

Le contrôle des câbles d'extraction en Belgique en relation avec les activités de l'A.I.B.

par J. VERWILST,

Ingénieur Civil des Mines,
Directeur du Service « Contrôles Techniques »
de l'Association des Industriels de Belgique.

SAMENVATTING

Dit artikel stelt zich tot doel de verschillende middelen te behandelen, die in België worden aangewend voor de controle van de ophaalkabels en die samen een methode vormen.

Vooreerst wordt herinnerd aan de voornaamste voorschriften van de reglementen en instructies betreffende de Mijnpolitie, die de basis vormen van de reglementering zowel op het gebied van het toezicht als op dat van de proeven.

Vervolgens wordt de nadruk gelegd op het belang van het navorsingswerk dat aan iedere vooruitgang ten grondslag ligt. Aangetoond wordt op welke wijze de studies, die met de steun van Inichar werden verricht, hebben bijgedragen tot de ontwikkeling van nieuwe controleapparaten en tot een juiste interpretatie van de door deze apparaten verstrekte inlichtingen.

Hierna volgt een beschrijving van de verschillende middelen waarover de laboratoria van de Vereniging der Belgische Industriëlen beschikken om de onderzoeken, door haar inspecteurs ter plaatse verricht, door fysische proeven te vervolledigen. Er wordt uitgeweid over de manier waarop de inspectie gebeurt en hoe er wordt rekening gehouden met de verschillende gegevens van elk probleem zoals de aard van het materiaal in kwestie, de werkingskarakteristieken van de installaties, het systematisch onderzoek van de verschillende wijzen waarop de ontaarding voortschrijdt, de proeven in het laboratorium en het gebruik van meetinstrumenten, zoals de teledcelerometer en het apparaat voor magnetische inductie A.C.M.I.

Al deze toestellen worden besproken.

Tot slot wordt het belang van de documentatie onderstreept.

RESUME

L'objet de cet article est d'exposer les différents moyens mis en œuvre en vue d'opérer en Belgique le contrôle des câbles d'extraction, moyens qui constituent une méthode.

Les principaux articles des « Règlements et Instructions sur la Police des Mines » qui sont à la base de la réglementation tant en matière d'inspection qu'en ce qui concerne les essais, sont tout d'abord rappelés.

L'attention sur la recherche, base de tout nouveau progrès, est alors soulignée. On montre le rôle que cette dernière, avec l'appui de l'Inichar, a joué dans la mise au point de nouveaux appareils de contrôle et dans l'interprétation des résultats qu'ils fournissent.

L'article décrit ensuite les différents moyens dont disposent les laboratoires de l'A.I.B. pour étayer par des mesures physiques les examens des inspecteurs à la mine. Il décrit la façon dont les inspections s'opèrent en s'éclairant sur les différentes données du problème telles que les matériaux en présence, les caractéristiques de fonctionnement des installations, l'examen systématique des différents processus de dégradation, les essais en laboratoires et le recours à des appareils de mesure, tels que le télédecéléromètre et l'appareil de contrôle magnéto-inductif A.C.M.I.

On commente ces appareils.

Enfin, on souligne l'importance du facteur documentation.

INHALTSANGABE

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Ueberblick über die verschiedenen, ein methodisches Ganzes bildenden Mittel für die Durchführung der Prüfung von Förderseilen in Belgien zu geben. Zunächst werden dem Leser die wichtigsten Artikel der bergpolizeilichen Verordnungen ins Gedächtnis gerufen, die die Grundlage für die Ueberwachung wie die Prüfung von Förderseilen bilden. Sodann wird die Bedeutung der Forschung als der Grundlage eines jeden technischen Fortschritts hervorgehoben. Der Aufsatz zeigt, welche Rolle die technische Forschung mit Unterstützung durch Inichar bei der Entwicklung neuer Prüfgeräte und der Auswertung der von ihnen gelieferten Ergebnisse gespielt hat.

Sodann werden die verschiedenen Einrichtungen beschrieben, über die die Laboratorien der Association des Industriels de Belgique verfügen und die die Möglichkeit bieten, die Prüfungen durch die Inspektoren in der Grube durch physikalische Messungen zu untermauern. Es folgen Angaben über die Durchführung der Prüfungen mit näheren Erläuterungen über verschiedene dabei mitspielende Faktoren wie das Material, die Betriebsweise der Anlagen, die systematische Untersuchung der verschiedenen Zerstörungsvorgänge, Laboratoriumsversuche sowie der Einsatz besonderer Messgeräte wie beispielsweise des Beschleunigungsmessers mit Fernübertragung und des elektromagnetischen Seilprüfgerätes.

Diese Geräte werden in Einzelheiten besprochen.

Zum Schluss wird darauf hingewiesen, wie wichtig die Dokumentation auf diesem Gebiete ist.

SOMMAIRE

1. Introduction.
2. Réglementation officielle.
 21. Arrêté Royal du 10 décembre 1910.
 22. Circulaires du Directeur Général des Mines.
 23. Conditions de dérogation.
3. Recommandations particulières.
4. Etudes - Recherches - Réalisations.
5. Laboratoires d'essais.
 51. Banc d'épreuve Amsler de 800 t.
 52. Machine Amsler de 200 t.
 53. Vibrophore Amsler de 2 t.
 54. Culottage des câbles.
 55. Machines Mecfa.
 56. Essais.
6. Fonctionnement des câbles.
 61. Etat actuel.
 62. Installations.
 63. Câbles.
 64. Fils.
 65. Indices de travail.

SUMMARY

The purpose of this article is to set forth the different means used for the testing of hoisting ropes in Belgium; and they constitute a systematic method.

First, there is a reminder of the main articles of the « Rules and Instructions regarding Security in the Mines » which form the basis of the regulations governing inspection as well as tests.

Emphasis is then laid on research, which is the basis of all new progress. An account is given of the part which research, with the support of Inichar, has played in the perfecting of new testing devices and in the interpretation of the results they have provided.

The article then describes the various means available in the laboratories of the A.I.B. of supporting the tests carried out by the inspectors in the mine by physical measurements. It describes the way in which the inspections are carried out by throwing light on the different aspects of the problem such as the materials to be dealt with, the characteristics of the functioning of the installations, the systematic examination of the different processes of wear and tear, the laboratory tests and use of measuring apparatus, such as the teledcelerometre and the A.C.M.I. magneto-inductive testing apparatus.

These instruments are commented upon.

Finally, emphasis is laid upon the importance of documentation.

7. Sécurité - Le service de contrôle des câbles de mines de l'A.I.B.
 71. Méthodes de contrôle.
 72. Essais sur torons prélevés en service.
 73. Examens à l'appareil Acmi.
 74. Ouverture des câbles ronds en service.
 75. Examens métallographiques.
 76. Examen magnétique des fils.
 77. Ensemble des constatations.
8. Mesure des efforts et des dégradations des câbles : les appareils, etc.
 81. Tensographe A.I.B.
 82. Mesure des accélérations de la cage.
 83. Appareil de contrôle magnéto-inductif Acmi.
9. Divers.
10. Bibliographie.

Annexe 1 : Conditions générales pour dérogations.

Annexe 2 : Rapport de visite minutieuse des câbles ronds d'extraction.

Annexe 3 : Rapport de visite minutieuse des câbles plats d'extraction.

I. INTRODUCTION

Cette note expose la réglementation, ainsi que les règles et les dispositions qui sont à la base du contrôle des câbles d'extraction en Belgique. Elle montre que ce contrôle comprend un ensemble de méthodes qui s'appuient, à la fois, sur des méthodes techniques et sur l'expérience des préposés, à savoir : les essais mécaniques en laboratoire, les examens visuels à la mine, le recours à des appareils opérant la mesure des efforts en présence et des dégradations des câbles. Tous ces moyens, étroitement liés les uns aux autres, sont mis en œuvre pour fournir le maximum de renseignements au visiteur qui a la charge du contrôle des câbles afin que ses constatations personnelles soient complétées par des données positives résultant de mesures ou de résultats d'essais. Il peut ainsi émettre à tout moment un avis objectif et motivé sur l'état des câbles. Ces différents éléments du contrôle forment donc un tout.

2. REGLEMENTATION OFFICIELLE

21. Arrêté Royal du 10 décembre 1910 sur les voies d'accès, les puits et la circulation du personnel dans les puits.

La réglementation relative à la sécurité des câbles de mines est contenue dans l'Arrêté Royal du 10 décembre 1910, notamment aux articles suivants :

Art. 22. — Tout câble, avant sa mise en fonctionnement, devra subir un essai à la traction. Cet essai aura lieu à la diligence soit de l'exploitant, soit du fabricant.

Un procès-verbal détaillé en sera remis à l'Administration des Mines.

La tension du câble sous la charge maximum d'extraction ne dépassera point $1/6$ de la charge de rupture pour les câbles végétaux et $1/8$ pour les câbles métalliques.

Par charge maximum d'extraction, il faut entendre la plus forte charge prévue par la direction de la mine lors de la commande du câble.

Cette charge, qui sera notifiée à l'Administration des Mines, ne pourra être dépassée, quelle que soit la nature du contenu de la cage.

Art. 24. — Le rapport entre le diamètre minimum d'enroulement des câbles métalliques et le diamètre des fils ne pourra être inférieur à 750 pour les câbles plats, ou à 1.000 pour les câbles ronds des machines d'extraction.

Ce rapport ne pourra, en aucun cas, descendre en dessous de 500 pour les machines de secours ni pour les cabestans affectés à la translation du personnel ou au service des travaux des avaleresses et des réparations dans les puits.

Art. 40. — Indépendamment des visites prescrites à l'article 39 (visites journalières des câbles et attaches et hebdomadaires des engins de la translation), tout câble servant à la translation du personnel sera

visité au moins une fois par semaine par des agents choisis par l'exploitant et agréés au préalable par l'Administration des Mines.

Art. 42. — La patte du câble sera coupée après un certain temps de fonctionnement dépendant de l'activité de l'extraction, de l'état du puits, de l'âge du câble et des autres causes d'usure. Le coupage ainsi que la confection de l'attache se feront sous les yeux de l'agent chargé de la visite journalière.

Art. 43. — Si le visiteur agréé ou l'ingénieur des mines en reconnaît la nécessité, un essai sera fait sur la patte du câble qui sera coupée à la longueur jugée utile.

Le câble ne pourra, après chaque essai, continuer à servir à la translation du personnel que si le coefficient de sécurité pour la charge maximum d'extraction est encore de $4\frac{1}{2}$ ou de 6 suivant qu'il s'agit de câbles végétaux ou de câbles métalliques.

A défaut d'essais, les câbles en textiles ne pourront être utilisés plus de 2 ans, les câbles en métal plus de dix-huit mois, à la translation du personnel.

Art. 46. — Un registre spécial, tenu à chaque puits, contiendra les renseignements suivants :

a) Composition et nature du câble ; résultats des essais faits sur celui-ci avant la mise en fonctionnement ; indication de la charge qui ne peut être dépassée en service ;

b) Nom et domicile du fabricant ;

c) Date de la pose originaire ou du remplacement après un déplacement ; nature du service antérieurement effectué ;

d) Date et nature des réparations, coupages et déplacements ;

e) Date et résultats des essais effectués pendant la durée du service ;

f) Date et nature des accidents ;

g) Date et causes de l'enlèvement définitif ou du déplacement ;

h) Travail effectué (extraction en produits, pierres et eau) ;

i) Les résultats des visites faites tant par les agents désignés par la direction de la mine que par les visiteurs agréés.

22. Circulaires du Directeur Général des Mines.

Les spécifications contenues dans ces articles peuvent parfois donner lieu à des différences d'interprétation. D'autre part, les installations d'extraction doivent pouvoir s'adapter aux méthodes nouvelles, et il faut éviter que la réglementation ne constitue un obstacle à ces adaptations. C'est pourquoi l'Administration des Mines, à qui incombe la surveillance de l'observation du règlement dans les mines, peut, par la rédaction de « circulaires », interpréter et compléter les articles de la réglementation.

Cette méthode a donné d'excellents résultats, car un règlement établi par Arrêté Royal nécessite un autre Arrêté Royal pour être modifié, ce qui ne peut

se faire qu'après une procédure assez longue, tandis qu'il suffit d'un avis du « Comité permanent des Mines » pour motiver une « Circulaire Ministérielle » ou une « Circulaire du Directeur Général des Mines ».

Il est intéressant de citer les circulaires interprétatives les plus importantes car elles constituent de véritables additions à la réglementation officielle sur la sécurité des câbles d'extraction.

221. *Circulaire du Directeur Général des Mines du 9 août 1921 concernant les coefficients de sécurité et relative à l'article 22.*

Cette circulaire dit qu'il pourra être dérogé à l'article 22, en ce qui concerne les coefficients de sécurité, à des conditions qui seront déterminées dans chaque cas après enquête faite par l'Administration des Mines. Cet article stipule que les coefficients de sécurité seront de 8 minimum au placement et de 6 minimum à l'enlèvement pour les câbles métalliques.

En fait, un très grand nombre de câbles plats d'extraction fonctionnent avec dérogation à l'article 22. Nous croyons cependant que le coefficient 5 à l'enlèvement est la limite en dessous de laquelle il ne faut descendre en aucun cas.

Le coefficient de sécurité que présentent les câbles plats en service peut être déterminé avec une très grande approximation, dans les différentes sections du câble, par la méthode du prélèvement de torons en cours de service, méthode qui a fait l'objet d'une note parue dans les Annales des Mines de Belgique (1). Le contrôle de leur sécurité peut donc se faire de façon très convenable.

