

Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes
Band: 19 (1893)
Heft: 8

Artikel: Les accidents dans les mines
Autor: Sinner, Ch. de
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-17500>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 25.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

BULLETIN

DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

DE LA SOCIÉTÉ VAUDOISE

PARAISANT 8 FOIS PAR AN

Sommaire : Les accidents dans les mines, par Ch. de Sinner, ingénieur. (Suite.) — Tableau des dimensions à donner au barrages et aux murs de réservoirs. Communiqué par J. Orpizewski, ingénieur, d'après les calculs de MM. Kranz et Crugnola. — Nécrologie: Daniel Colladon, par L. G. et Ch. de S. — Société vaudoise des ingénieurs et des architectes.

LES ACCIDENTS DANS LES MINES

par CH. DE SINNER, ingénieur.

3. ACCIDENTS DANS LES PUITES. (Suite.)

d) *Conditions auxquelles doivent satisfaire les parties les plus importantes du matériel d'extraction, au point de vue de la sécurité du personnel.*

Les parties les plus importantes du matériel d'extraction, que nous avons à examiner à ce point de vue spécial, sont le câble, la cage ou la benne, les intermédiaires entre le câble et la cage, enfin les guides et le parachute.

a) Le câble d'extraction.

Le câble, dont la rupture peut avoir de si cruelles conséquences, ne pourrait-il pas être remplacé par quelque chose de mieux? On a dû souvent se poser cette question qui a d'ailleurs été brillamment résolue il y a près de vingt ans par M. Zulma Blanchet, par son puits atmosphérique d'Epinal¹.

Si son ascenseur pneumatique ne fonctionne plus, c'est au manque de charbon et non à un insuccès mécanique qu'il faut l'attribuer.

On pourrait plutôt lui reprocher de rendre l'extraction plus coûteuse qu'avec le câble.

La solution de M. Blanchet n'en a pas moins ouvert de nouveaux horizons aux exploitants, pour les mines de l'avenir, à grandes profondeurs. On peut espérer aussi que l'air comprimé, dont la production et les applications ont fait de si grands progrès, pourra à son tour être utilisé dans ce but et remplacer peut-être un jour définitivement le câble².

En attendant, l'air comprimé, associé au câble, rend déjà de grands services à l'extraction, soit pour les puits intérieurs qu'il permet de multiplier, soit pour la traction mécanique en

vallée, soit enfin pour les treuils destinés à agir en cas d'accident de la machine d'extraction, comme nous l'avons vu plus haut. La petite machine à air comprimé, qui desservait le puits-exposition de Lens, a montré à tous l'excellent fonctionnement de cet agent appliqué à l'extraction.

Aussi longtemps qu'on n'aura pas réussi à le remplacer par un moyen plus puissant et plus sûr, le câble mérite toute la sollicitude des ingénieurs chargés de diriger ou surveiller des travaux de mines. En Angleterre, on estime que tous les efforts doivent être concentrés sur cet organe dont la fabrication soignée et la surveillance scrupuleuse constituent les garanties essentielles de la sécurité du personnel appelé à pénétrer dans les mines. Les ingénieurs anglais expliquent leurs préventions contre l'emploi du parachute par la crainte qu'il ne devienne un oreiller de paresse pour les fabricants des câbles et les agents spéciaux chargés d'en surveiller l'emploi et l'entretien. Sans aller aussi loin, nous croyons cependant devoir donner au câble la première place dans l'étude du matériel d'extraction. Nous supposons d'ailleurs connues les diverses catégories de câbles ronds et plats, en textiles, en fer et en acier, ainsi que leur mode de fabrication en général³.

Rapport de la Commission française des câbles.

Au point de vue spécial de la préservation du personnel, qui nous occupe ici, il y a longtemps que les directeurs de mines, ainsi que les ingénieurs et inspecteurs des Etats intéressés, se sont préoccupés des conditions de fabrication, d'emploi et d'entretien des câbles et ont édicté des règlements ou pour le moins adressé des conseils aux exploitants sur ces matières. En France, M. le ministre des travaux publics chargea en 1878 une commission spéciale d'étudier tout ce qui est relatif à cette question, et plus généralement aux conditions de sécurité de l'emploi des câbles métalliques par lesquels le personnel peut

¹ L'ascenseur de M. Blanchet a été décrit dans notre Bulletin par M. l'ingénieur cantonal Gonin, et dans les *Annales des Mines* par son inventeur même.

² On sait que l'ascenseur projeté par M. Locher pour le mont Cervin est fondé sur un principe analogue. Seulement M. Locher comprime l'air au-dessous du piston au lieu de le raréfier au-dessus.

