

NOTES DIVERSES

COMMENT DOIVENT ÊTRE CONSTRUITES

LES

COMMANDES DE TRAINAGES

PAR CABLES ET PAR CHAINES

au point de vue de la durabilité de ces organes ?

CONFÉRENCE

*faite à Sarrebrück, le 9 février 1908, devant l'Assemblée générale
de Eisenhütte Sud-west (1)*

PAR ERNST HECKEL

Industriel à Sarrebrück

Dans tous les appareils de levage et d'extraction, l'organe tracteur (câble ou chaîne) joue un rôle important, qui est souvent méconnu ou du moins trop peu apprécié. De là vient, que très souvent les engins sont construits de telle façon que l'organe tracteur ne saurait y avoir une longue existence. Les aide-mémoires d'ingénieurs donnent comme repère au constructeur le rapport des diamètres des câbles et des poulies. Le diamètre de la poulie doit être un certain multiple de l'épaisseur du câble ou du fil. Le rapport de la poulie au câble n'a aucune valeur, car la flexibilité du câble ne dépend pas seulement de son diamètre, mais encore de sa construction, de l'épaisseur du fil et des qualités du métal dont il est fabriqué. Un câble de 30 m/m d'épaisseur peut aussi bien être fabriqué de fils de 2 m/m de diamètre que de 0,5 m/m . On peut y employer un fil d'acier doux, ou un fil d'acier fondu trempé. Il est évident que la raideur de ce câble doit être très différente dans un cas ou dans l'autre. Le meilleur repère quant au diamètre de la poulie, c'est son rapport

(1) Traduit d'après le *Stahl und Eisen*, n° 24, 1908.

au diamètre du fil. Mais il est indispensable de tenir également compte de la résistance du fil à la rupture par millimètre carré. La résistance des matériaux prescrit pour le diamètre minimum des poulies quatre cents fois l'épaisseur du fil. Malheureusement, cette proportion, qui doit être regardée comme conduisant à un minimum-limite, souvent, n'est pas respectée. Quoi d'étonnant alors si les plaintes provoquées par la courte durée des câbles ne finissent pas, et si par exemple, les chefs de service anxieux de la vie des ouvriers occupés sous les grues roulantes reprochent incessamment aux câbles une trop faible sécurité. Quand toutes les cordes cassent, on revient à ce que l'on avait depuis longtemps délaissé, à la chaîne qui donnera, espère-t-on, une sécurité plus grande. On renonce aux grands avantages du câble et on se soumet aux défauts de la chaîne, parce qu'elle est plus facile à loger dans de petits espaces, qu'elle peut être pliée suivant de plus petits rayons.

Je me suis donné pour tâche de rechercher en quoi consistent principalement les défauts de construction qui ont les conséquences indiquées ci-dessus, et je me permettrai dans ce qui va suivre, de vous exposer les résultats de mes recherches. Puis, je vous présenterai quelques faits, rentrant dans ce cadre, empruntés à la pratique. Je dispose pour cela de matériaux abondants, qui, à l'appel du Comité de l'Association, ont été mis à ma disposition par des praticiens : ce dont je les remercie vivement ici.

Autrefois fabricant de câbles, aujourd'hui constructeur de machines, je suis bien en situation de tenir compte des nécessités des uns et des autres, et de respecter les limites du possible même pour le constructeur. Le problème le plus difficile pour le constructeur doit se poser dans la construction des grues. Ici il faut absolument compter avec de petits espaces. L'emploi de grandes poulies est impossible. Dès lors, il faut admettre que les câbles n'y auront pas la même durée que dans d'autres appareils de levage. On devrait cependant construire en tous cas, de telle façon que le fabricant de câbles ne doive pas *a priori* prédire au câble une courte vie. A mon avis, dans la construction des halls où doit travailler un pont roulant, on fait trop peu attention à ce que la construction de la grue doit être pour que l'organe tracteur puisse y fonctionner rationnellement. Les tableaux d'après lesquels le constructeur de grues détermine les plus petites dimensions admissibles devraient être changés pour amener l'usage de plus grandes poulies. Dans les nouvelles installations, ce serait facile, il suffirait de projeter au début le hall un peu plus haut. Mais

le constructeur doit souvent se plier aux circonstances existantes. Il ne peut étendre son travail vers le haut à cause des fermes du toit, et il n'est pas moins fixé vers le bas, par la hauteur de levée prescrite. Que reste-t-il à faire ? On se règle sur l'espace libre et l'on crée des rapports vraiment dangereux pour le service. On obtient des diamètres de poulies en opposition criante avec tous les résultats de l'expérience. Des pressions naissent, entre le câble et les poulies, si grandes qu'il est impossible que le meilleur câble fait du meilleur métal résiste. Je suis convaincu que plus d'un constructeur de grues laisse à regret partir son projet, obligé qu'il est de dire d'avance que des réclamations se produiront peu après la mise en marche, au sujet de la durée du câble. Mais que faire ? S'il décline la commande, ne verra-t-il pas son concurrent l'accueillir et peut-être même garantir la durabilité du câble ? Il serait donc utile, à ceux-là qui commandent, de prescrire que dès la construction on pense suffisamment à la durabilité du câble.