Nous sommes toutefois d'avis qu'il serait imprudent, pour les câbles ronds d'extraction, de descendre en dessous du coefficient de 5,5 à l'enlèvement, tout au moins pour les puits principaux et sauf mesure de tous les facteurs en présence.

Il y a lieu de noter qu'il est question ci-dessus des coefficients de sécurité statique, ne faisant pas intervenir les forces dues aux accélérations ni aux décélérations des masses en présence.

222. *Circulaire du 2 septembre 1955 concernant la charge de rupture d'un câble et relative à l'article 22.*

Elle précise comment déterminer la charge de rupture d'un câble :

1°) S'il s'agit d'un type de câble pour lequel l'organe visiteur a déjà pu établir le coefficient de perte au câblage, par des essais de traction ayant provoqué la rupture dans la partie médiane de l'éprouvette, la charge de rupture R sera donnée par la formule :

$$R = F (1 - P)$$

dans laquelle F est égale à la somme des charges de rupture des fils d'une section et P la perte au câblage que l'organe visiteur déclarera explicitement avoir adopté.

2°) S'il s'agit d'un nouveau type de câble, dont le coefficient de perte au câblage n'a pas encore été établi, il sera tenu compte de la charge de rupture obtenue par traction sur une éprouvette entière ; toutefois, cette charge ne pourra être admise que si elle est supérieure à 70 % de la charge F obtenue comme ci-dessus ; si, après de nouveaux essais, la charge de rupture reste inférieure à cette limite, le câble ne pourra être utilisé pour la translation du personnel.

223. *Circulaire du 28 juin 1911 relative à l'article 40.*

En ce qui concerne l'article 40 relatif aux visites bimensuelles des câbles d'extraction par des agents agréés, diverses questions ont été posées au sujet de l'application de cet article, l'un des plus importants du règlement. La circulaire est libellée comme suit.

Aux termes dudit article, les agents chargés de la visite bimensuelle des câbles doivent être « choisis par l'exploitant » et « agréés par l'Administration des Mines ».

Pour satisfaire à cette prescription, il y aura lieu de procéder comme suit.

Les exploitants indiqueront à l'Ingénieur en Chef-Directeur de l'arrondissement, les agents qu'ils ont cru devoir choisir et solliciteront leur agrégation.

Celui-ci portera ces propositions, avec son avis, à la connaissance de l'Inspecteur Général et enfin ce dernier, après examen, les transmettra au Directeur Général, de qui émanera l'agrégation.

Au vœu du règlement, ne pourront être agréées que des personnes compétentes n'appartenant ni au personnel de la mine ni à celui des fournisseurs du câble et présentant en outre toute garantie sous le rapport des connaissances spéciales et de l'impartialité.

Des associations ou des groupements constitués dans ce but spécial, disposant d'un outillage perfectionné ainsi que d'un personnel compétent et exercé, conviennent particulièrement bien. Telle est, jusqu'ici l'« Association des Industriels de Belgique pour l'étude et la propagation des engins et mesures propres à préserver les ouvriers des accidents du travail », laquelle a déjà été choisie comme visiteur de câbles par un grand nombre de charbonnages et peut dès à présent être regardée comme agréée.

On s'est demandé si des fabricants de câbles pourraient être agréés comme visiteurs. Il y a lieu de répondre affirmativement, si ces fabricants ou leurs délégués sont reconnus satisfaire aux conditions requises, ci-dessus mentionnées ; il importe toutefois que ces fabricants n'aient été intéressés ni directement ni indirectement dans la fourniture des câbles dont la visite leur est confiée.

Y. Verwilt : « Note sur la méthode du prélèvement des torons dans les câbles plats d'extraction ». A.M.B., 3^e livraison 1941, pp. 641/668.

224. *Circulaire Ministérielle du 15 mai 1913 relative aux essais des câbles (article 43).*

Il paraît avéré que les prescriptions de l'article 42 ne sont pas réalisables avec les câbles Koepe. Comme, d'autre part, ceux-ci travaillent dans des conditions telles que la fatigue à la patte n'est pas supérieure à celle qui existe en un point quelconque de leur longueur, il n'y a pas lieu d'exiger des recoupes périodiques à la patte de ces câbles.

Quant à l'article 43, 3^e alinéa, la dispense de ses prescriptions, en ce qui concerne la durée des câbles métalliques, pourra être accordée, une fois pour toutes, à la demande des exploitants, pour chacun des puits ou sièges outillés par système Koepe. Les arrêtés de dérogation pourront porter à 24 mois le terme à l'expiration duquel les câbles Koepe en métal devront, à défaut d'essai, être mis hors service.

225. *Circulaire du 8 avril 1941 - Essais sur fils et torons (article 43).*

En vue de recueillir des éléments d'appréciation sur la qualité du métal employé dans la fabrication des câbles métalliques d'extraction, une instruction en date du 14 mai 1917 a suggéré que tout essai de câbles sur éprouvette de section entière, pratiqué en vue de la mise en service de ce câble et prescrit par l'article 22 de l'Arrêté Royal du 10 décembre 1910 sur les voies d'accès, les puits et la circulation du personnel dans les puits, soit complété par des essais de traction, de flexion et de torsion effectués sur un certain nombre de fils prélevés dans ladite éprouvette.

Un des buts était de documenter les visiteurs de câbles, plus spécialement les visiteurs agréés, sur la régularité, la résistance, l'élasticité et la ductilité du métal employé et de les amener à exercer, sur certains câbles, une surveillance particulièrement vigilante.

L'expérience a fait reconnaître l'utilité de la mesure préconisée, surtout pour ce qui concerne les câbles métalliques plats.

D'autre part, la susdite suggestion a conduit à une pratique, nettement recommandable, suivant laquelle les essais de câbles sur section entière, effectués en cours de service — notamment en application de l'article 43 du susdit Arrêté Royal du 10 décembre 1910 — sont, eux aussi, accompagnés d'essais complémentaires de traction, de flexion et de torsion pratiqués sur fils et visant à permettre la comparaison des résultats de ces essais avec ceux obtenus lors de la pose du câble.

Par ailleurs, une autre pratique s'est développée qui consiste essentiellement à prélever, dans le corps même du câble, en des endroits judicieusement choisis, un bout de toron dont les fils sont examinés d'une manière approfondie aux points de vue des facteurs de détérioration : usure, corrosion, inden-

tation, etc..., et font l'objet des mêmes essais mécaniques de traction, flexion et torsion.

Cette pratique, bien appliquée, est également hautement recommandable.

Elle permet notamment à l'agent visiteur de contrôler l'exactitude des déductions qu'il a pu faire à la suite de ses constatations par les procédés habituels d'investigation visuelle du câble.

Dans maints cas, cette méthode de surveillance dite « par prélèvement de torons » a eu pour effet de déterminer avec une grande sûreté le moment de la mise hors service du câble par application des dispositions réglementaires sur le coefficient de sécurité minimum.

226. *Circulaire du 30 décembre 1959 de l'Administration des Mines - Bassin de Charleroi-Namur.*

Le Directeur Divisionnaire de ce Bassin demande que les renseignements suivants lui soient fournis lors du placement des câbles d'extraction :

- 1^o) Provenance des fils.
- 2^o) Allongement, striction et résilience des fils lorsque ces essais ont été faits soit spontanément, soit à l'invitation d'un arrêté de dérogation.
- 3^o) Flexion et torsion des fils.
- 4^o) Lorsqu'un examen métallographique de l'acier des fils a eu lieu à l'invitation d'un arrêté de dérogation, les épreuves photographiques doivent être accompagnées des renseignements suivants : teneur en carbone, inclusions, structure et caractéristiques. Il y a lieu d'ajouter l'avis du visiteur agréé sur la valeur de l'acier en question.

Toutefois, si ce visiteur n'est pas l'A.I.B., cet avis sera donné par cet organisme ou tout autre laboratoire capable de le donner.

En tout état de cause, un essai de traction sur section entière doit avoir lieu avant la pose, afin de pouvoir calculer la perte réelle au câblage.

Pour les câbles enlevés, les renseignements suivants seront fournis :

- 1^o) Extraction totale en charbon brut.
- 2^o) Extraction totale en pierres.
- 3^o) Fatigue à la flexion calculée conformément aux indications de la Circulaire Ministérielle du 15 mai 1913. Cette fatigue est à calculer tant pour les câbles plats que pour les câbles Koepe. Elle peut se calculer en multipliant les charges moyennes supportées à l'enlèvement pendant le trait au charbon, à la pierre et pendant la translation du personnel, par le nombre de cordées correspondant, et en additionnant les résultats.

23. Conditions de dérogation.

L'Administration des Mines prévoit des dérogations à la réglementation générale relative aux câbles, notamment pour abaisser les valeurs du coefficient de sécurité à la pose et pour autoriser le

fonctionnement des câbles d'installations Koepe à la translation du personnel au-delà de 18 mois de service sans essai à la patte.

Ces dérogations s'accompagnent de conditions particulières propres aux installations auxquelles elles s'adressent. Ces conditions comportent généralement, en ce qui concerne les inspections, des visites minutieuses, des examens à l'aide de l'appareil magnéto-inductif, des ouvertures avec prélèvements de fils en des endroits généralement renseignés par l'Acmi, des essais mécaniques sur les fils prélevés, ainsi que des examens de la partie du câble comprise dans les attaches.

L'Administration des Mines, Bassins du Borinage et du Centre, en collaboration avec l'A.I.B., a établi des dérogations types dont nous résumons, en annexe 1, les conditions concernant les inspections touchant les installations fonctionnant avec un coefficient de sécurité inférieur à 8 à la pose (types I et III) et au delà de 18 mois sans essais à la patte (type II).

3. RECOMMANDATIONS PARTICULIERES

En plus de la réglementation officielle d'obligation, il existe des recommandations particulières émanant d'organismes tels que l'Association des Industriels de Belgique (A.I.B.) qui a publié des recommandations pour la commande non seulement des câbles métalliques d'extraction mais également des câbles de levage et des câbles clos pour transports aériens, ainsi que des barèmes des flexions et torsions pour fils ronds et profilés.

Ces recommandations font l'objet des notices ci-après :

1^o) Câbles plats et ronds d'extraction : notices n° 317/C.E.M.T. 1 et 345/C.G.T. 3.

2^o) Câbles clos d'extraction : notices n° 342/C.E.M.T. 4 et 340/C.G.T. 4.

3^o) Câbles de levage : notices n° 330/C.L.T. 6 et 345/C.G.T. 3.

4^o) Câbles clos de transport aériens : notices n° 341/C.A.P.T. 1 et 340/C.G.T. 4.

La plupart des charbonnages faisant réceptionner leurs câbles par l'A.I.B., il s'ensuit que, pour tous ces câbles, les exigences de qualité sont les mêmes. Il en résulte cet avantage que, les conditions de réception étant uniformes pour l'ensemble du pays, la comparaison des statistiques de fonctionnement des câbles est possible.

En ce qui concerne la qualité des fils d'acier dur composant les câbles d'extraction, les statistiques annuelles des résultats d'essais permettent de suivre l'évolution de la fabrication des fils et les variations dans leur qualité, et d'établir ainsi des conditions raisonnables pour les essais de réception, notamment pour les essais de flexion et de torsion dont les conditions sont spécifiées dans les notices n°

345/C.G.T. 3 pour les fils ronds et n° 340/C.G.T. 4 pour les fils profilés.

Ces recommandations sont généralement suivies et constituent, pour les intéressés aussi bien que pour l'Administration des Mines et les organismes de contrôle, une garantie concernant la qualité et le bon fonctionnement en service des câbles d'extraction.

Il existe également une « Commission des Câbles » dans le cadre de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière (Inichar), qui discute toutes les questions relatives aux câbles de mines et où sont appelés, en qualité d'experts ou de délégués, des fabricants de câbles et des délégués de l'A.I.B.

4. ETUDES - RECHERCHES - REALISATIONS

C'est sous le patronage d'Inichar qu'a été mis sur pied le « Plan Guérin » du nom de feu l'Inspecteur Général Honoraire des Mines.

Les questions suivantes ont fait l'objet de recherches et de réalisations :

- recherche pour la mise au point d'un appareil électromagnétique pour la détection des défauts dans les câbles de mines ;
- recherche pour la mise au point d'un appareil pour la détermination des efforts instantanés dans les câbles.

Ces recherches ont fait l'objet d'une convention entre Inichar et l'A.I.B. suivant laquelle l'A.I.B. a été chargée des travaux y relatifs et elles ont abouti à la mise au point de l'appareil Acmi qui est utilisé à l'heure actuelle en routine pour le contrôle électromagnétique des câbles d'extraction, et de l'appareil « tensographe A.I.B. » qui mesure les efforts instantanés dans les câbles, à la molette.

Cette étude a fait l'objet de la notice A.I.B. n° 368/C.E.M.T. 12 : Récents progrès en matière de contrôle de la sécurité des câbles d'extraction.

D'autres conventions ont été également passées entre Inichar et l'A.I.B., entre autres :

- la convention n° 761 ayant pour objet des recherches relatives à l'examen électromagnétique des fils des câbles plats d'extraction prélevés au cours des visites minutieuses et dans des zones indiquées par l'appareil télédecéléromètre ;
- la convention n° 762 ayant pour objet l'étude d'effilochement de bouts de câbles ronds prélevés après dépose afin de comparer les résultats donnés par les relevés effectués en service au moyen de l'appareil Acmi aux résultats obtenus aux essais sur fils après effilochement complet, en laboratoire, de ces mêmes échantillons de câbles.