Il nous a toujours paru d'ailleurs que l'ascenseur de notre vénéré président M. Gonin pourrait, moyennant certains perfectionnements, être adapté à la solution du même problème.

³ L'état actuel de cette fabrication, les principes sur lesquels elle doit être fondée et les résultats obtenus sont exposés par M. Haton de la Goupillière dans le second volume de son *Cours d'exploitation des mines*, pages 1 à 27, avec cette concision lumineuse et élégante qui distingue les écrits de l'éminent directeur de l'Ecole des mines.

On trouvera aussi des détails circonstanciés et des conseils judicieux sur la fabrication des câbles de mine dans l'ouvrage précité de M. Köhler, et surtout dans celui de M. J. de Hauer, professeur à Leoben.

être appelé à circuler. Cette commission était composée des professeurs les plus compétents de l'Ecole supérieure des mines, MM. Couche, Lan, Haton de la Goupillière, Aguillon.

M. l'ingénieur en chef Aguillon, qui fut envoyé en mission par la Commission française du grisou pour étudier avec M. Pernolet les moyens préventifs employés à l'étranger contre le danger des explosions, fut chargé en même temps par la Commission des câbles d'étendre son étude à toutes les questions qui concernent les câbles d'extraction. En France, une grande enquête avait été organisée au moyen d'un questionnaire adressé aux ingénieurs, aux exploitants de mines et aux fabricants de câbles, et en utilisant d'autre part tous les rapports officiels d'accidents dus à des ruptures de câble.

M. Aguillon, particulièrement qualifié par sa mission accomplie à l'étranger, fut nommé secrétaire et rapporteur de la commission. Son rapport magistral est aujourd'hui encore le document le plus complet qu'on puisse consulter sur cette grave question. Aussi avons-nous tenu à reproduire ci-dessous textuellement (avec l'autorisation bienveillante de M. le professeur Aguillon et de M. l'ingénieur en chef Zeiller, rédacteur des *Annales des mines*) les conclusions de ce rapport¹.

« *Nature et forme du câble.* — Tous les faits recueillis paraissent suffisamment établir que, au seul point de vue de la sécurité, la nature du câble n'est pas, en principe, plus indiquée qu'une autre. On a souvent répété que les câbles en textiles étaient d'un emploi plus sûr que les câbles métalliques parce que les premiers « prévenaient » toujours avant leur rupture. Les faits mentionnés dans ce rapport montrent que cela n'est pas tout à fait exact. Les câbles en textiles, insuffisamment surveillés peuvent se rompre inopinément tout comme les câbles métalliques : et pour beaucoup de ceux-ci, réputés s'être rompus inopinément, il est vraisemblable qu'une surveillance plus vigilante aurait reconnu à temps que le câble ne présentait plus des conditions suffisantes de sécurité.

» En fait, il ne faut pas méconnaître que tout câble, quelle que soit sa nature, travaille dans des conditions dangereuses, en ce sens qu'une fausse manœuvre, ou un incident anormal, l'expose à être soumis à des efforts beaucoup plus considérables que ceux sur lesquels on pouvait raisonnablement compter.

» Mais, en ce qui concerne spécialement la nature du câble, il serait plus juste de dire que les câbles métalliques, tant ceux en acier que ceux en fer, peuvent être employés avec autant de sécurité que les câbles en textiles, pourvu que l'on apporte dans la détermination, l'installation, l'entretien, la surveillance et le remplacement d'un câble les soins spéciaux que réclame sa nature propre. Qu'il puisse être plus difficile de se procurer des câbles métalliques de très bonne fabrication, ce n'est pas impossible pour certains pays ; que leur emploi demande plus d'attention et plus de sévérité dans la surveillance, c'est vrai. Mais tout cela ne permet pas de dire qu'en principe l'emploi des câbles métalliques soit plus dangereux que l'emploi des câbles en textiles.

» Toutefois, il y a certaines circonstances dans lesquelles il serait préférable d'employer une nature de câble plutôt qu'une autre. Ainsi, dans les puits très humides, et notamment dans ceux à eaux acides, surtout si l'épuisement se fait à la benne, les câbles en aloès seront préférables. Dans des puits de retour d'air où la température serait tant soit peu élevée, on doit, au contraire, employer de préférence les câbles métalliques, bien que les âmes en chanvre de ces câbles présentent quelques inconvénients dans de pareils puits.