Pendant librement, soumis seulement à la traction, le câble ne peut être dépassé par aucun autre organe. Lorsqu'il passe sur une poulie, à l'effort de traction s'ajoutent une tension de flexion et une tension de pression. A la flexion s'oppose la raideur du câble qui dépend exclusivement de sa construction. La construction des câbles varie à l'infini et il y a autant de valeurs pour la raideur. Il n'est pas possible de donner pour la déterminer des règles exactes. Chaque câble a sa propre raideur. Dès que le diamètre de la poulie dépasse une certaine grandeur, on ne peut plus parler d'une influence nuisible de la raideur. Par exemple, on emploie fréquemment dans l'exploitation des mines, des tambours beaucoup plus grands que ne l'exige la raideur des câbles. On y cherche à donner à ces tambours une longueur minima, soit à cause de l'espace disponible, soit en vue de construire la machine de la façon la plus rationnelle, soit (ce qui importe le plus à la durabilité du câble) pour obtenir du tambour vers le puits un angle de déviation minimum.

On peut bien dire qu'il existe aujourd'hui, dans la construction des machines, une tendance à employer, en même temps que de petites poulies, des câbles de faible raideur. Nous examinerons les influences nuisibles qu'ont, même sur des câbles très flexibles, les poulies de trop petit diamètre. Nous supposons que, comme c'est l'usage général, le constructeur de la grue a demandé au fabricant de lui proposer un câble qui, sous une charge donnée, puisse passer sur une poulie de diamètre déterminé, avec une sécurité prescrite.

Le plus souvent, il s'agit de câbles « de la construction dite : commettage en grelin (Kabelschlag construction) » composés de nombreux fils très fins, et d'âmes de chanvre. Vu la grande flexibilité de ces câbles, la raideur peut être négligée. On peut admettre que dans les câbles ainsi construits, la résistance du fil isolé n'est pas influencée par l'enroulement du câble sur un petit rayon, ce rayon étant toujours très grand par rapport à celui du fil. L'effet nuisible est plutôt imputable aux énormes pressions que subissent les torons pressés contre les poulies, et aux vitesses inégales avec lesquelles les torons se déplacent l'un par rapport à l'autre, dans la propre structure du câble.

La figure 1 montre un câble de cette espèce, de 40 millimètres de diamètre, composé de fils, en acier fondu, de 0,7 millimètre de

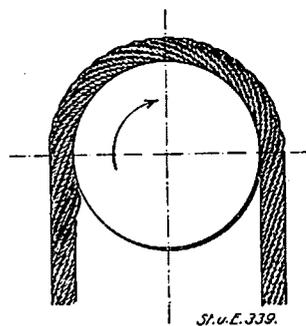


FIG. 1.

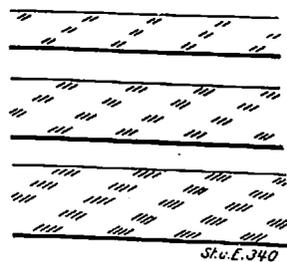


FIG. 2.

diamètre et de 120 kilogrammes de résistance à la rupture par millimètre carré, enroulé autour d'une poulie de 300 millimètres de diamètre et chargé de 4,000 kilogrammes. Si l'on regardait le câble comme une barre de fer ronde, la pression serait de 180 kilogrammes par centimètre carré. Mais, la construction du câble en fait une pièce très anguleuse, et une faible partie seulement de sa surface vient en contact avec la poulie. J'ai déterminé que cette partie n'est qu'environ le dixième de la surface d'une barre élastique de même diamètre. Dans notre hypothèse, la pression contre les fils minces et durs serait donc de 1 800 kilogrammes par centimètre carré. Si l'on réfléchit, que partout ailleurs dans la construction des machines une pression de 100 kilogrammes ne peut être tolérée que dans des cas exceptionnels, on doit avouer qu'une pression de 1.800 kilo-

grammes, en présence des mouvements inévitables des fils contre la jante de la poulie, mouvements provoqués par l'enroulement du câble, qu'une telle pression est absolument inadmissible. Elle doit amener rapidement la destruction du câble.