Ces deux dernières recherches sont actuellement en cours d'exécution.

Signalons encore une étude sur les essais de fatigue sur fils de câble d'extraction exécutés au moyen du vibrophore Amsler 2 tonnes (2).

5. LABORATOIRES D'ESSAIS

Il existe, dans les fabriques de câbles en Belgique, des machines pour effectuer les essais sur fils : traction, flexion et torsion. Mais les essais intéressants les câbles de mines, qui nécessitent des procès-verbaux ayant une valeur officielle, sont effectués soit dans les laboratoires de l'Université du Travail à Charleroi, qui dispose d'un banc d'épreuve à la traction d'une puissance de 300 t, soit dans ceux de l'A.I.B.

L'A.I.B. dispose d'un banc d'épreuve de 800 t et d'un autre de 200 t et d'une série de machines d'essais de 50 t, 6 t, 5 t, 2 t et 500 kg pour les essais de traction sur éprouvettes entières et sur fils, ainsi que pour les essais sur suspensions de cages de mines ; elle a aussi de nombreuses machines pour essais de flexion et de torsion sur fils. Citons enfin le vibrophore.

Les figures 1 à 3 montrent installés dans les laboratoires de l'A.I.B. :

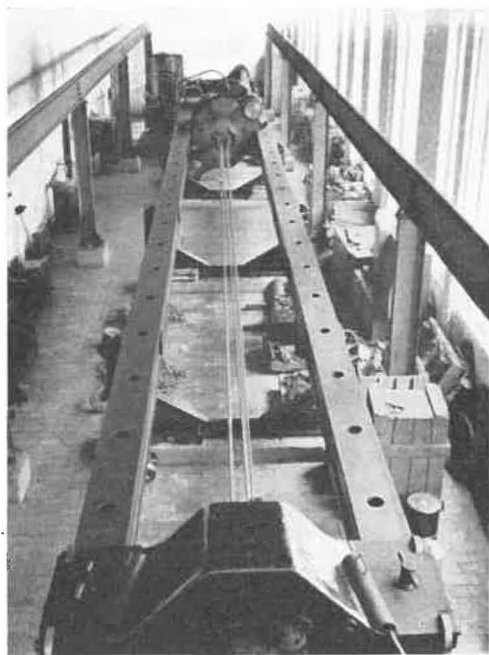


Fig. 1. — Banc d'épreuve Amsler de 800 t.

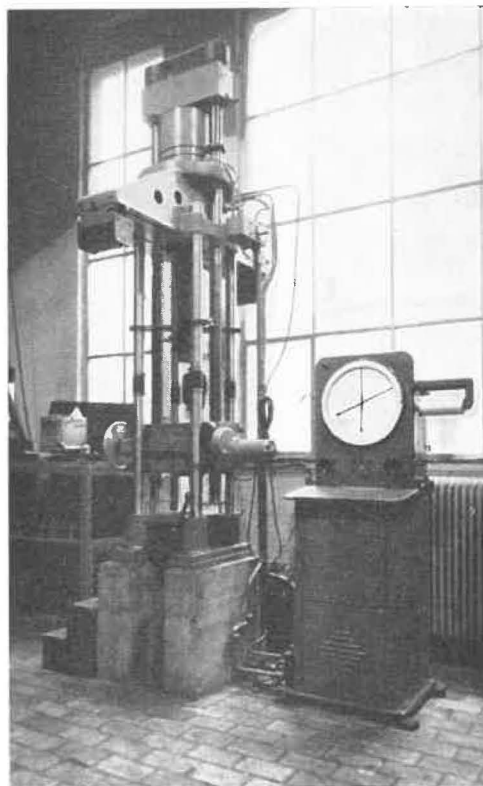


Fig. 2. — Machine d'essai de 50 t.



Fig. 3. — Petites machines.

- le banc de 800 t (fig. 1) ;
- la machine d'essais de 50 t (fig. 2) ;
- un ensemble de petites machines (fig. 3).

(2) A.I.B. : « Rapport sur les essais de fatigue sur fils de câbles d'extraction exécutés au moyen du vibrophore Amsler 2 tonnes ». A.M.B., juin 1957, pp. 522/535.

51. Banc d'épreuve Amsler de 800 t.

Le banc d'épreuve Amsler de 800 t a fait l'objet d'une description complète (3).

Cette machine est remarquable par les différentes particularités de sa construction et, si elle n'a pas suscité, en Grande-Bretagne et dans le monde, tout l'intérêt qu'elle méritait, c'est à cause de la période agitée pendant laquelle cette publication a été faite. Tous les spécialistes des questions d'essais sur câbles de mines s'y référeront certainement avec intérêt.

(3) Revue Universelle des Mines, mai 1940. Engineering, 13 septembre 1940, page 201.

La machine est à commande hydraulique ; elle est du type horizontal et est capable d'exercer un effort de traction maximum de 800 t sur des câbles ou sur des barres rondes ayant un diamètre allant jusque 12 cm et une longueur pouvant atteindre 19,50 m, ainsi que sur des chaînes du plus puissant diamètre de fer en usage à l'heure actuelle.

Une des particularités les plus intéressantes de cette machine est qu'on peut y essayer les câbles les plus gros et les plus résistants, sans couler les extrémités dans des culots. Cela a pu être obtenu en réalisant l'amarrage des extrémités des câbles par serrage par quatre paires de coins pour les câbles ronds et par deux paires de coins pour les câbles plats. Chaque paire de coins présente un coin à très faible conicité pour le serrage à bloc du câble dans la machine de serrage, et un coin à grande conicité pour le dégagement quasi automatique de l'ensemble après rupture de l'éprouvette.

52. Machine Amsler de 200 t.

La machine Amsler de 200 tonnes (fig. 4) est destinée à effectuer tous essais de traction sur câbles métalliques et en textile, sur barres rondes ou plates, sur chaînes et sur pièces entières de construction métallique.

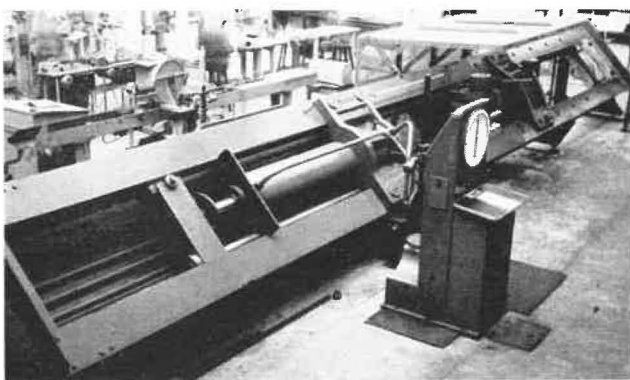


Fig. 4. — Machine Amsler de 200 t.

L'installation se compose d'un dynamomètre à pendule mainteneur de charge, d'un bâti en acier formé de deux poutres inclinées à 45°, du dispositif hydraulique servant à exercer l'effort de traction et de deux têtes d'amarrage dont l'une peut être déplacée tout le long du bâti. Ce dernier est fixé à un massif en béton armé. Le dispositif servant à exercer les efforts se compose de deux cylindres coaxiaux dans lesquels sont placés deux pistons. Les pistons sont reliés à la tête d'amarrage par deux tirants. La fixation des éprouvettes est réalisée par coins de serrage. La machine est à commande hydraulique ; sa longueur totale est de 11,26 m ; la course du piston est de 1,50 m et la longueur des coins d'amarrage de 700 mm pour les câbles et de 250 mm pour les éprouvettes métalliques.

Le dynamomètre à pendule est prévu pour 4 échelles de sensibilité, de sorte que des éprouvettes aux résistances les plus diverses peuvent être essayées avec une excellente précision.

53. Vibrophore Amsler de 2 t.

Le vibrophore Amsler de 2 tonnes à haute fréquence permet de réaliser des essais de fatigue sous efforts ondulés ou alternés pour les différents cas de sollicitation : traction, compression, traction-compression, cisaillement, flexion et torsion. Les essais peuvent être effectués sur des matériaux divers, acier, alliage léger ou organes de machines. Le fonctionnement de l'appareil est basé sur la mise en résonance par voie électro-magnétique, d'un système composé de deux masses reliées entre elles par des éléments élastiques, l'un de ceux-ci étant l'éprouvette. La fréquence des oscillations dépend de l'élasticité et des dimensions de l'éprouvette et de la grandeur des masses oscillantes ; elle varie de 24 à 240 Hertz. Les charges sont mesurées au moyen d'un dynamomètre optique, sensibilité 2 t et 400 kg. Les amplitudes des charges imposées sont maintenues constantes au moyen d'un dispositif photo-électrique. Un compteur synchrone enregistre le nombre d'alternances. Un relais à sensibilité arrête automatiquement le vibrophore, soit dès l'apparition de fissures, soit à la rupture complète. La longueur des éprouvettes peut varier entre 26 mm et 420 mm.

Une recherche sur cette machine a été effectuée avec l'appui d'Inichar dans le cadre du Plan Guérin ; elle a donné lieu à un rapport (voir réf. 2).

54. Culottage des câbles.

L'A.I.B. dispose d'une installation permettant de réaliser le culottage éventuel des éprouvettes de câbles (4).

55. Machine Mecfa.

Il convient de signaler l'existence toute récente des machines Mecfa (Machines pour essayer les câbles à la fatigue), type X horizontale et type XI verticale à poulies rotatives. Ces machines ont déjà servi à essayer des fils de câbles d'extraction à la fatigue et il semble qu'elles pourront jouer dans l'avenir un rôle important.

56. Essais.

Les essais suivants ont été effectués dans les laboratoires de l'A.I.B. en 1960 :

- 4.592 essais sur éprouvettes entières de câbles ;
- 291.499 essais de flexion sur fils ;
- 288.389 essais de torsion sur fils ;
- 326 examens magnétiques sur fils.

(4) Voir à ce sujet la notice n° 366/C.E.M.T. 11 de l'A.I.B. « Essais sur câbles d'extraction ».

6. FONCTIONNEMENT DES CÂBLES

61. Etat actuel.

Les progrès remarquables réalisés au cours des dernières décennies dans la construction des câbles ronds d'extraction sont à notre avis :

- l'emploi des câbles dits Nuflex ;
- l'emploi des fils non croisés construction Seale et Warrington ;
- l'utilisation des fils d'âme comme fils porteurs.

Des câbles ronds d'extraction à torons plats et des câbles clos ont donné des performances excessivement intéressantes. Toutefois, leur utilisation est restée très limitée en Belgique.

Deux installations d'extraction principale à quatre câbles ont été mises en service et ont donné entière satisfaction. Le problème de l'égalisation des tensions semble avoir été résolu à la condition d'observer strictement certaines règles de surveillance.

62. Installations.

L'installation présentant la charge maximum d'extraction la plus élevée était celle du puits St-Arthur du Charbonnage de Mariemont-Bascoup, avec charge maximum à la molette de 61.672 kg et une charge de rupture calculée du câble de 520.100 kg (en tablant sur une perte au câblage de 11 %). Le diamètre du câble rond était de 78 mm.

Cette installation vient malheureusement d'être arrêtée.

Citons d'autres valeurs à titre indicatif :

- Houillères d'Anderluc : 45.306 kg à la molette - 329.715 kg de charge de rupture calculée (perte au câblage : 9 %) - diamètre du câble : 63,8 mm.
- S.A. Cockerill-Ougrée, division Charbonnage de Zwartberg : 48.110 kg à la molette - 363.004 kg de charge de rupture calculée (perte au câblage : 12 %) - diamètre du câble : 67,5 mm.
- Charbonnage d'Helchteren et Zolder : 45.339 kg à la molette - 383.896 kg de charge de rupture calculée (perte au câblage : 9 %) - diamètre du câble : 64,2 mm.

63. Câbles.

Les 3 derniers câbles cités ci-dessus sont du type Nuflex, respectivement à 17, 18 et 34 torons, fonctionnant sur poulie Koepe.

Il est à noter que la grosse majorité des câbles ronds d'extraction utilisés en Belgique sont du type Nuflex à 17, 18 ou 34 torons.

64. Fils.

Les aciers utilisés dans les câbles d'extraction présentent des charges unitaires de rupture allant jusqu'à 230 kg/mm² pour des câbles ronds en acier clair et 204 kg/mm² en acier zingué, et jusqu'à

207 kg/mm² pour des câbles plats en acier clair et 216 kg/mm² en acier zingué.

65. Indices de travail.

Les indices de travail P sont régulièrement calculés par l'A.I.B. pour les câbles ronds d'extraction. Ils permettent de faire des comparaisons utiles sur le fonctionnement des câbles.

L'A.I.B. applique la formule anglaise adoptée à la Conférence sur les Câbles métalliques, tenue à Ashorne Hill, Grande-Bretagne, en 1950.

Pour un câble sur treuil à tambour :

$$P = \frac{D[R + L + N(A + B + 2C)]}{G}$$

Pour un câble sur treuil système Koepe :

$$P = \frac{2D[R + L + N(A + B + 2C)]}{G}$$

dans lesquelles :

P = Travail effectué par unité de poids du câble.
D = Profondeur d'extraction (c'est-à-dire longueur maximum de course de la cage).

