin, 50 m sont nécessaires.

5° Graissage des câbles de débarbage : Il ne pose en général pas de problème. La durée du câble est si courte que la graisse incorporée par le fabricant suffit à assurer la lubrification.

6° Constitution des câbles : Nous parlons d'une augmentation de diamètre de 1" à 1¹/₈. Elle ne doit pas se faire aux dépens de la flexibilité des câbles puisqu'on risque de perdre lors des efforts de flexion ce qu'on a gagné pour résister aux efforts de traction. Nous avons vu que les efforts de flexion sont en pratique sous la dépendance du diamètre des fils du câble. Pour les dimensions qui nous occupent des fils extérieurs de 16/10 mm semblent être un bon compromis entre les exigences contradictoires alors que des fils de 20/10 mm semblent trop gros. On peut donc avancer que :

En 1" (25, 4 mm) : le 6 × 19 (1 + 9 + 9) ; fils de 20/10 ne paraît pas intéressant,

le 6 × 25 (1 + 6.6 + 12) ; fils de 16/10) très utilisé constitue une bonne moyenne à recommander,

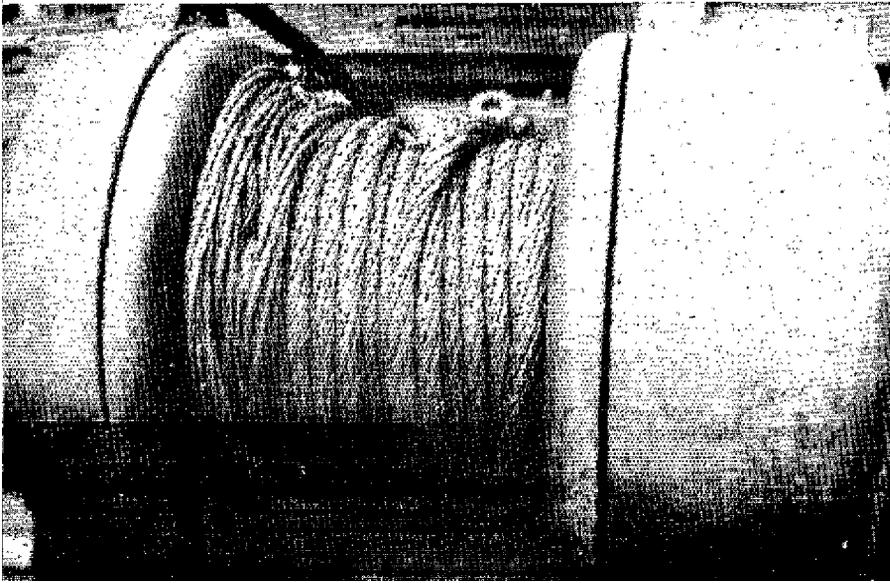


De haut en bas :

Un bon enroulement sur un treuil Hyster D7 D.

Treuil Hyster D7 N. Etat fréquent de l'enroulement du câble avant le halage d'une grume.

Treuil Hyster D7 D. Etat de l'enroulement après halage : Spires en désordre resserrées. A gauche, le câble est très usagé.



Photos Lepitre.

le 6×21 (1 + 5.5 + 10 ; fils de 18/10), ou le 6×26 (1 + 5 + 5.5 + 10) plus souple, ne réserveraient pas de surprises.

En 1¹/₈ (28 mm) : Le 6×25 (fils de 18/10) est sans doute intéressant mais il faudrait le comparer au 6×36 (1 + 7 + 7.7 + 14 ; fils de 16/10) et au 6×31 (1 + 6 + 6.6 + 12) qui sont plus souples.

Nous ne sommes donc pas en mesure de préciser le type de constitution recommandable dans chaque cas. Il est possible que ce ne soit pas toujours la même. Des essais comparatifs seraient encore à faire pour tenter de dégager des différences entre les constitutions énumérées ci-dessus. Nous serions heureux de connaître les avis que des utilisateurs pourraient nous donner à ce sujet.

Si nous rapprochons les emplois forestiers de l'utilisation des câbles sur les pelles mécaniques, emplois assez voisins, nous constaterons que le 6×25 y est recommandé par les fabricants jusqu'à 25 mm et le 6×36 au-dessus.

N'oublions pas néanmoins la tendance américaine à conseiller une formule à fils extérieurs robustes mais à constitution intérieure du toron très souple.

Le 6×25 peut, à notre avis, être considéré comme une formule « passe-partout », d'un emploi fort général. Elle pourra donner satisfaction à tous ceux qui ne veulent pas rechercher une solution plus perfectionnée et plus compliquée. C'est une formule de base qui ne pourra pas donner de surprises.

ANNEXE 1

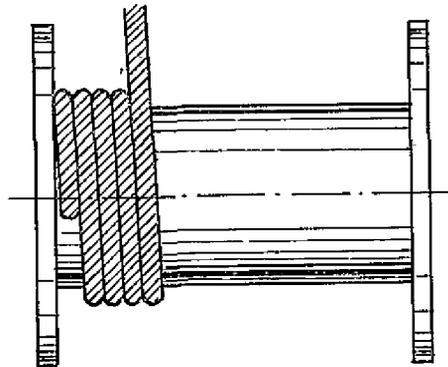
Nous n'avons pas parlé dans cet exposé du sens d'enroulement des câbles sur les tambours des treuils. Le sens d'enroulement se définit de la façon suivante : se trouvant sur le siège du tracteur, on se tourne vers le treuil ; l'enroulement peut commencer sur la droite ou la gauche du tambour. Le câble peut aussi s'enrouler par le dessus ou le dessous du treuil.