La figure 2 montre le développement d'un câble semblable. Le contact du câble et de la poulie ne se produit, pour ainsi dire, qu'en des points ou suivant des traits. Cependant, suivant la grandeur du câble et sa flexibilité, il subira une altération de forme par laquelle un plus grand nombre de fils prendront part au contact. Si l'on considère combien est petite la section d'un fil de 0,7 millimètre et à quelles exigences elle doit répondre, on reconnaîtra que la sécurité d'un tel câble ne peut être que très faible. De plus, tandis que le câble court sur la petite poulie, toutes ses parties se déplacent l'une par rapport à l'autre. Vu la diversité des rayons d'enroulement des fibres intérieures et extérieures, un état d'équilibre doit s'établir et il n'est possible que par le mouvement. Un frottement résulte de ce mouvement et de l'énorme pression existant à la surface de la poulie, qui doit détruire le fil si fin. Il s'y ajoute encore un refoulement. Par celui-ci, la haute pression provoque la sortie de torons du câble avant l'entrée de celui-ci dans la poulie (voir figure 1). Lorsque peu après le câble court autour de la poulie, ces torons se trouvent pressés entre eux deux, ce qui naturellement doit amener une forte avarie du câble. Sont particulièrement nuisibles, les dispositions dans lesquelles le câble est conduit non seulement autour de petites poulies, mais encore tantôt dans une direction, tantôt dans une autre, c'est-à-dire en S. Dans la construction des grues, ceci se présente principalement pour des poulies libres. Le plus souvent, dans les ponts roulants modernes si compliqués le câble passe du pont, des installations de chargement au tambour, sur toutes sortes de poulies-guides. Ces poulies ont aussi, en règle générale, un trop petit diamètre. Il est très recommandable de donner, si possible, à toutes les poulies, le même diamètre, afin que le rayon d'enroulement soit toujours le même.

L'aspect de la cassure des fils est caractéristique de la cause des ruptures. La cassure est-elle normale, on peut l'attribuer au refoulement ou à des modifications de la structure. Les bouts sont-ils pointus, la rupture s'est produite par suite d'un effort de traction dépassant la limite d'élasticité. Plus dur est le fil, plus dangereux est l'effet du refoulement. Une usure des fils se produit naturellement aussi lorsqu'on fait usage de poulies d'un diamètre correspon-

dant à la construction du câble, mais les cassures des fils ont alors un autre caractère. Les fils sont aplatis par l'usure mécanique de la matière. Comme l'acier fondu devient très facilement cristallin, avec le temps, il arrive que ces fils se brisent lorsqu'ils sont usés jusqu'à la moitié de leur section. Que l'on remarque bien que le mal est d'autant plus grand que le fil est plus dur. J'estime qu'une bonne durabilité est atteinte lorsque l'usure du câble est telle que, autant que possible sur toute la surface, le câble présente un aplatissement uniforme des fils. Un tel câble ne se brisera pas inopinément si on le surveille soigneusement. Après l'aplatissement, par la fatigue de l'enroulement combinée au refoulement, les fils se briseront *peu à peu*.

Passons maintenant à la construction des tambours. On les emploie lisses ou, plus généralement, pourvus de cannelures. La figure 3,

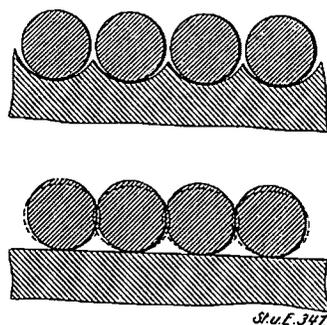


FIG. 3.

dans sa partie supérieure, représente schématiquement un tambour à cannelures. L'avantage de celles-ci réside dans le fait que les différentes spirales de câble ne peuvent se toucher. Il faut veiller à ce que les cannelures soient assez espacées pour que le câble déformé par sa charge ne frotte nulle part. Mais dans certaines circonstances la disposition des cannelures peut être cause de la ruine du câble : je reviendrai plus loin sur ce point en donnant des exemples tirés de la pratique. La partie inférieure de la figure 3 représente un tambour lisse. Cette construction est à rejeter, car naturellement les différents enroulements du câble frottent l'un contre l'autre.

L'emploi des câbles métalliques comme *câbles de transmissions* devient aujourd'hui si rare, que nous n'avons pas besoin d'examiner leur durabilité. Notons seulement, qu'ici encore des plaintes se pro-

duisent au sujet de la durée des câbles, aussitôt que l'on emploie de petites poulies de déviation ou de tension.