R = Poids total remonté dans la cage pendant la période de service du câble, comprenant les produits, les pierres, les matériaux, le personnel, les berlines, etc.

L = Poids total descendu dans la cage pendant la période de service du câble, comprenant les produits, les pierres, les matériaux, le personnel, les berlines, etc.

N = Nombre total des cycles d'extraction pendant la période de service du câble, un cycle d'extraction comprenant la montée de la cage du fond jusqu'au jour et le retour de la cage au fond.

A = Poids du câble d'extraction d'une longueur égale à la profondeur d'extraction.

B = Poids du câble d'équilibre d'une longueur égale à la profondeur d'extraction.

C = Poids de la cage vide avec les attaches des câbles d'extraction et d'équilibre.

G = Poids de la partie travaillante du câble d'extraction. Pour un câble Koepe, c'est la longueur totale du câble ; pour un câble sur tambour, c'est la longueur depuis le tambour jusqu'à l'attache à la cage, quand celle-ci se trouve au fond du puits.

7. LA SECURITE

LE SERVICE DE CONTROLE DES CÂBLES DE MINES DE L'A.I.B.

71. Méthodes de contrôle.

La sécurité des câbles d'extraction en service fait l'objet, en Belgique, de prescriptions contenues dans le Règlement sur la police des mines, et qui ont

trait principalement aux coefficients de sécurité lors du placement des câbles et lors de leur enlèvement, aux essais et à l'exercice du contrôle.

En ce qui concerne le contrôle, ce sont les spécifications de l'article 40 qui sont en vigueur. Cet article mérite d'être rappelé spécialement ; il est libellé comme suit :

« Indépendamment des visites prescrites à l'article 39, tout câble servant à la translation du personnel sera visité au moins une fois par quinzaine par des agents choisis par l'exploitant et agréés au préalable par l'Administration des Mines ».

Aux termes de l'article 43, « si le visiteur agréé ou l'ingénieur des mines en reconnaît la nécessité, un essai sera fait sur la patte du câble qui sera coupée à la longueur jugée utile ».

Le contrôle de la sécurité des câbles d'extraction en service est basé à la fois sur les inspections et l'expérience « des agents visiteurs agréés », sur les renseignements fournis par l'appareil Acmi pour ce qui concerne les câbles ronds et sur les essais sur fils et torons effectués en laboratoire. L'A.I.B. estime que l'ensemble de ces méthodes forme un tout, qu'elles sont complémentaires et donc qu'elles sont inséparables les unes des autres.

L'A.I.B. effectue le contrôle des câbles d'extraction dans 39 charbonnages belges (situation fin mai 1961) sur 48 au total. Son activité dans ce domaine s'exerce depuis 1905. Elle n'a cessé de perfectionner ses méthodes de contrôle et son expérience peut donc être considérée comme appréciable. Elle est reconnue comme telle par l'Administration belge des Mines qui lui accorde sa pleine confiance, tout comme d'ailleurs quasi la totalité des charbonnages belges, car même ceux qui n'utilisent pas ses services comme « agent visiteur agréé », ont souvent recours aux conseils de l'A.I.B. pour tout ce qui concerne les câbles de mines et les suspensions de cages de mines.

Le service de contrôle est organisé de la façon suivante.

Il est dirigé par un ingénieur des mines qui a sous ses ordres autant de groupes qu'il y a de bassins charbonniers : Borinage, Centre, Charleroi-Namur, Liège, Campine. Chaque groupe est dirigé par un inspecteur principal qui a sous ses ordres un nombre d'agents visiteurs correspondant à l'importance des charbonnages visités.

Chaque agent visiteur a dans ses attributions un certain nombre de puits, autant que possible toujours les mêmes, dont il visite les câbles régulièrement, tous les quinze jours ou toutes les semaines, suivant l'importance de l'extraction, l'importance de l'installation ou leur état.

L'attention du visiteur au cours de la visite se porte sur les points suivants :

- fonctionnement du câble ;
- état des installations : bobines pour les câbles plats, tambours et poulies Koepe pour les câbles

ronds, garnitures, molettes, clapets de couverture des puits d'air, etc. ;

- état du nettoyage et du graissage du câble ;
- vétusté du câble : fils brisés, usure, corrosion, indentation, détériorations, déformations, etc. ;
- prescriptions réglementaires : coupages de pattes, essais réglementaires et, éventuellement, essais supplémentaires jugés nécessaires.

Si des mesures relatives aux points signalés ci-dessus sont à prendre, tous conseils utiles, d'accord avec la direction de la mine, sont donnés immédiatement aux services d'entretien du charbonnage et, de toute façon, un rapport mentionnant les constatations faites est envoyé par la direction de l'A.I.B. à la mine.

Après quelques mois de fonctionnement du câble (cette période est déterminée d'après les caractéristiques de l'installation), il est procédé à une visite « minutieuse » du câble. Cette visite fait l'objet d'un rapport dont les modèles différents sont donnés en annexe (formulaires n° 12 pour les câbles ronds et n° 13 pour les câbles plats).

Lorsque l'ensemble des facteurs qui influent sur la durée, la résistance et le comportement du câble en service font supposer que la sécurité n'est plus assurée de façon convenable, l'agent visiteur, après avoir pris avis auprès de ses supérieurs, demande le remplacement du câble endéans le délai qu'il estime nécessaire. Si cet avis est contesté soit par la mine, soit par le fabricant, il est procédé au plus tôt à une « visite contradictoire » et c'est alors l'Ingénieur-Chef du service des câbles de l'A.I.B. ou l'Ingénieur de l'Administration des Mines, consulté, qui prend la décision finale.

Les agents visiteurs résident à proximité des charbonnages qu'ils ont dans leurs attributions. Ils se rendent sur place à la première réquisition de ceux-ci, soit de jour, soit de nuit, soit les jours fériés. Ils sont donc, en toute occasion, à la disposition des intéressés.

Les agents visiteurs des différents groupes se tiennent également en contact étroit avec la Direction de l'A.I.B. et le service des essais des laboratoires de l'A.I.B.

Les inspections à l'Acmi et les résultats des essais apportent un élément excessivement important dans l'appréciation que peut se faire l'agent visiteur sur la sécurité de marche du câble, appréciation qui est basée, d'autre part, sur les autres phénomènes de vétusté tels que : fils brisés, usure, corrosion, indentation et détériorations diverses.

Primitivement, les essais étaient limités aux essais effectués sur bouts coupés à la patte d'attache du câble à la cage. Ce système présentait plusieurs inconvénients. La partie de la patte du câble peut, en effet, très bien se trouver dans un état différent de celui du corps du câble (c'est même le cas le plus général). Le coupage d'un bout d'essai à la patte du câble est possible lorsqu'il s'agit d'installations à

tambour ou à bobines, mais il est d'exécution difficile, si pas impossible, lorsqu'il s'agit d'installations Koepe.

Pour remédier à l'insuffisance ou même à l'absence des renseignements fournis par l'essai à la patte, l'A.I.B. a imaginé des méthodes particulières qui sont :

- les essais sur torons prélevés en service ;
- les examens à l'appareil Acmi ;
- l'ouverture des câbles ronds en service et les essais mécaniques sur les fils prélevés lors de l'ouverture ;
- les examens métallographiques ;
- l'examen magnétique des fils.

Comme ces méthodes sont particulières à la Belgique, il est indiqué d'en dire quelques mots.

72. Essais sur torons prélevés en service.

La méthode des essais sur torons prélevés en service a fait l'objet d'un article (voir réf. 1).

73. Examens à l'appareil Acmi.

Voir paragraphe 83 ci-après.

74. Ouverture des câbles ronds en service.

Dans la majorité des cas, l'appareil Acmi renseigne le visiteur sur les endroits les plus indiqués pour y pratiquer une ouverture.

La technique de l'ouverture a fait l'objet d'une description dans la notice 312/C.E.M.K. 12 de l'A.I.B. qui donne à ce sujet tous renseignements nécessaires pour son exécution.

Cette méthode de contrôle permet d'examiner l'intérieur du câble aux différents endroits où il est présumé présenter de la vétusté (usure, corrosion, indentation des fils). Elle est susceptible d'application à tous les câbles ronds saufs aux câbles clos.

Elle est appliquée d'une façon absolument générale en Belgique pour tous les câbles ronds d'extraction et on peut dire qu'elle a augmenté considérablement la sécurité en même temps que la durée de service des câbles.

Elle est exigée par l'Administration des Mines chaque fois qu'il s'agit d'obtenir une dérogation au règlement concernant les câbles.

Les ouvertures de câbles permettent souvent de déceler des ruptures intérieures de fils et d'avoir une appréciation suffisamment exacte sur le pourcentage d'usure, d'indentation et de corrosion de la partie non visible des fils composant l'intérieur du câble, ainsi que sur l'état du graissage.

Mais en plus de l'appréciation que l'on peut avoir sur l'état des fils, l'inspection visuelle faite au cours d'une ouverture est toujours accompagnée d'un prélèvement de fils qui sont soumis à des essais mécaniques et à un examen métallographique.

L'essai de traction permet, en l'étendant à l'ensemble des fils de la section dans laquelle le prélè-

vement a été opéré, d'avoir une idée du coefficient de sécurité que le câble présente dans cette section.

75. Examens métallographiques.

La méthode consistant à pratiquer un examen métallographique sur les fils neufs avant mise en service du câble et plus tard sur les fils usagés du câble en service, a été retenue par l'A.I.B. et elle a pour but, pour ce qui concerne les fils neufs :

- de compléter l'appréciation que donnent les essais mécaniques sur la qualité des fils avant leur mise en œuvre. A noter qu'il n'y a pas d'inconvénient, du point de vue résultat de cet examen, de l'effectuer avant ou après fabrication des câbles ;
- de rechercher dans les fils les défauts qui ne peuvent être décelés par les essais mécaniques ;
- de rechercher sur les fils en service les particularités microscopiques en relation avec la vétusté et d'en tirer un pronostic sur le comportement ultérieur des fils.

L'ensemble de ces examens qui sont d'une manière systématique constitue donc une méthode dont la succession des opérations est exposée ci-après :

- on prélève un échantillon de fil sur chaque rouleau servant à la fabrication du câble ;
- sur 3 de ces fils, on prépare deux échantillons pour l'examen micrographique dit examen métallographique : une coupe en long et une coupe en travers. Cet examen porte sur le contrôle de la structure, ainsi que sur le comptage et la disposition des inclusions (cas des inclusions alignées qui sont souvent à l'origine des fissurations) et sur la détection des fissures microscopiques éventuelles ;
- la coupe en long est ensuite attaquée pour pouvoir examiner la structure et s'assurer de l'absence de défauts dus au traitement thermique.

Toutes les constatations faites sont annexées au dossier du câble, qui comprend notamment la copie du bon de commande, les procès-verbaux des essais effectués lors de la réception des fils, les rapports sur les examens en cours de fabrication et les procès-verbaux des essais effectués pendant et en fin de fabrication.

La fiche du fonctionnement du câble, avec les résultats de tous les essais mécaniques effectués au cours de service, est complétée par les résultats des examens métallographiques effectués sur des fils prélevés dans le câble en service. La métallographie fait percevoir, comme il vient d'être dit, tout changement susceptible d'intéresser la résistance du fil et renseigne sur la présence éventuelle de fissures.

Il arrive souvent que des fils usagés présentent des fissures de fatigue dont l'origine remonte, soit à une inclusion, soit à une piqûre de corrosion, soit à une indentation, soit encore à une fatigue exagérée, d'où l'intérêt immédiat d'observer et d'interpréter ces fis-

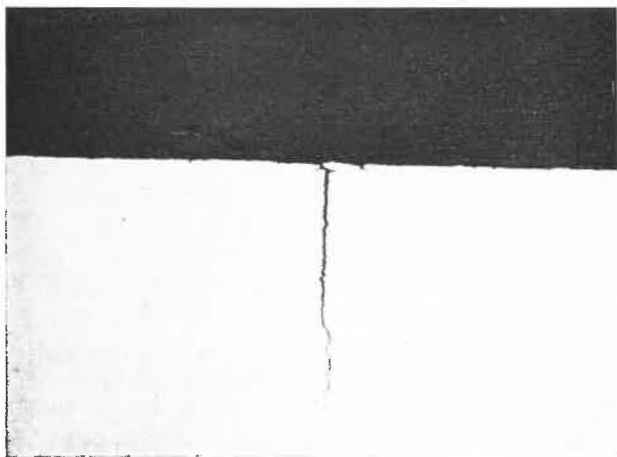


Fig. 5. — Grossissement $135\times$ - sans attaque. Fissure de fatigue.

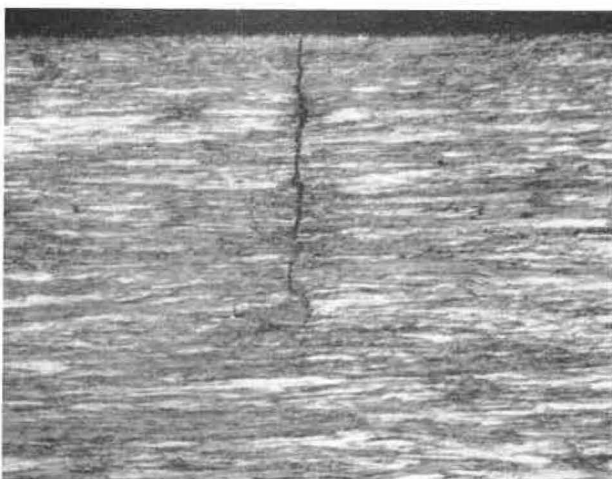


Fig. 6. — Grossissement $200\times$ - attaque nital.