Pour un câble, câblé à droite, cas le plus fréquent, les constructeurs recommandent d'enrouler soit au-dessus du tambour de gauche à droite, soit au-dessous de droite à gauche. Cette précaution a pour but d'obtenir un enroulement à spires jointives sur le tambour grâce aux réactions naturelles du câble : les spires de la seconde couche n'ont pas alors tendance à se coincer entre celles de la première et à provoquer des arrachements de fils et des déformations.

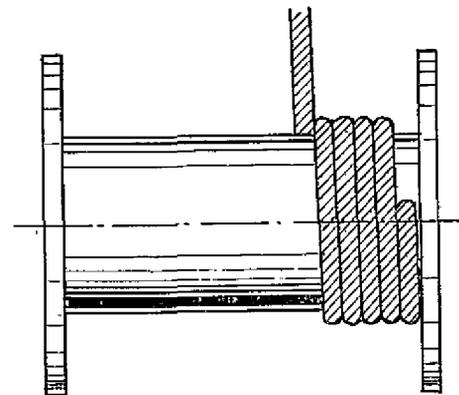
Sur les treuils de tracteurs, le dispositif d'amarrage de l'extrémité du câble sur le tambour est placé à droite ; il permet la fixation dans les deux sens d'enroulement ; l'enroulement le plus fréquemment utilisé a lieu par le dessus, c'est-à-dire en

mauvaise position (de droite à gauche et en-dessus). Cette pratique est presque constante en Afrique comme en Amérique et les constructeurs de treuils ne semblent pas y attacher d'importance. Il est vrai que l'enroulement du câble se heurte à de nombreuses autres causes de perturbations. Un essai mériterait cependant d'être fait avec un enroulement correct, c'est-à-dire par en dessous (puisque l'attache est placée à droite) afin de vérifier si la tenue du câble en bénéficierait. Mais, cet avantage éventuel risquerait peut-être d'être compensé par certains inconvénients comme, lors du débardage sans arche, un abaissement exagéré de l'effort de traction, abaissement facilitant le labourage du sol par les grumes.

Enroulement correct d'un câble sur tambour tisse.
Cas du câblage à droite.



Au-dessus du tambour de gauche à droite



Au-dessous du tambour de droite à gauche

ANNEXE 2

Le choix d'un type de câble reste encore sous la dépendance des prix d'achat (1). Un câble de composition excellente peut revenir au m³ plus cher qu'un câble inférieur en qualité, mais bien meilleur marché.

(1) Ces prix sont extrêmement variables. Nous donnons ci-dessous les frais au m³ pour un prix d'achat de 500 fr par mètre.

Longueur utilisée	Valeur de cette longueur	Dépense par mètre cube marchand		
		500 m ³ débardés	1.000 m ³ débardés	1.500 m ³ débardés
25 mètres ..	12.500 fr	25 fr	12,5 fr	8,35 fr
33 mètres ..	16.500 fr	33 fr	16,5 fr	11 fr
50 mètres ..	25.300 fr	50 fr	25 fr.	16,66 fr

Pour terminer, rappelons que le meilleur câble ne vaudra rien s'il est malmené et inversement un câble médiocre apparaîtra excellent s'il est mené soigneusement. Nous avons noté ainsi un cas où une conduite du tracteur particulièrement soignée a permis de prolonger fortement le service d'un filin : le chantier débardait de l'aboudikro, de l'acajou et du tiama de dimensions normales sur un terrain assez facile. Le câble, en acier à 160 kg, à âme textile, était du type torons ordinaires, à fils non parallèles 1 + 6 + 12 + 18 (6 × 37). Cette constitution n'est pourtant pas celle qui convient à un travail forestier. Une longueur de 33 m de câble a pourtant assuré le débardage de 1.500 m³ de bois marchand.

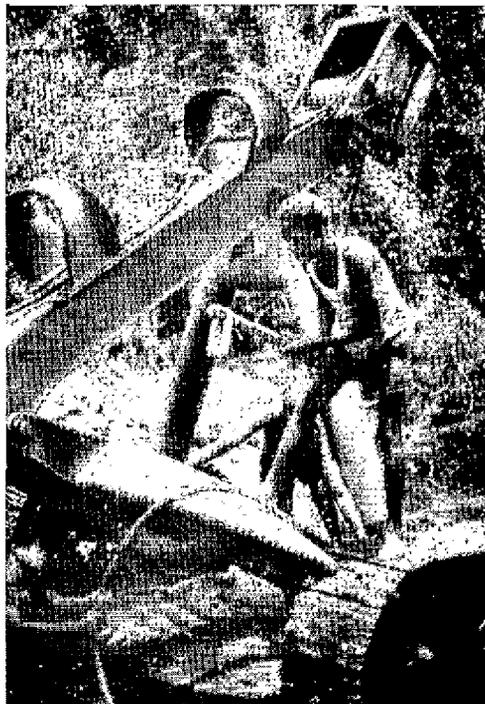


Photo Lepitre.

Le coupe câble de brousse.