» En dehors de ces circonstances spéciales, ce seront des conditions techniques et économiques, plus qu'un motif de sécurité, qui pourront faire décider du choix d'un câble, pour ne pas

parler ici, bien entendu, de ce qui ne serait qu'affaire de mode, sinon de routine. Ainsi, si l'on est conduit à adopter un câble plat, il n'est pas douteux que, pour peu que la profondeur soit grande, le câble plat en textiles permet de mieux équilibrer le mouvement de la machine. Avec des câbles métalliques, la différence des rayons d'enroulement à l'arrivée et au départ n'est pas assez grande et la régularisation du mouvement de la machine ne pourrait s'obtenir qu'à l'aide de contrepoids difficilement applicables.

» D'autre part, il n'est pas douteux qu'il est beaucoup plus difficile d'arriver à une bonne fabrication avec les câbles plats métalliques qu'avec les câbles ronds, ensuite que, lorsqu'on le pourra, il conviendra de donner la préférence à ceux-ci sur ceux-là, sans compter que les câbles ronds permettent, avec des tambours coniques ou spiraloïdes de régulariser très convenablement le mouvement de la machine.

» *Fabrication du câble.* — De quelque nature et de quelque forme que soit le câble choisi, il faut qu'il soit fait en bonne matière et bien fabriqué. Il faut que la matière soit bien homogène, la fabrication bien régulière sur toute la longueur du câble. Quelle que puisse être la valeur des essais auxquels on pourra soumettre le câble ou les parties qui le composent, il sera toujours bon de s'adresser à des fabricants connus pour les soins qu'ils apportent dans leurs fournitures. Un système de garantie analogue à celui de la Belgique¹ ou à celui adopté par les houillères royales de Saarbruck² peut être utile pour éveiller la sollicitude et l'attention du fabricant, auquel on est bien forcé de s'en remettre avec plus ou moins d'abandon.

» *Conditions spéciales pour les câbles en textiles.* — Le chanvre et l'aloès doivent être d'excellente qualité, ce qui ne peut guère se reconnaître qu'à la main, à la résistance des fibres et avec l'habitude. On a montré que, suivant le choix de la matière et le soin apporté dans la fabrication, la résistance à la rupture peut varier dans de fortes proportions. Il y aura donc intérêt à s'assurer, par des expériences, chez le fabricant ou à la mine, de la résistance des fils de caret, ou, si on le peut, des échantillons pris sur le câble lui-même. L'enroulement du câble sur lui-même et la couture devront être très réguliers, et l'on doit veiller à ce que le câble ne tienne pas plus de 20% de goudron.

» *Condition des fils métalliques.* — La pratique des mines semble consacrer pour leur usage des fils de fer clairs, qui doivent être choisis parmi les bonnes marques analogues aux marques classiques du Berry et de Comté. Les fils doivent être résistants et durs, souples et flexibles.

» Les fils d'acier doivent être en acier fondu, relativement durs, bien homogènes, que par des trempes et recuits appropriés, on aura ramené aux conditions reconnues les meilleures pour la fabrication des câbles, c'est-à-dire à une résistance d'environ 110 à 120 kg. par mm², avec des allongements de 3 à 5%. Les fils doivent être souples et flexibles et bien homogènes.

» On se trouvera bien d'essayer soigneusement, dans des conditions identiques, tous les fils qui doivent entrer dans la composition d'un câble. On devra essayer les fils à la traction, à la flexion et à la torsion. On doit se rapprocher des résultats qui paraissent consacrés par la pratique de l'Allemagne³. Il importe que les fils d'un même câble aient des éléments aussi semblables que possible. Tous ces essais doivent être faits chez le fabricant et doivent être communiqués à l'exploitant, qui pourrait aisément et devrait les vérifier lui-même. Des essais faits

¹ Suivant le puits et le câble, le fabricant garantit généralement aux exploitants belges une durée de tant de mois (de 18 à 24 ou 30 pour l'aloès) ou de tant d'extraction en tonnes kilométriques.

² L'administration des houillères royales impose à son fournisseur un cahier des charges qui stipule les conditions de résistance et d'allongement à la traction et les conditions de flexibilité que doivent supporter les fils à employer. En outre, si dans les premières six semaines, le câble doit être remplacé par suite d'un défaut dans la qualité ou la fabrication, le fabricant le remplace à ses frais. L'administration a d'ailleurs installé à Friedrichsthal une machine à essayer de la force de 100 tonnes.

³ On trouvera plus loin quelques détails sur les conditions de résistance exigées par l'administration prussienne.

¹ Le rapport complet a été publié dans les *Annales des mines* de 1881, p. 373 à 477.

sur les échantillons même des câbles, lorsqu'on pourra les faire sur des longueurs suffisantes, seront toujours utiles.