Le champ d'application le plus important pour les câbles, c'est l'exploitation des mines. Sans câble, jusqu'à présent du moins, l'exploitation commerciale n'est pas possible. C'est ici le plus ancien domaine des câbles métalliques. Rien d'étonnant donc, la place ne faisant généralement pas défaut, que le constructeur ait pu répondre aux efforts du fabricant de câbles, et ait employé de grandes poulies. Il l'a fait d'autant plus volontiers, que la construction de la machine en devenait plus compacte et surtout, que l'angle de déviation sur les poulies placées au-dessus du puits en devenait plus petit. De vraies fautes de construction ne sont plus guère commises aujourd'hui dans la disposition des machines d'extraction par puits, en ce qui concerne l'emploi des câbles métalliques. Aussi réalise-t-on, en général, lorsque la construction des câbles et les qualités de leur métal satisfont aux exigences locales, une durabilité des câbles, c'est-à-dire une usure, que l'on peut appeler normale. Il est vrai que la plupart des câbles ne peuvent être utilisés ici comme ils le seraient dans les autres domaines, en considération de ce que l'enjeu est trop gros. Il faut ajouter que dans les câbles d'extraction, par des chocs en partie inévitables, le métal, particulièrement lorsqu'il est dur, subit des changements de structure qui ne provoquent aucune avarie extérieure et cependant contraignent le chef de service prévoyant à remplacer le câble. Ceci pour les extractions à tambour.

Dans les extractions du Système Koepe (ainsi appelé du nom du Directeur des mines Koepe, de Bochum), il est doublement indiqué de donner aux poulies un très grand diamètre, à cause de la très grande pression. Comme une cage est suspendue à chaque bout du câble, les tensions d'un câble Koepe, ne fût-ce qu'à cause des chocs que le câble subit au soulèvement des cages, sont beaucoup plus grandes que celles d'un câble de tambour. Puis vient la fatigue supplémentaire provoquée par le glissement plus ou moins inévitable du câble sur la poulie et par le travail du câble sur lui-même, par suite des variations de la tension. Il est naturel ici de chercher que le poids mort ne descende pas en dessous d'un poids minimum, afin que la pression minima au pourtour de la poulie ait une valeur suffisante pour réduire le glissement à un minimum. Cependant, le grand poids mort engendre une fatigue improductive du câble, au repos comme au mouvement. Dans le cas où l'on ne voudrait pas se résigner à cet inconvénient, on pourrait disposer une

poulie en avant, pour agrandir l'arc embrassé. Cette poulie a, en même temps, l'avantage que, grâce à elle, des bouts du câble peuvent être abattus pour permettre l'examen. Mais cette disposition a aussi un inconvénient, celui d'augmenter la fatigue du câble par enroulement. Mentionnons encore une fois ici, que la grandeur du frottement ne dépend pas du diamètre de la poulie, mais en premier lieu de l'arc embrassé.

L'emploi des câbles métalliques au *roulage mécanique* a gagné en importance dans les dernières années, par le fait que les engins modernes permettent de parcourir des courbes. A cet avantage sont naturellement liés des inconvénients, notamment celui que par la déviation des câbles dans les courbes, l'usure du câble est plus rapide. Dans la construction des transports par câble, il faut faire en sorte qu'en guidant le câble au moyen de poulies de courbes, on crée la plus faible pression superficielle possible, et d'autre part qu'on obtienne, en vue des taquets-entraîneurs à employer, les angles de déviation les plus petits possibles. C'est ainsi que se détermine le diamètre des poulies ou rouleaux de courbes le plus avantageux, et non simplement en disant que ce diamètre doit être un multiple du câble ou du fil. Ce n'est qu'aux endroits où la fatigue du câble est la plus faible, que dans certaines circonstances le diamètre du câble peut servir seul à déterminer la grandeur de la poulie.

Dans tous les transports par câble, la construction de la *commande* est de la plus grande importance pour la durabilité du câble. J'ai exposé, il y a quelques années déjà, dans un autre travail (1) comment la commande doit être construite pour donner longue vie au câble et je crois pouvoir me dispenser d'y revenir. Je tiens seulement à insister encore une fois tout particulièrement, sur le grand rôle de la pression superficielle dans l'emploi des câbles métalliques. Il est absolument nécessaire, quel que soit l'usage du câble, dès qu'il passe sur des poulies, que l'on prenne la pression superficielle en considération dans la détermination du diamètre de la poulie. Tout comme on s'efforce aujourd'hui de donner aux tourillons, aux paliers etc., de grandes surfaces, pour éviter autant que possible qu'ils chauffent, il est rationnel, il convient de donner aux câbles les plus grandes surfaces possibles de contact avec les poulies afin que soient

(1) E. HECKEL: *Comment doit être construite la commande d'un transport mécanique par câble pour ménager celui-ci?* 2^{me} édit., St-Jean-Sarrebrück, 1905.

réduites au minimum la pression du câble sur la poulie et celle des fils et des torons l'un sur l'autre.

Et maintenant je passerai à la discussion des matériaux qui m'ont été obligamment communiqués, en y choisissant les faits les plus typiques.