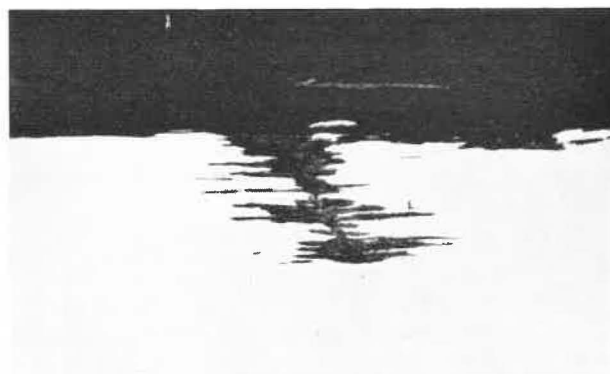


Fig. 8. — Fissure de fatigue sous corrosion s'étendant en profondeur dans le fil. La corrosion se propage également parallèlement aux fibres. Grossissement $135\times$.

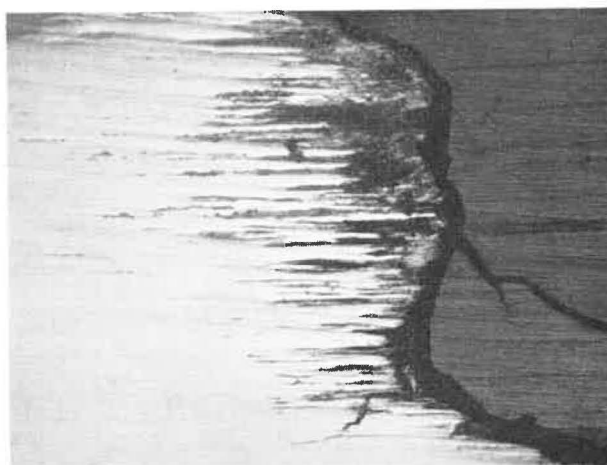


Fig. 9. — Rupture d'un fil par fatigue - corrosion. Grossissement $135\times$.

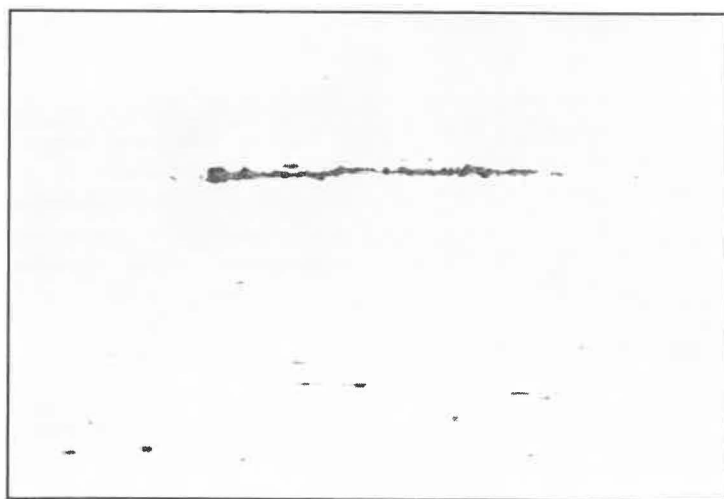


Fig. 7. — Fil neuf. Recherche des inclusions. Coupe en long. Grossissement $200\times$.

sures. Toute constatation de fissures de fatigue est en effet un indice très important de vétusté du câble.

La figure 5 montre avant attaque une fissure partant du bord d'un fil et progressant vers le centre,

et la figure 6 montre une autre fissure observée sur le métal après attaque métallographique et dont on a pu conclure que le câble se déformait par fatigue. Les figures 7 à 12 sont des reproductions ou photo-

graphies relatives à des examens métallographiques divers exécutés sur fil neuf pour la figure 7 et sur fils usagés pour les figures 8 à 12.

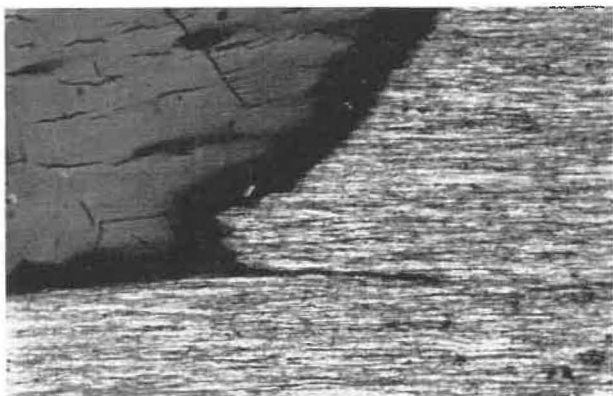


Fig. 10. — Rupture de fatigue d'un fil; les fibres ne sont pas déformées. Grossissement 135 $\times$.

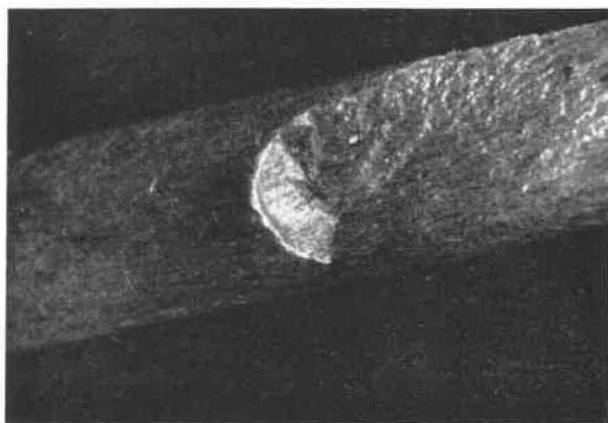


Fig. 11. — Rupture d'un fil par fatigue de torsion.



Fig. 12. — Forte usure intérieure et formation d'une couche martensitique avec fissure transversale.

La fiche de fonctionnement du câble est encore complétée par la mention de la raison de son enlèvement et les résultats des essais après la dépose. On dispose ainsi de tous les éléments d'appréciation voulus sur le comportement des fils et sur celui, en service, du câble.

L'examen micrographique et métallographique des fils rompus est spécialement instructif pour mettre en évidence les facteurs de dégradation qui ont joué le rôle primordial dans le processus de la rupture du fil. Il permet de distinguer aisément si ce facteur est de la fatigue sans corrosion et préciser si la fatigue est due à des flexions répétées ou à des torsions répétées. La connaissance exacte de ces facteurs est importante pour la suite car on pourra être amené à préconiser des modifications, soit dans le type de câble utilisé, soit dans l'installation d'extraction.

76. Examen magnétique des fils.

Le contrôle magnétique des fils extraits du câble permet de déceler, par un simple examen visuel, des fissures transversales dans les fils dès leur apparition.

Le principe du contrôle est le suivant : on magnétise le fil au moyen d'un électro-aimant et ensuite on l'asperge d'oxyde de fer dilué dans du pétrole. A l'endroit des fissures, de l'oxyde s'accumule en surface et rend visibles les fissures éventuelles.

Le contrôle de quelques fils échelonnés le long d'un câble en service permet de se rendre compte si des fissures de fatigue apparaissent. Ces fils sont prélevés, soit au cours des visites minutieuses, soit lors des prélèvements de torons. Les figures 13 et 14



Fig. 13. — Fil fissuré avant contrôle magnétique.

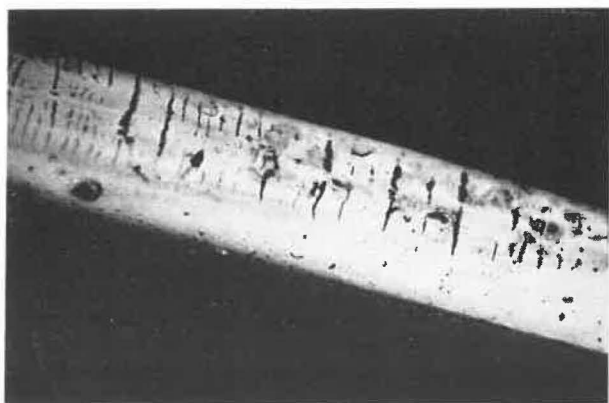


Fig. 14. — Fil fissuré après contrôle magnétique.

montrent, à faible grossissement, un fil fissuré avant et après contrôle magnétique.

77. Ensemble des constatations.

L'ensemble des constatations relatives aux ruptures de fils, à l'usure, à l'indentation et à la corrosion des fils extérieurs et intérieurs du câble, celles relatives aux examens Acmi, aux examens métallographiques et magnétiques des fils permettent de se former une idée précise de la bonne sécurité de fonctionnement du câble et, bien souvent, d'admettre un accroissement de la durée de service de ce dernier.

Les avis des visiteurs agréés peuvent également servir d'appréciation à l'Administration des Mines dans l'octroi de « Dérogations » qui sont accordées aux charbonnages dans les cas où la nature des installations d'extraction ou du fonctionnement des câbles rend impossible ou trop difficile ou trop onéreuse, l'observation de certaines prescriptions réglementaires, telles que le placement d'un câble avec le coefficient de sécurité de 8 ou les essais aux patentes des câbles des installations Koepe.

8. MESURES DES EFFORTS ET DES DEGRADATIONS DES CÂBLES : APPAREILS DECELEROMETRE, TELEDECELEROMETRE ET APPAREIL ACMI

Afin de pousser le plus loin possible l'étude des câbles en service, l'A.I.B. a mis au point deux appareils : l'un, appelé « Tensographe A.I.B. », permet de lire et d'enregistrer les efforts engendrés dans le câble, lors d'une cordée ; l'autre, « appareil de contrôle magnéto-inductif Acmi », permet de se rendre compte de l'état extérieur et intérieur du câble sur toute la longueur de celui-ci au moyen d'un procédé d'induction magnétique.

81. Tensographe A.I.B.

Le tensographe est un appareil destiné à mesurer les efforts réels se produisant dans un câble d'extraction en fonctionnement. Cette détermination des forces à la molette, qui n'avait jamais reçu de solution satisfaisante, présente un intérêt certain.

L'appareil consiste en un bâti qui porte trois rouleaux ; le câble passant dans l'appareil est fléchi du fait du désaxement du rouleau central et cet effort de flexion est proportionnel à la charge supportée par le câble. L'appareil est placé sur le câble un peu en dessous de la molette et permet toutes les manœuvres de l'extraction normale.

La force de flexion transmise au bâti est mesurée à l'aide de jauges ohmiques qui y sont fixées et qui permettent d'enregistrer les variations des forces dans le câble pendant l'extraction.

Les figures 15 et 16 montrent les appareils utilisés respectivement pour câbles plats et pour câbles ronds.

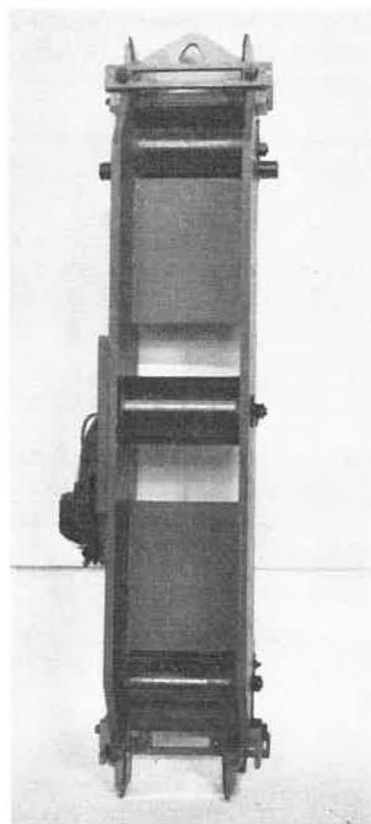


Fig. 15. — Tensographe pour câbles plats.

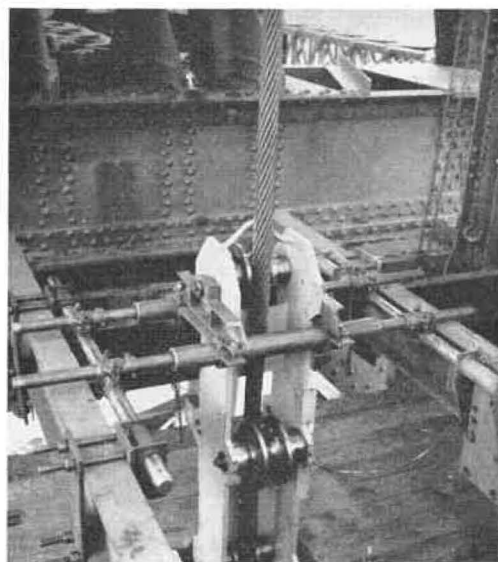


Fig. 16. — Tensographe pour câbles ronds.

Les nombreux résultats d'essais obtenus avec cet appareil permettent de mettre en évidence et de chiffrer les oscillations de tensions et les surtensions parfois très dangereuses qui se produisent dans les câbles.

82. Mesure des accélérations de la cage.

Le tensographe fournit une mesure exacte des efforts dans le câble mais, en revanche, sa mise en place est longue et laborieuse.

Dans le cas où la précision n'est pas la question dominante, on se contente de procéder au relevé des accélérations de la cage à l'aide d'un appareil : le décéléromètre (fig. 17).

