

CHRONIQUE

Les câbles métalliques ronds

par M. DURNERIN

(Revue de l'Industrie Minière : 15 septembre 1921,
1^{er} octobre 1921).

M. Durnerin a publié sous ce titre une étude importante, dont certaines parties s'appliquent d'ailleurs à tous les câbles. Nous croyons utile d'en donner un résumé aux lecteurs des *Annales des Mines*.

Dans le calcul d'un câble, on ne tient compte généralement que de l'effort statique, auquel on ajoute la surtension due à la flexion sur la molette, sur les poulies ou tambours moteurs. On néglige ainsi les efforts dus à la torsion, aux compressions latérales, aux actions dynamiques.

C'est la raison qui a fait introduire les coefficients de sécurité élevés 8 et 10, qui sont souvent adoptés, et que l'expérience justifie. Cette dernière fournit presque toutes les données dans la fabrication des câbles, et c'est à elle qu'on a recours avant tout, pour la surveillance de ces engins.

Malgré l'adoption des coefficients indiqués ci-dessus, on constate assez souvent des ruptures prématurées qui témoignent de fatigues anormales des câbles. Celles-ci ne sont pas des fatigues dues à l'usage, mais bien au service.

On trouve fréquemment des fils brisés sans striction, ce qui dénote qu'ils ont été rompus non par traction, mais par fragilité. Cette dernière peut être attribuée à l'écroissage qui résulte : soit des pressions latérales subies par les fils, soit de la répartition anormale des efforts dans le câble, conséquence des déformations qui sont examinées ci-après. Dans les deux cas, le métal peut être soumis à des efforts dépassant la limite élastique, de sorte qu'il s'écroute et devient plus fragile.

Les câbles périssent ainsi plus « par des dépassements de la limite « élastique du métal que par l'usure de frottement. »

L'objet de l'étude de M. Durnerin est la recherche des causes destructrices dues au câble lui-même, et spécialement les effets de la torsion dans les câbles ronds.

Il part de faits observés dans différentes mines allemandes :

Après un service assez prolongé, quelques torons font progressivement saillie, et forment des épaissements, des ventres en différents points du câble. [Des constatations analogues ont été faites en Belgique, et, dans un cas dont nous avons eu connaissance, le câble n'était en service que depuis très peu de temps.]

En permettant une détorsion suffisante, mais non libre, les torons rentrent dans le câble et les saillies disparaissent. Aux puits Anna et Gustav des mines de la Sarre, des boucles se sont formées à un moment où on donnait du mou au câble.

De ces constatations, il résulte que les déformations observées sont dues à des torsions; on peut d'ailleurs reproduire expérimentalement les boucles dont il est question ci-dessus, en tordant un cordonnnet auquel on donne ensuite un peu de mou.

Les torsions ou détorsions des cages guidées sont dues :

1° Aux variations des efforts statiques et dynamiques qui modifient l'obliquité des torons et des fils.

2° Au passage du câble sur les poulies et molettes; en effet, l'effort varie d'une extrémité à l'autre de l'arc embrassé, tandis que par adhérence dans la gorge les fils du câble ne peuvent se déplacer librement; quand ils sont libérés, ils occasionnent donc des torsions ou des détorsions.

3° Au laminage du câble sur les poulies et molettes, fait qui entraîne notamment un refoulement de la matière, vers le brin montant, d'où des surtorsions.

Les torsions dues aux efforts brusques ou répétés se propagent sous forme d'ondes, qui se localisent sur une certaine longueur du câble, par suite de leur amortissement, et de leur réflexion sur les obstacles, tels que les molettes et la patte.

Lorsqu'une partie détordue arrive sur une poulie, la flexion accentue la déformation; le manque d'élasticité du câble ne lui permettant pas de reprendre rapidement sa forme primitive, les déformations subsistent et produisent une répartition très inégale des efforts, dans les fils.

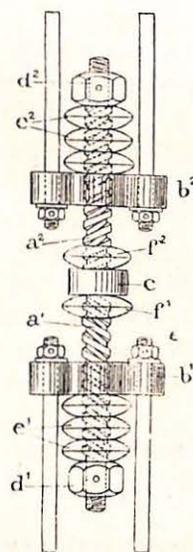
Pour atténuer les effets des torsions et des détorsions, il importe d'en éviter la localisation et de diminuer la brusquerie des efforts.

L'utilisation des moteurs électriques, la suppression des taquets aux recettes constituent des progrès dans ce sens. On a essayé en

Allemagne, d'interposer un pivot fou entre le câble et la cage. Mais cet attelage ne s'est pas répandu, parce que la détorsion progressive qui se produit, réduit la flexibilité du câble, favorise la pénétration de l'humidité et détruit la répartition des charges.

D'autre part, on a pensé à modifier la composition des câbles. [Nous connaissons un cas en Belgique où cette solution a été satisfaisante.]