La figure 4 nous montre la disposition du treuil de la grue roulante d'une aciérie. A la corde métallique *L* est suspendu le poids *l* dont le poids mort est équilibré par le contre-poids *g* suspendu à un câble spécial *G*. Il est arrivé que le câble *G* s'est brisé inopinément

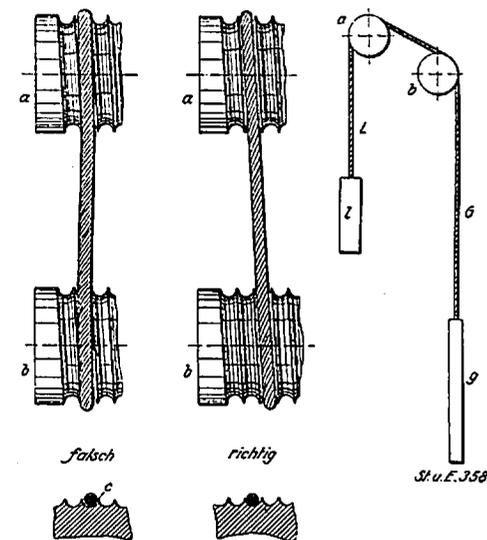


FIG. 4.

ment après 14 jours de service, et il faut regarder comme un bonheur particulier que les gens occupés sous le pont n'ont pas été tués. Le tambour *a* est actionné par le moteur électrique, tandis que le tambour *b* ne devait servir qu'à conduire le câble du contre-poids. Le câble *L* avait une durée relativement satisfaisante, tandis que le câble *G* ne pouvait tenir. J'ai reproduit ce câble spécialement dans la figure 4; la partie gauche de cette figure montre comment le câble était conduit, et la partie centrale comment il aurait dû l'être. On voit au premier coup d'œil que le tambour *b* était mal monté. Il aurait dû être déplacé vers la droite, de façon que les can-

nelures du tambour de commande restent exactement parallèles aux cannelures du tambour-guide. Comme ce n'était pas le cas, le câble frottait — comme c'est indiqué sur la coupe — au point *c* de la cannelure. Il en résultait une avarie en forme de bande sur toute la longueur du câble venant en contact avec le tambour. (Fig. 5.)

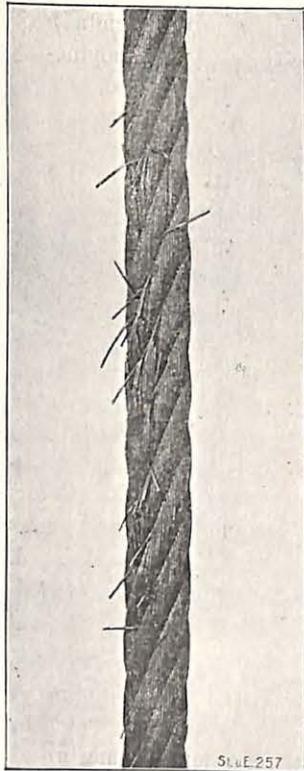


FIG. 5.

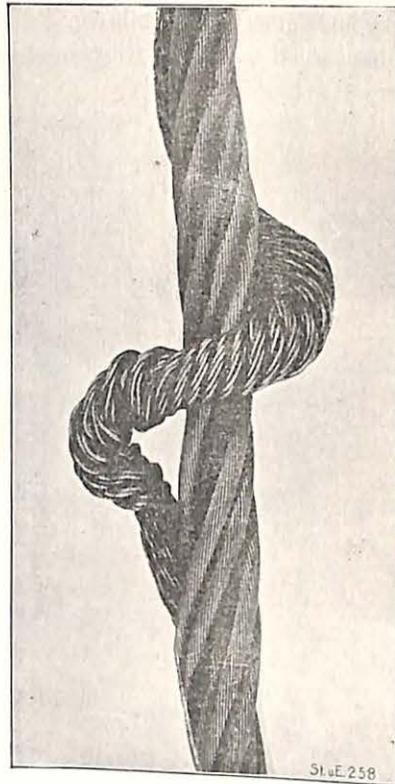


FIG. 6.

Dans un autre cas, on employait un câble de fils relativement gros, dans lequel l'âme en chanvre habituelle avait été remplacée par une âme en fils. Ceci, parce que le câble travaillait dans une salle chaude. La figure 6 montre que l'âme du fil est sortie, en une place, entre les torons. La raison en est, que par suite de l'emploi de tambours et de poulies de trop petits diamètres ainsi que de la raideur du câble,

les torons se sont séparés les uns des autres lors de l'enroulement du câble, et le passage ouvert, lorsque la charge a diminué, l'âme est sortie. Le câble ne fut que très peu de temps en service, on peut le déduire de ce que sa surface ne présente à l'observation aucune usure mécanique. Auparavant, on employait au même endroit des câbles à âme de chanvre qui duraient beaucoup plus longtemps, et après les mauvais résultats donnés par l'âme métallique, on se propose de la remplacer par une âme d'asbeste.