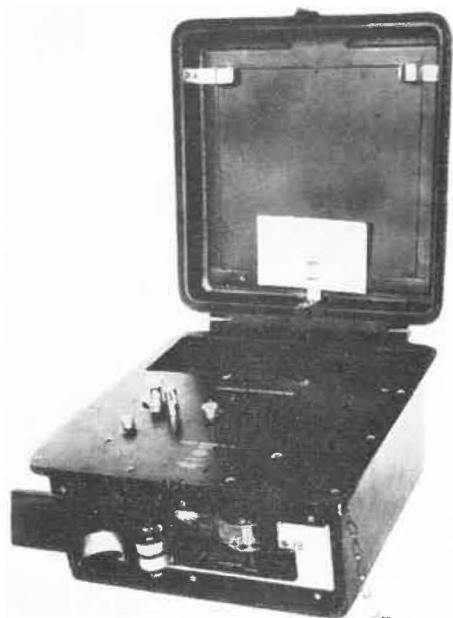


Fig. 17. — Décéléromètre.

De la connaissance des accélérations, on passe au calcul des efforts dans le câble, par une formule approchée et, fait plus important, on peut mettre en évidence, aussi bien qu'avec le tensographe, toute anomalie de fonctionnement de l'installation d'extraction telle que chocs, vibration longitudinale du câble, coincement de la cage dans le guidonnage, etc.

A côté du décéléromètre classique qui enregistre ses indications sur une bande contenue dans l'appareil

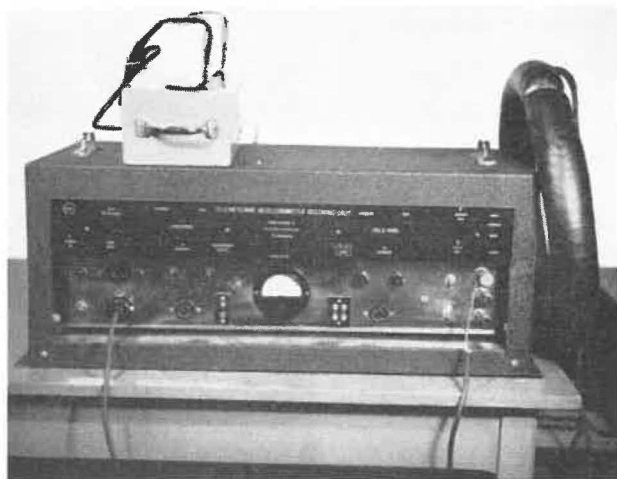


Fig. 18. — Télédécéléromètre.

reil, l'A.I.B. utilise un télédécéléromètre (fig. 18) qui transmet ses indications par onde électromagnétique vers un enregistreur qui peut être placé commodément dans la salle des machines ou ailleurs, par exemple à la recette du jour.

Cet appareil permet d'estimer au moment même le danger d'une manœuvre telle que freinage brusque ou accélération brutale et d'indiquer les mesures à prendre pour y pallier.

83. Appareil de contrôle magnéto-inductif Acmi (fig. 19 et 20).

Cet appareil a pour but de détecter, dans les câbles ronds, toutes dégradations tant à l'extérieur que dans les couches intérieures de torons et d'estimer la perte de résistance du câble provenant de ces dégradations pour des câbles de types connus.

Le principe en est le suivant.

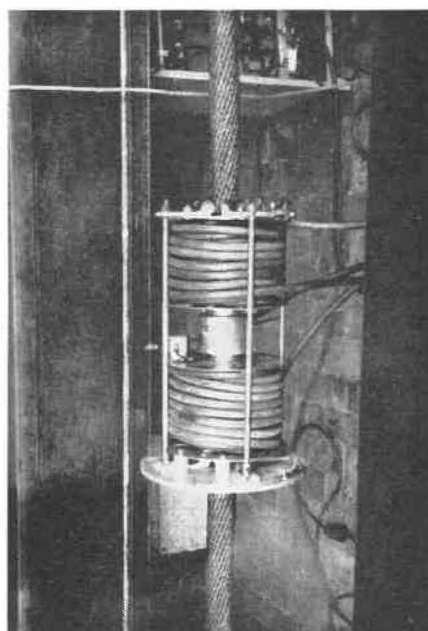


Fig. 19. — Détecteur de l'appareil Acmi.

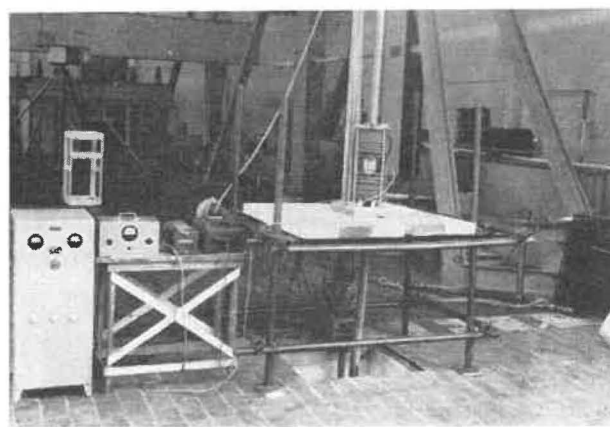


Fig. 20. — Appareil Acmi et enregistreur.

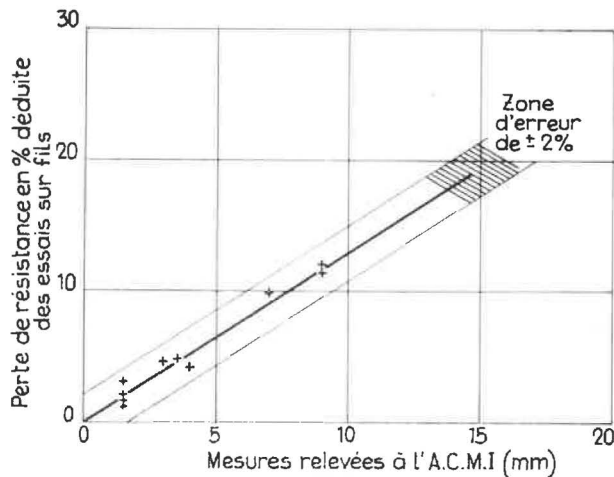


Fig. 21. — Diagramme perte de résistance, lecture Acmi, câbles 34 torons.

Supposons un câble neuf magnétisé dans le sens de sa longueur ; il existera un flux magnétique de fuite passant dans l'air au voisinage du câble. Si l'on pouvait matérialiser ce champ dans l'air, on trouverait une surface de révolution autour de l'axe du câble.

Si un manque d'homogénéité se produit dans un ou plusieurs fils (rupture, indentation, corrosion), la symétrie du champ sera rompue ; autrement dit, et pour faire image, le champ en cet endroit présentera une bosse, bosse qui suit le câble dans tous ses mouvements.

Or, toute irrégularité d'un champ magnétique se décele par un bobinage au voisinage duquel on fait défiler le champ. Ce bobinage, appelé bobine de mesure, enserre le câble et donne lieu à une force électromotrice en présence des défauts signalés plus haut.

On peut résumer comme suit les résultats obtenus après mise au point de l'appareil et essais pratiques à la mine.

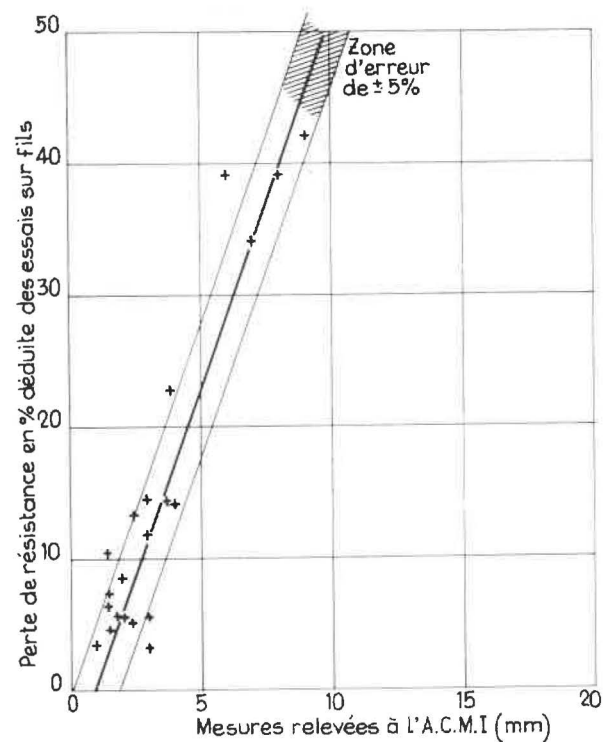


Fig. 22. — Diagrammes perte de résistance, lecture Acmi, câbles 18 torons.

L'appareil donne des indications reproductibles ; il est sensiblement au point de détecter un seul fil brisé dans un gros câble rond d'extraction (80 mm de diamètre).

Il met en évidence également les dégradations internes dues à la corrosion, l'usure ou l'indentation des fils.

Ceci signifie que l'appareil donne une indication chaque fois que le câble présente un défaut et, vice versa, l'appareil ne donne pas d'indications en l'absence de défauts. Ceci est extrêmement important.

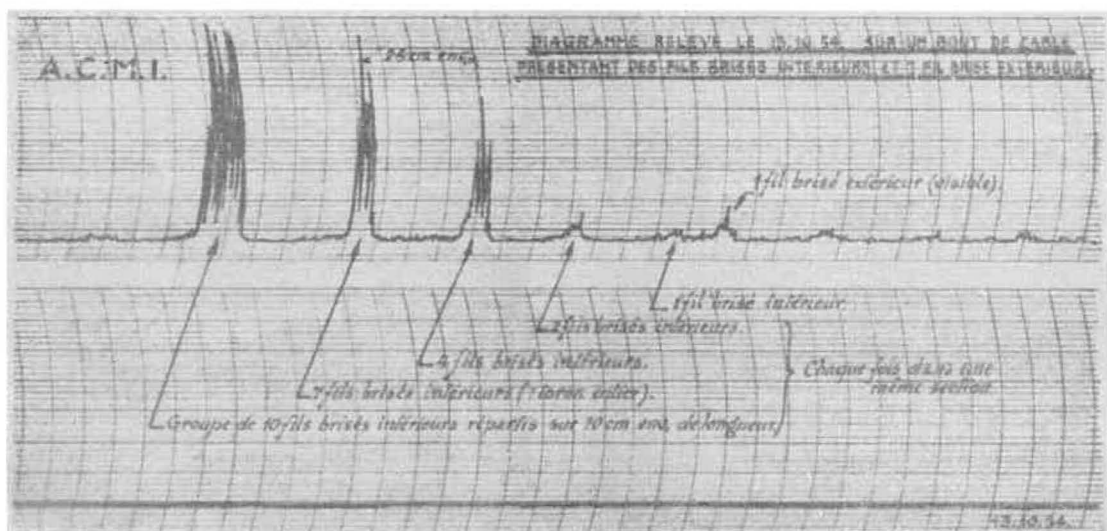


Fig. 23. — Diagramme type obtenu à l'Acmi aux essais de laboratoire.

L'appareil avait été primitivement conçu pour la détection des fils brisés tant extérieurs qu'intérieurs mais il donne, en plus, des indications nettement reconnaissables en présence d'autres types de dégradation, tels que corrosion et indentation des fils.

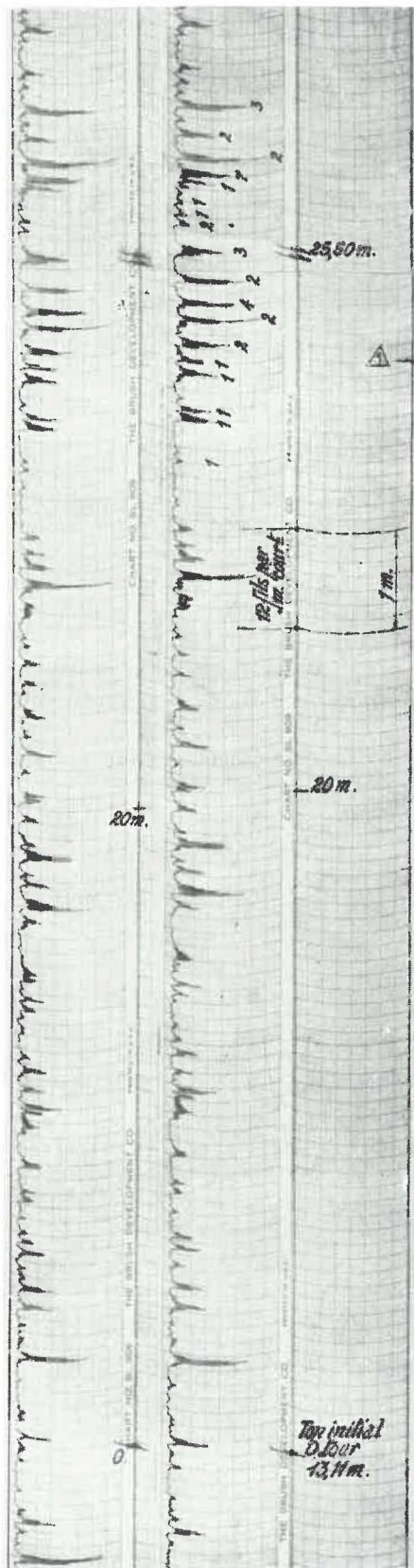


Fig. 24. — Deux diagrammes pris à des moments différents sur un même bout de câble et juxtaposés de façon à montrer la bonne reproductibilité des signaux. Diagramme d'un câble à torons en service. Diamètre du câble : 61 mm. Vitesse de translation du câble : 70 cm/s. Avance de la bande de papier : 25 mm/s. Sensibilité d'amplification : 8. Le diagramme montre quelques ruptures de fils ainsi que l'usure des fils. Les chiffres désignent le nombre de fils brisés correspondant à quelques signaux. Ce diagramme est double et comporte deux enregistrements effectués à une heure d'intervalle. On remarquera la similitude parfaite de ces deux enregistrements, ce qui confirme la reproductibilité des résultats obtenus à la mine.