Partant des constatations et des considérations rappelées ci-dessus et envisageant aussi l'amortissement des efforts dynamiques, M. Durnerin a imaginé un attelage, conçu de façon à permettre la détorsion automatique sous charge, à répartir les torsions sur une plus grande longueur de câble, et à atténuer dans celui-ci les efforts dynamiques. Cet attelage « antitorsion », breveté, est décrit comme suit, par l'inventeur :



« La cage, non représentée sur la figure, est suspendue au câble — non dessiné non plus — par l'intermédiaire d'une tige verticale portant deux filetages a^1 et a^2 carrés et de sens opposés; sur chacun de ces filetages court un écrou b^1 ou b^2 solidaire de la cage (b^1) ou du câble (b^2). Des arrêts sont constitués, au milieu de la tige, par un épaulement c et, à chacune des extrémités, par un écrou d^1 ou d^2 claveté, à filet triangulaire de sens contraire à celui du filetage carré voisin afin d'éviter tout dévissage du butoir par entraînement; le filet triangulaire, moins chargé que le filet carré, a un diamètre plus faible qui permet la mise en place de l'écrou b^1 ou b^2 .

« Des ressorts e^1 , e^2 , f^1 , f^2 — des rondelles Belleville par exemple — amortissent les chocs éventuels aux fonds de course. Les ressorts e^1 et e^2 ont en outre pour effet de maintenir à mi-vis chacun des écrous b^1 , b^2 respectivement vers le haut ou vers le bas à partir de la position de repos paraissent devoir suffire.

« A la correction de frottement près, le pas des filetages a^1 , a^2 sera celui du câblage, de manière à diriger l'effort suivant l'allongement des torons, donc à éviter à ceux-ci dans la mesure possible, toute flexion anormale, toute torsion pouvant troubler

» la répartition des charges entre les fils, tout écrasement entre ces
 » torons, à maintenir stable le pas initial du câblage, et à créer à
 » la patte, en ce qui concerne la torsion, des conditions analogues à
 » celles des parties courantes du câble.

« Un mouvement de torsion du câble, dans l'un ou l'autre sens,
 » produit alors un déplacement relatif de chacun des deux écrous
 » b^1 ou b^2 sur sa vis, le rappel étant donné dans un cas par la pesan-
 » teur, c'est-à-dire par le poids de la cage, dans l'autre, par les
 » ressorts. Ceux-ci sont prévus avec une raideur telle qu'ils ne
 » jouent qu'en cas d'insuffisance des vis par suite, soit d'un défaut
 » d'entretien, soit d'une brusquerie ou d'une amplitude excessive de
 » l'effort.

» La disposition offre en outre l'avantage que les deux mouve-
 » ments des vis et des écrous peuvent intervenir simultanément,
 » lors d'un coup de fouet, pour donner de *l'élasticité longitudinale*
 » à la patte et tenir lieu de ressorts de suspension ; la force vive du
 » coup de fouet est alors absorbée sous forme d'énergie potentielle,
 » soit par le soulèvement de la cage, soit éventuellement par les
 » ressorts et même par le travail élastique du câble à la torsion. »

L'auteur ajoute à son étude sous forme d'annexes des considéra-
 tions d'un très grand intérêt.

Les raisons qui justifient, à un moment donné, le remplacement
 des câbles résultent du nombre de fils rompus, de résultats défec-
 tueux d'essais à la patte, du temps de séjour dans le puits, du ton-
 nage extrait, des corrosions ; malheureusement, il n'y a pas de
 relation entre ces caractères et la résistance du câble aux fatigues
 en service. [Nous voudrions que l'auteur écrivit « aucune relation
 bien déterminée ».]

L'auteur montre qu'on ne tient pas assez compte des efforts dyna-
 miques et il analyse, comme nous l'avons déjà fait ici, la nature de
 ces efforts.

Il signale l'intérêt des déterminations dynamométriques analogues
 à celles que nous avons indiquées dans un numéro antérieur des
Annales des Mines.

M. Durnerin en arrive ainsi à des conclusions partiellement for-
 mulées en 1905 par M. le professeur Denoël ; il préconise :

- 1° Une épreuve de fragilité sur des fils isolés ;
- 2° Un essai de rupture dynamique sur section entière
 ou un essai statique avec enregistrement des allongements.

Il ajoute que les conditions des épreuves dynamiques seraient fixées
 d'après les données des relevés dynamométriques.

L'auteur établit ensuite que l'usinage du câble est sans effet
 néfaste pratique sur la résistance des fils.

Il conseille l'utilisation d'un garnissage relativement plastique des
 gorges des molettes et des pattes, et il cite, comme exemple, l'emploi
 de blochets en bronze ; un tel dispositif éviterait l'écroutissage des
 fils par écrasement.

Enfin, après avoir fait ressortir qu'il importe avant tout d'éviter
 les efforts supérieurs à la limite élastique, il montre l'avantage de
 l'emploi d'aciers à haute résistance, mais non fragiles. Ces qualités,
 autrefois contradictoires se rencontrent actuellement dans certains
 aciers spéciaux, notamment dans les aciers au nickel et au nickel-
 chrome, caractérisés par de grandes résistances et des résiliences
 élevées.

Ce dernier point, dont nous n'avons pas à signaler l'importance
 pourrait faire, à lui seul, l'objet d'une étude approfondie.

E. DESSALLE.