La figure 7 montre schématiquement la disposition d'un monte-coke. Le tambour inférieur avait une rainure tournée. En haut, le câble passait sur deux poulies placées l'une devant l'autre. Le tronçon de câble passant sur ces poulies présentait une usure en forme de bande, sur toute sa longueur, sauf quoi le câble était

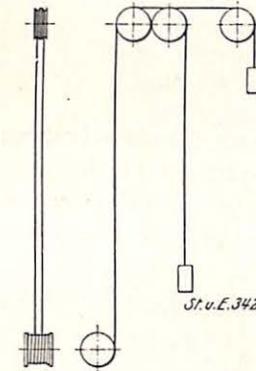


FIG. 7.

parfaitement en ordre. Conduit par les spirales de côté et d'autre, le câble a frotté au bord de la poulie supérieure, de là vient l'avarie en ruban. De plus, les poulies supérieures, de 1 mètre de diamètre, étaient trop petites; sous la charge assez grande de 6.000 kilogrammes, l'arc embrassé étant petit, la pression superficielle était très grande. Dans un cas semblable, il serait à recommander d'employer une grande poulie au lieu de deux petites. La pression superficielle serait notablement diminuée, supposé les cannelures assez larges et le montage fait rationnellement, de façon à éviter que le câble frotte contre les bords des poulies.

La figure 8 montre la disposition d'un monte-charge dans lequel le câble ne voulait pas tenir non plus. La disposition *A* comportant une poulie d'équilibre à laquelle on avait donné un petit diamètre prétendument faite de place, a été remplacée plus tard par la dispo-

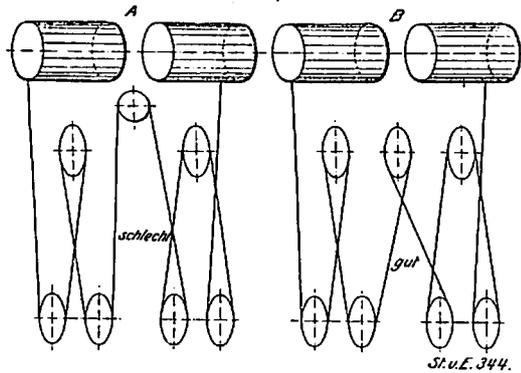


FIG. 8.

sition *B* où cette poulie a un diamètre beaucoup plus grand, le même que les autres poulies. Depuis ce changement, le câble dure beaucoup plus longtemps. Dans le même cas, on avait en outre obtenu de mauvais résultats parce que la résistance des fils à la rupture était trop grande.

La figure 9 reproduit une autre disposition de câbles dans laquelle

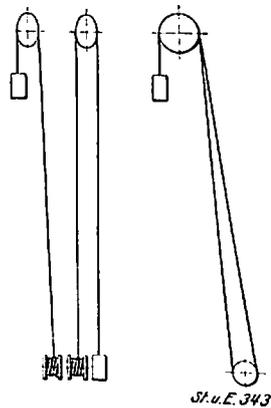


FIG. 9.

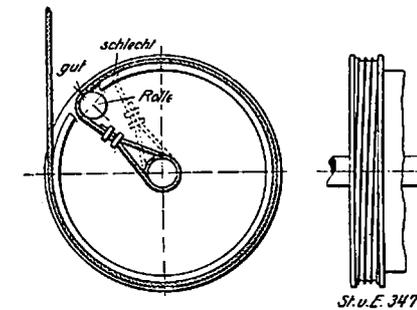


FIG. 10.

une durée suffisante ne put être atteinte, parce qu'en suite de la déviation brusque, le câble frottait contre le bord du tambour et s'était encore une fois usé en ruban. On constata aussi, dans ce cas, ce que montre la figure 10, que le câble avait été attaché maladroitement au tambour. Le croc du câble était trop brusque et le câble se brisa subitement à cette place. Pour éliminer cet inconvénient, on a, comme la figure le montre, construit une poulie à l'intérieur, et depuis aucune plainte ne s'est plus fait entendre quand à la durabilité du câble.

La figure 11 montre l'application d'un câble à une grue hydraulique. Ici, sur toutes les longueurs de câble et tout autour de leur axe, se présentent une infinité de cassures obtuses du fil. Cet aspect caractérise l'emploi de trop petites poulies sous de trop grandes charges; le câble est bien guidé et ne frotte contre aucune arête.