Il est devenu ainsi possible de détecter non seulement les ruptures de fils, mais aussi les zones faibles où risquent de se produire ultérieurement des ruptures.

En outre, l'expérience a montré que l'appareil était capable de fournir une mesure assez précise de la perte de résistance d'un câble due aux dégradations existantes.

Après de nombreux essais et recoupements, des diagrammes types, tels ceux des figures 21 et 22, ont pu être établis de sorte qu'il suffit à l'heure actuelle de porter en abscisse la lecture faite à l'Acmi pour trouver en ordonnée la perte de résistance correspondante, avec une bonne approximation.

La figure 23 montre comment se présentent, sur le diagramme Acmi, les fils brisés d'un câble et la figure 24 montre la parfaite reproductibilité des résultats obtenus à la mine.

La figure 25 illustre l'état d'une portion de câble trouvée défectueuse à l'examen Acmi ; elle présentait, en effet, une intense corrosion des couches internes de torons et de nombreux fils brisés. La perte de résistance atteignait 40 %.

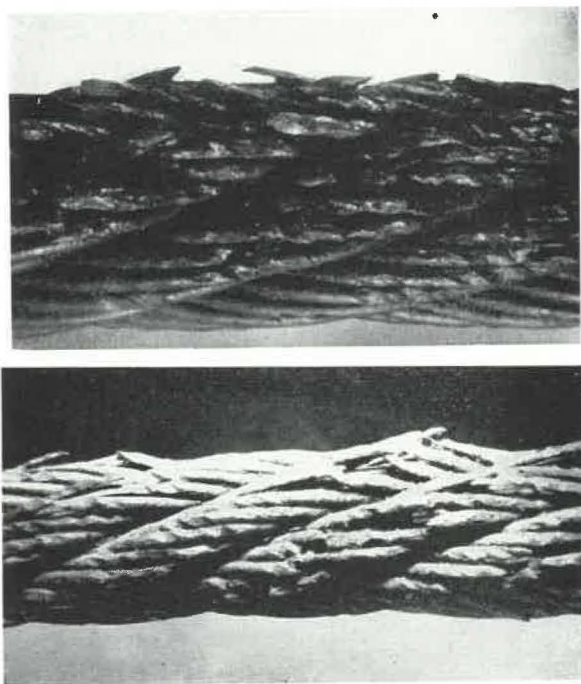


Fig. 25. — Aspect de la couche intérieure de torons d'un câble Nuflex dans une zone signalée comme défectueuse par l'Acmi.

Après plusieurs années de contrôles réguliers sur câbles en service et après examen après dépose, on peut résumer comme suit les performances de cet appareil :

- 1) tout signal observé correspond à une particularité locale du câble (dégradation ou déformation) ;
- 2) en l'absence de défauts, on ne détecte aucun signal ;
- 3) le diagramme montre des signaux isolés correspondant à des défauts localisés et des signaux répartis appelés « bruit de fond » ;
- 4) le « bruit de fond » est en rapport avec la somme des dégradations présentées dans la section examinée du câble et en conséquence il sert à estimer la perte de résistance subie par le câble.

De nombreux recoupements ont montré que l'amplitude du « bruit de fond » était une fonction linéaire de la grandeur des dégradations.

En résumé, à l'heure actuelle, l'Acmi est employé à deux fins parallèles.

1^o) indiquer l'endroit le plus dégradé du câble et y attirer l'attention du visiteur ;

2^o) estimer la perte de résistance maximum du câble, ceci conjointement avec le résultat des essais mécaniques sur fils prélevés dans le câble.

9. DIVERS

En plus des contrôles de sécurité, l'A.I.B. documente les charbonnages sur tout ce qui intéresse la question des câbles de mines par de nombreuses publications qui paraissent sous forme de « notices » et qui ont trait à l'entretien des installations ainsi qu'à différents problèmes divers touchant les câbles d'extraction. Certaines notices importantes sont reprises à la rubrique 10, Bibliographie. La liste entière des notices publiées par l'A.I.B. est consignée dans la notice n° 199/S.H.O.S. 10.

Lorsque des nouveautés intéressantes sont signalées, l'A.I.B. les étudie et communique son avis à ce sujet à ses affiliés.

Pour être complet, il y a lieu d'ajouter que l'A.I.B. est une organisation patronale créée pour promouvoir la sécurité dans l'industrie et qu'elle a à sa tête un Conseil d'Administration où figurent des représentants de toutes les industries.

Le service du contrôle des câbles de l'A.I.B. fonctionne depuis 1905 à la satisfaction de tous les intéressés, charbonnages, fabricants de câbles et de suspensions de cages et Administration des Mines. Il s'est développé de façon continue depuis sa création, tant par son influence morale toujours grandissante que par ses moyens techniques qui se perfectionnent de plus en plus.

10. Bibliographie.

Notices de l'A.I.B.

- 341/C.A.P.T. 1 : Recommandations pour la commande de câbles clos de transports aériens.
- 312/C.E.M.K. 12 : Ouverture d'un câble rond d'extraction en service.
- 317/C.E.M.T. 1 : Recommandations pour la commande des câbles métalliques d'extraction.
- 342/C.E.M.T. 4 : Recommandations pour la commande de câbles clos d'extraction.
- 366/C.E.M.T. 11 : Essais sur câbles d'extraction. Détermination de la charge de rupture effective. Machine de 800 tonnes.
- 368/C.E.M.T. 12 : Récents progrès en matière de contrôle de la sécurité des câbles d'extraction.
- 345/C.G.T. 3 : Barème des flexions et torsions pour fils en acier à haute résistance.
- 340/C.G.T. 4 : Barème des flexions et torsions pour fils profilés de câbles clos.
- 330/C.L.T. 6 : Recommandations pour la commande des câbles de levage.

ANNEXE I.

Conditions générales pour dérogations.

Prescriptions touchant les inspections et les essais.

1. DEROGATION TYPE I

Cette dérogation permet :

- a) de ramener à 7 et 5,5 les coefficients de sécurité à la pose et en service des câbles métalliques Koepe (art. 22 et 43) ;
- b) d'employer des câbles à la translation du personnel sans coupage de patte (art. 42) ;
- c) d'employer ces câbles à la translation du personnel au-delà de 18 mois de service sans essai direct à la patte (art. 43).

Elle contient les prescriptions ci-après :

11. Essais et examens avant pose.

Avant la mise en service du câble et en plus de l'essai à la traction prévu par l'article 22 de l'Arrêté Royal du 10 décembre 1910, il sera procédé :

1^o) à des essais de traction, de flexion et de torsion sur tout les fils du câble fabriqué. Pour chacune de ces catégories d'essais, il sera établi une valeur moyenne de ceux-ci ;

2^o) un examen métallographique de ces fils, lequel peut être fait, soit sur les fils neufs avant câblage, soit sur les fils du câble fabriqué.

12. Visites ordinaires.

Le câble sera visité au moins une fois tous les huit jours par le visiteur agréé prévu par l'article 40 de l'Arrêté Royal du 10 décembre 1910.

13. Visites minutieuses.

1^o) Au plus tard après 5 mois de service dans les puits d'entrée d'air et après 4 mois de service dans

les puits de retour d'air, le même agent procédera à une visite minutieuse du câble.

Une visite minutieuse est une visite approfondie au cours de laquelle le câble est pris en mains, la translation s'effectuant très lentement. Des bouts de fils, d'une longueur égale à celle d'un pas de toronage du fil dans le toron, sont prélevés aux endroits jugés par le visiteur agréé comme étant les plus susceptibles de détériorations intérieures ; les endroits de ces prélèvements sont mentionnés au rapport de visite. Le diamètre et le pas de câblage sont mesurés au moins à l'emplacement des prélèvements de fils, ainsi que dans les tronçons du câble qui ne passent pas sur les molettes.

2°) Des visites minutieuses ultérieures auront ensuite lieu à des intervalles ne dépassant pas 2 mois, du 5^e au 12^e mois de service dans les puits d'entrée d'air, et du 4^e au 10^e mois de service dans les puits de retour d'air.

3°) Les visites minutieuses suivantes se feront à des intervalles ne dépassant pas 1 mois.

4°) Si, dans le cas d'un puits de retour d'air, un dispositif de soulèvement du clapet se trouve fixé à demeure sur le câble, ce dispositif sera démonté au moins à l'occasion de chaque visite minutieuse, afin que le câble puisse être examiné à cet endroit.

14. Examens magnéto-inductifs du câble.

1°) Il sera procédé à un premier examen magnéto-inductif du câble au plus tard dans le courant du 12^e mois de service pour un puits d'entrée d'air, et du 10^e mois de service pour un puits de retour d'air.

Nonobstant cette disposition, le premier examen devra cependant être effectué avant que le tonnage extrait par le câble ait atteint les trois quarts du tonnage total extrait par celui des trois câbles précédents ayant effectué la plus petite extraction, tout en ayant travaillé dans des conditions comparables à celles du câble en service.

L'examen magnéto-inductif est effectué en vue de déterminer les endroits où il conviendrait d'ouvrir le câble.

L'appareil utilisé sera un appareil pour lequel il peut être fait état d'une expérience convenable avec du personnel ayant fait ses preuves dans le contrôle des câbles d'extraction.

2°) Des examens ultérieurs seront effectués à des intervalles à fixer par le visiteur agréé. Ce dernier se basera sur les constatations faites au cours de l'examen précédent et au cours des ouvertures consécutives à celui-ci, citées au paragraphe 15. Toutefois l'intervalle entre deux examens consécutifs ne dépassera pas 6 mois.

15. Ouvertures - Prélèvements et essais de fils en service.

151. Puits d'entrée d'air.

1°) Après le premier examen à l'aide de l'appareil magnéto-inductif visé au paragraphe 14-1° et au plus tard à 12 mois de service, ou bien lorsque la même condition qu'au paragraphe 14-1° relative au tonnage maximum extrait, est réalisée, il sera procédé, au moins en deux endroits du câble et en présence du visiteur agréé, à une ouverture avec prélèvement de plusieurs fils.

2°) Des ouvertures ultérieures seront effectuées de façon analogue aux intervalles ci-après :

- jusqu'au 18^e mois de service, les intervalles entre deux ouvertures consécutives seront fixés par le visiteur agréé, suivant les constatations faites lors de l'examen magnéto-inductif et lors des ouvertures du câble ;
- du 18^e au 24^e mois de service, les intervalles entre deux ouvertures consécutives ne dépasseront pas 2 mois 1/2 ; du 24^e au 30^e mois de service, 2 mois ; au-delà du 30^e mois de service, 6 semaines.

152. Puits de retour d'air.

1°) Les ouvertures prévues au paragraphe 151-1° se feront au plus tard à 10 mois de service ou bien lorsque la même condition qu'au paragraphe 14-1° relative au tonnage maximum extrait est réalisée.

2°) Les délais prévus au paragraphe 15-2° sont remplacés par les suivants :

- jusqu'au 16^e mois de service, les intervalles entre deux ouvertures consécutives seront fixés par le visiteur agréé, suivant les constatations faites lors de l'examen magnéto-inductif et lors des ouvertures du câble ;
- du 16^e au 22^e mois de service, les intervalles entre deux ouvertures consécutives ne dépasseront pas 2 mois et demi ; du 22^e au 28^e mois de service, 2 mois ; au-delà du 28^e mois de service, 6 semaines.

153. 1°) Les fils prélevés à chacune de ces ouvertures seront soumis à des essais mécaniques de traction et de flexion et à un examen métallographique.

2°) Le visiteur agréé rédigera chaque fois un rapport dans lequel, compte tenu des essais et examens des fils prélevés, il déclarera si le câble se trouve encore dans un état tel qu'il peut continuer à fonctionner en toute sécurité jusqu'à la prochaine visite ou bien s'il doit être mis hors service.

3°) Le câble ne pourra toutefois pas être maintenu en service après une perte de résistance atteignant 25 %, même si le coefficient de sécurité est encore supérieur à 5,5.

16. Examens des pattes en service.

1°) Au plus tard après 6 mois de service, le visiteur agréé procédera à un examen des extrémités du

câble formant les pattes. Cet examen comportera des ouvertures par détorsion, de proche en proche, de manière à pouvoir vérifier l'état intérieur des pattes sur toute leur étendue.

Sur avis favorable du visiteur agréé, ces ouvertures par détorsion de la couche extérieure de torons peuvent être remplacées par des sondages à l'outil de cordier, pour autant que la façon d'opérer permette de se rendre compte de l'état extérieur de la couche de torons immédiatement sous-jacente.

2°) Des examens identiques se feront ultérieurement à des intervalles ne dépassant pas 6 mois.