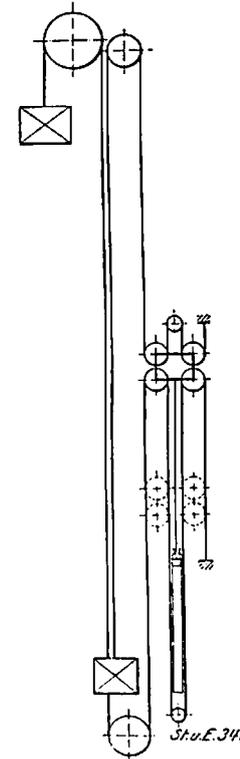


FIG. 11.

La figure 12 représente la disposition d'un charriot, dans lequel le câble passe sur une poulie-guide avant d'arriver à la poulie libre. La plus grande usure du câble se montrait juste à la place où il était dévié sur la poulie-guide. Une preuve encore que cette poulie était trop petite. Dans ce cas, il eut été au moins recommandable de donner à cette poulie un diamètre sensiblement égal à celui des grandes poulies mouflées.

A cette occasion, je tiens à remarquer que de la part des constructeurs de grues le fabricant de câble est toujours davantage poussé vers l'emploi de fils d'une très grande résistance à la rupture, dépassant même 200 kilogrammes par millimètre carré. Quiconque a quelque

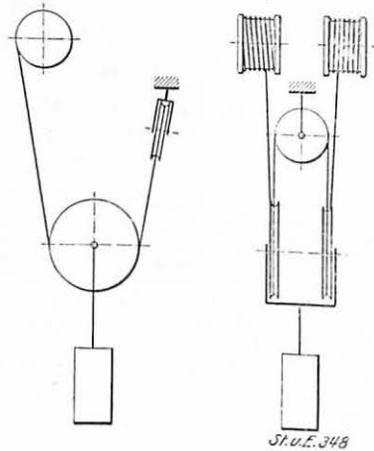


FIG. 12.

expérience des câbles d'acier fondu, doit reconnaître que cette tendance est erronée. Le fil est trop dur. Plus dur est le fil, moins il est flexible, plus vite il devient cristallin, moins il supporte refoulements et chocs, moins de confiance il mérite. Je regarde donc comme une faute, comme contraire aux intérêts du consommateur, de proposer de tels câbles, surtout dans les installations de grues, à moins cependant que l'on puisse employer de très grandes poulies. Il est possible que l'emploi de câbles de cette nature permette au constructeur de grues d'offrir un engin relativement moins coûteux, car le câble est plus mince et toutes les dimensions du charriot plus petites. Mais le chef de service plus tard n'y trouvera pas son compte, car

avec des câbles irrationnels jamais il n'aura la sécurité dans son travail.

La figure 13 montre la disposition de poulies-guides qui causèrent la ruine d'un câble tracteur d'un chemin de fer aérien. La cause des ruptures de fils était ici la forme en S donnée au câble, les poulies-

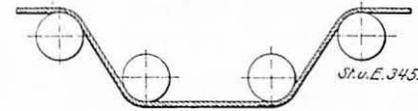


FIG. 13.

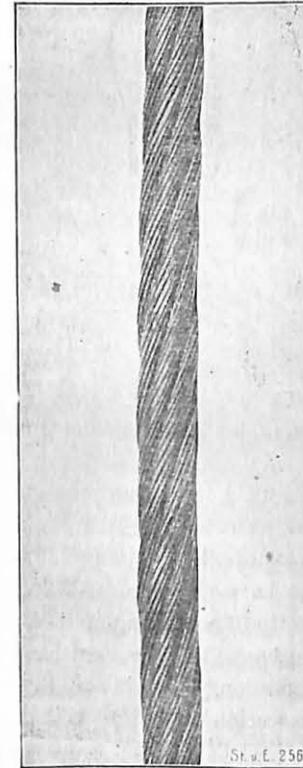


FIG. 14.

guides étant à faibles distances et de petit diamètre. Circonstance aggravante, le câble avait été fait d'un fil relativement gros.

Comme dernier fait emprunté à la pratique, je me permets de vous présenter un câble qui a été en service sept ans dans un roulage mécanique (fig. 14). Il a fourni en tout 21 millions tonnes-kilomètres. L'usure du câble est normale. On voit, au premier coup d'œil, en comparant le vieux câble au nouveau, que l'usure des fils non rompus est régulière et normale. Le câble fut enlevé non parce qu'il ne pourrait rester davantage en service, mais parce qu'il devait être remplacé par un autre beaucoup plus fort, en rapport avec le travail du roulage, qui avait été doublé.

Pour finir, je voudrais attirer encore votre attention sur la construction des chaînes de roulage. Après avoir pendant des années examiné des morceaux de chaîne usées, je suis convaincu qu'il serait rationnel de construire les chaînes

de roulage autrement que ce n'est à présent d'usage général. Il en va de la chaîne comme du câble, c'est sur les morceaux usagés qu'on peut reconnaître les défauts éventuels de la construction.

La figure 15 représente une chaîne à l'état neuf, et la figure 16 une chaîne à l'état usagé. Au premier coup d'œil, on voit que dans la chaîne neuve les membres ne se touchent, pour ainsi dire, qu'en un point. Il arrive que ces chaînes supportent des charges énormes, de plusieurs tonnes. Que l'on se représente alors quelle valeur colossale atteint la pression superficielle entre les deux membres en contact par une si petite surface ! On a observé, que déjà après un seul jour de service, ces chaînes s'allongent d'une quantité appréciable. J'ai trouvé que cet allongement provient, au début, de ce que les battitures sautent aux points de contact. Après que la chaîne eut été en service quelques jours, les membres commençaient à se

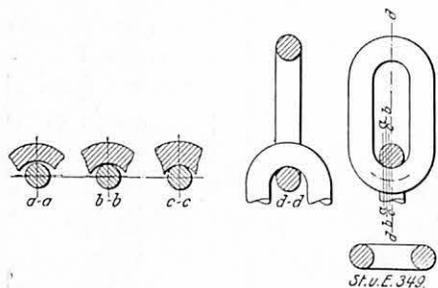


FIG. 15.

pénétrer aux points de contact. Etant données les pressions superficielles incroyables qui s'y produisent, cela n'a rien d'étonnant. A mesure que les anneaux se travaillent l'un l'autre, on observe un allongement de la chaîne qui dans certains cas est très désagréable au service. D'autre part, plus ils se travaillent, plus grande devient la surface de contact, moindre devient la pression superficielle et moins nombreuses sont les plaintes au sujet de l'allongement. A la fin les membres prennent l'aspect de l'échantillon représenté par la figure 16. On reconnaît que le fer rond dont la chaîne a été fabriquée a pris, aux points de contact, une section ovale. On voit immédiatement que dès lors existent des surfaces de contact relativement grandes. Les chaînes usagées indiquent donc le moyen à prendre pour obtenir dès l'origine une pression superficielle moindre et ainsi un

allongement plus faible. L'examen théorique donne cette conclusion, qu'il serait recommandable de construire les chaînes de barres

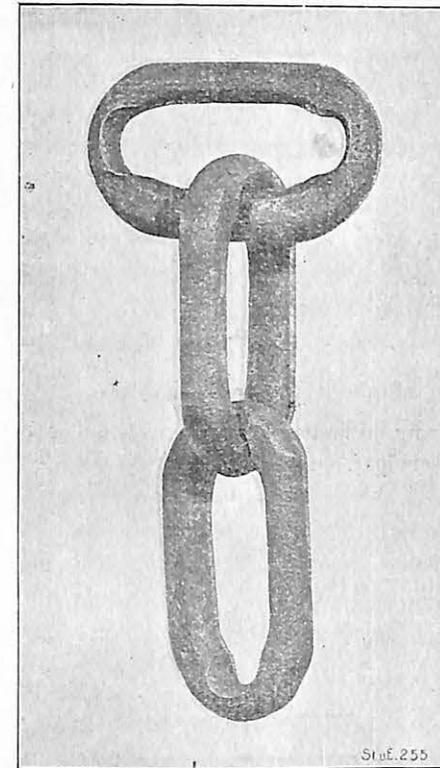


FIG. 16.

elliptiques (figure 17), ce qui conduit à la forme que montre la chaîne usagée aux points de contact. Une chaîne de l'espèce est en service, à titre d'essai, à l'Inspection Royale des mines II Luisenthal.

Il est évident, que dans une chaîne, de la construction usitée, soumise à de très importantes altérations dans sa section transversale, des ruptures soudaines sont à craindre, que le fabricant de chaînes voudrait épargner aux consommateurs, tout comme le fabricant de câbles le désire pour ses clients. Car, à mon avis, l'opinion, que l'on rencontre souvent, d'après laquelle il conviendrait aux fabricants de câbles ou de chaînes que leurs produits fussent pomp-

tement hors d'usage, afin que de nombreuses commandes leur arrivent, cette opinion n'est pas juste. La première préoccupation du fabricant doit être de donner à ses produits la durée la plus

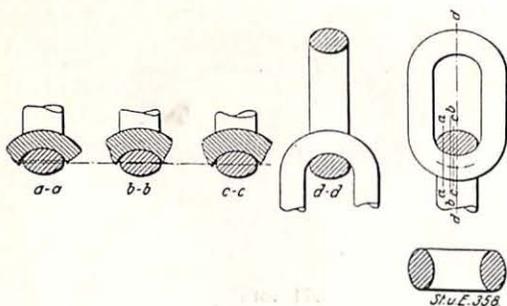


FIG. 17.

grande possible, afin de mettre les industriels à l'abri des perturbations dans leurs services.