3°) Les résultats de chacune de ces opérations feront l'objet d'un procès-verbal distinct pour chacune des deux pattes, procès-verbal dans lequel les dégradations éventuellement constatées (fils brisés, corrosion, etc...) seront détaillées et repérées suivant croquis sommaire par rapport à l'attache du câble.

4°) Le cas échéant, le visiteur agréé prescrira les mesures qu'il juge nécessaires pour que le câble puisse continuer à fonctionner en toute sécurité.

17. Reprises d'allongement.

Les reprises d'allongement et les raccourcissements du câble doivent être effectués alternativement aux deux pattes.

18. Diagramme d'allongement.

1°) Les allongements réels cumulés du câble seront portés en ordonnées sur un diagramme dont les abscisses mentionneront la durée de service.

Il sera tenu compte, pour la détermination des ordonnées, non seulement des raccourcissements opérés réellement sur le câble, mais aussi de tous les allongements repris, notamment par le remplacement des garnitures de la poulie Koepe ou des molettes.

2°) A l'enlèvement du câble, une copie de ce diagramme sera transmise à l'Administration des Mines.

19. Essais et examens après enlèvement.

Après enlèvement du câble, il sera procédé aux essais et examens ci-après.

191. *Essais de traction sur section entière et essais de traction, de flexion et de torsion sur fils* provenant d'échantillons soigneusement repérés et prélevés notamment aux endroits suivants :

1°) à l'une des deux pattes, suivant indications du visiteur agréé ;

2°) à l'un des deux enlevages des molettes, la cage (ou le skip) correspondant à cet enlevage étant à la recette du fond ;

3°) dans l'un des tronçons du câble se trouvant entre la poulie Koepe et la molette, la cage (ou le

skip) correspondant à cette molette se trouvant à la recette du fond ;

4°) à trois autres endroits considérés par le visiteur agréé comme étant susceptibles d'être les plus détériorés.

192. *En présence du visiteur agréé : démontage complet, toron par toron, des tronçons du câble qui formaient les pattes*, afin de se rendre compte de l'état de celles-ci lors de l'enlèvement du câble.

Les résultats de ces démontages feront l'objet des procès-verbaux établis comme prévu au paragraphe 16-3°.

110. Conditions complémentaires pour le câble d'équilibre.

1101. Visites ordinaires.

Après 18 mois de service, les visites prescrites à l'article 40 de l'Arrêté Royal du 10 décembre 1910 seront effectuées tous les 8 jours.

1102. Visites minutieuses.

Au plus tard après 6 mois de service dans les puits d'entrée d'air et 5 mois de service dans les puits de retour d'air, le câble sera soumis à une visite minutieuse par l'agent agréé, avec prélèvement de fils pour examen visuel.

Les visites minutieuses se feront ultérieurement à des intervalles laissés à l'appréciation du visiteur agréé mais ne dépassant pas 3 mois.

1103. Prélèvement de torons.

1°) Au plus tard dans le courant du 18^e mois de service dans les puits d'entrée d'air et du 15^e mois de service dans les puits de retour d'air, il sera procédé à un prélèvement de torons dans le câble, aux endroits jugés nécessaires par le visiteur agréé, et tout au moins aux endroits des boucles.

En ces derniers endroits, la longueur des torons prélevés sera telle qu'elle couvre au moins la longueur entière de la boucle formée par le câble pendant les manœuvres effectuées par les cages aux recettes.

Les torons ainsi prélevés seront soumis, fil par fil, à des essais mécaniques de traction, de flexion et de torsion.

2°) Des prélèvements ultérieurs seront faits de façon analogue à des intervalles ne dépassant pas 6 mois.

3°) Toutefois, sur avis dûment motivé du visiteur agréé, les prélèvements de torons pourront être remplacés par un prélèvement de fils, lesquels seront soumis à des essais mécaniques de traction et de flexion seulement.

1104. *Examens des pattes en service.*

1°) Au plus tard après 12 mois de service, le visiteur agréé procédera à un examen des extrémités du câble formant les pattes.

Au besoin, l'appareil de suspension sera démonté afin de pouvoir vérifier l'état du câble aux endroits qui ne sont pas normalement visibles en service.

2°) Des examens identiques se feront ultérieurement à des intervalles ne dépassant pas 6 mois.

3°) Le cas échéant, le visiteur agréé pourra prescrire le renouvellement partiel ou total des pattes.

1105. Les résultats des examens prévus aux paragraphes 1102, 1103 et 1104 seront transmis sans retard à l'Administration des Mines.

111. *Périodicité des visites et des examens divers. — Examens spéciaux et essais non prévus.*

Dans tous les cas, l'époque de la première visite ou du premier examen pourra être soit avancée, soit retardée et l'intervalle entre les opérations ultérieures pourra également être soit raccourci, soit allongé, si l'ingénieur des mines ou le visiteur agréé en reconnaît l'opportunité.

Dans les mêmes conditions, des examens spéciaux d'une autre nature que ceux prévus, ou bien des bouts supplémentaires pour essais à prélever lors de l'enlèvement du câble pourront toujours être demandés.

112. *Conditions des essais et examens.*

Tous les essais et examens divers seront toujours effectués dans les mêmes conditions (longueur des éprouvettes, rayon de courbure à la flexion, rythme des opérations, etc...).

2. *DEROGATION TYPE II*

Cette dérogation permet :

- a) d'employer des câbles métalliques Koepe à la translation du personnel sans coupage de patte (art. 42) ;
- b) d'employer ces câbles à la translation du personnel au-delà de 18 mois de service sans essai direct à la patte (art. 43).

Un résumé de ces prescriptions est donné ci-après.

21. *Essais et examens avant pose.*

22. *Visites ordinaires* par le visiteur agréé au moins une fois tous les huit jours après 18 mois de service.

23. *Visites minutieuses* mensuelles après 18 mois de service.

24. *Examen magnéto-inductif* au plus tard au début du 18^e mois de service. Les examens ultérieurs sont effectués à des intervalles fixés par visiteur agréé. L'intervalle entre deux examens consécutifs ne pourra cependant pas dépasser 6 mois.

25. *Ouvertures avec prélèvement de fils pour essais mécaniques de traction et de flexion et pour examen métallographique.*

1°) Après l'examen à l'aide de l'appareil magnéto-inductif visé au paragraphe 24 et au plus tard dans le courant de la première moitié du 18^e mois de service, il sera procédé, au moins en deux endroits du câble et en présence du visiteur agréé, à une ouverture avec prélèvement de plusieurs fils.

2°) Des ouvertures ultérieures seront effectuées de façon analogue à des intervalles qui ne dépasseront pas :

- du 18^e au 24^e mois de service : 2 mois 1/2 ;
- du 24^e au 30^e mois de service : 2 mois ;
- au delà du 30^e mois de service : 6 semaines.

26. *Examens des pattes* au plus tard dans le courant du 18^e mois de service et, ultérieurement, à des intervalles ne dépassant pas 6 mois.

27. *Reprises d'allongement, diagramme d'allongement et essais et examens après enlèvement* tels que repris dans la dérogation du type I.

28. *Pour les câbles d'équilibre*, les visites minutieuses commencent au plus tard après 6 mois de service dans les puits d'entrée d'air et 5 mois de service dans les puits de retour d'air avec prélèvement de fils pour examen visuel.

Les visites minutieuses se feront ultérieurement à des intervalles laissés à l'appréciation du visiteur agréé mais ne dépassent pas 3 mois.

29. Les conditions relatives aux *prélèvements de torens* et aux *examens des pattes* sont identiques aux conditions du type I.

3. *DEROGATION TYPE III*

Cette dérogation permet de ramener à 7 et 5,5 les coefficients de sécurité des câbles plats.

Un résumé de ces prescriptions est donné ci-après.

31. *Essais et examens avant pose.*

32. *Visites ordinaires* au moins tous les huit jours par le visiteur agréé.

33. *Visites minutieuses.*

Au plus tard après 6 mois de service dans les puits d'entrée d'air et 5 mois de service dans les

puits de retour d'air et ensuite à des intervalles ne dépassant pas 3 mois jusqu'au 12^e mois de service, et ne dépassant pas 2 mois au-delà du 12^e mois de service, le même agent agréé procédera à une visite minutieuse du câble.

34. Renouvellement de la patte.

La patte de cage (ou de skip) sera renouvelée à des intervalles ne dépassant pas 2 mois.

35. Essais à la patte.

Au plus tard à 9 mois de service, et ensuite à des intervalles ne dépassant pas 6 mois, il sera procédé à des essais sur un échantillon de câble coupé à la patte de cage (ou de skip) du câble.

36. Retournement bout pour bout du câble.

1°) Si le câble est retourné bout pour bout avant d'avoir effectué 9 mois de service, les essais prescrits par le paragraphe 35 seront à faire sur un bout coupé à l'ancienne patte de cage (ou de skip) avant retournement.

2°) Les essais ultérieurs à la nouvelle patte seront faits tous les 6 mois à partir de la date du retournement bout pour bout.

3°) Pour l'essai réglementaire à 18 mois, on appliquera la même tolérance qu'au paragraphe 35.

37. Prélèvement de torons pour essais.

1°) Au plus tard à 9 mois de service sur les puits d'entrée d'air et à 8 mois de service sur les puits de retour d'air, il sera procédé à un prélèvement de torons dans le câble, aux endroits désignés par l'agent visiteur agréé.

Lors de chacune de ces opérations, un toron sera spécialement prélevé dans la région s'étendant de l'enlevage à la recette, cage (ou skip) au fond (ou à l'étage travaillant le plus).

Les torons prélevés seront soumis, fil par fil, à des essais mécaniques de traction, de flexion et de tor-

sion. La charge de rupture du câble, à l'endroit de chacun des prélèvements, sera calculée par comparaison de la charge de rupture moyenne actuelle des fils à celle que ces derniers possédaient avant la mise en service du câble.

Les fils du toron trouvé le moins bon seront, en outre, soumis à un examen métallographique.

2°) Des prélèvements ultérieurs seront faits de façon analogue à des intervalles ne dépassant pas 6 mois.

3°) Le visiteur agréé rédigera chaque fois un rapport dans lequel, compte tenu des essais et examens des fils prélevés, il déclarera si le câble se trouve encore dans un état tel qu'il peut continuer à fonctionner en toute sécurité jusqu'à la prochaine visite, s'il doit subir une réparation ou bien s'il doit être mis hors service.

4°) Le câble ne pourra toutefois pas être maintenu en service après une perte de résistance atteignant 25 % même si le coefficient de sécurité est encore supérieur à 5,5.

5°) Il y a lieu de noter que les essais et examens effectués sur les fils des torons prélevés servent à apprécier le coefficient de sécurité du câble uniquement à l'endroit où le prélèvement a été effectué.

38. Essais et examens après prélèvement.

Après enlèvement du câble, il sera procédé à des essais de traction sur section entière et à des essais de traction, de flexion et de torsion sur tous les fils de 4 torons provenant d'aussières différentes, parmi lesquelles la 2^e aussière de bord de chaque côté, sur des échantillons prélevés notamment aux endroits suivants :

1°) à la patte de cage (ou de skip) ;

2°) à l'enlevage de la molette, cage (ou skip) au fond (ou à l'étage travaillant le plus) ;

3°) éventuellement à d'autres endroits considérés par le visiteur agréé comme étant susceptibles d'être les plus détériorés, notamment d'après les résultats des prélèvements de fils ou de torons.

ANNEXE II. — Câbles ronds.

Siège :		Puits :		Machine :		Date de la prochaine visite minutieuse :			
Câble :		n°		placé le :					
ENDROIT DES CONSTATATIONS	Nombre de fils cassés par tour de poulie	Nombre de fils cassés maxim. par m ct		USURE %		CORROSION %		Diam. en mm	Pas de câblage en mm
		int.	ext.	int.	ext.	int.	ext.		
1/2 tour sous l'enlevage du tambour à la molette de la molette à la recette de la patte ... au ... tour du ... tour au ... tour du ... tour au ... tour du ... tour au ... tour du ... tour au ... tour									Retourné b.p.b. le : Dernier essai à la patte le : Précédente Vis. Min. le : Dernière ouverture du câble le : Dernier examen magnéto-inductif (A.C.M.I.) le : Tonnage total extrait au tonnes Détail des fils prélevés pour examen visuel : Etat des pattes : Y a-t-il torsion dans les pattes ? A-t-on décroché les pattes ? Etat du brossage : Etat du graissage : Etat de la galvanisation :

Déformation du câble :

Allongement total depuis le placement :

Etat de la garniture de la gorge de la poulie d'entraînement :

Etat de la garniture de la gorge des molettes :

Observations diverses :

Conclusion :

ANNEXE III. — Câbles plats.

Siège :		Puits :		Machine :		Date de la prochaine visite minutieuse :	
Câble :		n°		placé le :			
ENDROITS DES CONSTATATIONS	Max. fils br. par m ct	USURE %		CORROSION %		int.	ext.
		int.	ext.	int.	ext.		
1/2 tour sous l'enlevage de la bobine à la molette de la molette à la recette de m à m de m à m de m à m							Retourné b. p. b. le : Dernier essai à la patte le : Précédente Vis. Min le : Derniers essais sur torons le : Epissure faite le à m de la patte Détail des fils prélevés pour examen visuel : Etat de la patte : Etat du brossage : Etat du graissage : Etat de la galvanisation : Porte-à-faux :

Décousage :

Aussières ou torons brisés :

Observations diverses :

Conclusion :