» L'enroulement des fils et des torons doit être très régulier, et dans les câbles plats, la couture, qui doit toujours être faite en fils recuits, doit être aussi très régulière.

• *Composition des câbles métalliques.* — Le numéro des fils et le pas des hélices d'enroulement doivent varier suivant le diamètre d'enroulement et les conditions de l'installation, notamment suivant l'angle des deux brins et la distance des molettes aux tambours. Ce sont là des points qu'il appartient essentiellement au fabricant de déterminer, le câble devant avoir d'autant plus de raideur qu'il est plus exposé à « fouetter. »

» *Modifications subies par les câbles en service.* — Les faits recueillis établissent que tout câble en service subit par l'usage une véritable détérioration de la matière, de nature à diminuer la résistance du câble dans une proportion qui peut finir par rendre son emploi dangereux. Il n'y a pas seulement usure par le frottement, l'oxydation, etc., mais une véritable altération de la matière. Pour l'aloès, les fibres perdent leur résistance; pour les câbles métalliques, s'il n'est pas possible d'établir par des expériences positives une diminution de la résistance par unité de section, il est constant que leur flexibilité et leur élasticité diminuent; les fils deviennent aigres et cassants, au détriment de la résistance du câble.

» Sans doute, la fatigue d'un câble, quel qu'il soit et à quelle cause qu'elle soit due, se marque généralement, à l'apparence extérieure, par des caractères qui ne pourront pas échapper habituellement à une attention ordinaire. Toutefois, pour les câbles métalliques, il est utile de suivre la marche progressive de cette fatigue par des expériences directes sur les fils isolés, ou, si on le peut, sur des bouts de câbles. En tous cas, il faut se défier, même si son apparence extérieure était bonne, de tout câble relativement âgé, c'est-à-dire dont la durée de service ou de travail effectué se rapprochent des moyennes correspondant aux conditions dans lesquelles il est placé. Un pareil câble notamment ne doit plus être employé pour la circulation du personnel.

» *Diamètre d'enroulement.* — On ne saurait trop insister sur l'importance, avec tous les câbles, d'avoir des diamètres d'enroulement aussi grands que possible. Cela est plus important pour les câbles métalliques que pour les câbles en textiles, pour les câbles en acier que pour les câbles en fer.

» On peut admettre, à titre d'indication, la règle que le diamètre d'enroulement minimum doit être de 1300 à 1400 fois celui du fil pour les câbles en fer et 2000 pour les câbles en acier. Le rapport entre les dimensions du câble et le diamètre d'enroulement est moins important; par une fabrication appropriée et un numéro de fil bien choisi on peut obvier à l'inconvénient d'un trop faible diamètre. Cependant il ne sera pas inutile de ne pas trop s'écarter de la règle que le diamètre d'enroulement doit être de 80 à 100 fois plus grand que le diamètre ou l'épaisseur d'un câble métallique et 50 fois plus grand dans le cas d'un câble en textiles.

» *Conditions d'installation.* — Le montage du câble doit être fait avec le plus grand soin, de façon que l'enroulement sur les bobines ou molettes se fasse sans choc et sans frottements sur les côtés. Le guidage devra de même être posé et entretenu de façon à éviter tous à-coups et tous chocs.

» Plus les rayons d'enroulement seront considérables, moins l'angle des brins importera. Au cas contraire, il y a intérêt à le réduire. En tous cas, pour les câbles ronds, il y aura toujours avantage à diminuer l'obliquité du câble entre la molette et le tambour, sans perdre de vue les observations faites sur la composition du câble et notamment sur le pas des hélices d'enroulement, suivant les conditions dans lesquelles le câble est appelé à travailler. Lorsqu'on emploie des câbles métalliques, il est bon de garnir de bois les molettes.

» *Mode d'attache des câbles.* — Si l'on donne la préférence à l'attache par repliement du câble, il est utile, pour tous les câbles, particulièrement pour les câbles en fer et encore plus pour ceux en acier, de faire la boucle d'un grand diamètre que possible par l'interposition de croupières en fer et encore mieux de disques en bois pris dans la boucle. On ne peut que recommander

l'emploi des ressorts interposés entre le câble et la cage pour amortir le choc du démarrage.

» *Charges de service.* — Pour les gros câbles métalliques, en fer ou en acier, et les grandes installations, il est prudent de ne faire travailler les câbles qu'au $\frac{1}{10}$ de l'effort qui serait nécessaire pour les rompre. Pour de petits câbles ronds de composition simple employés dans de petites installations, on pourra se rapprocher du $\frac{1}{6}$. Les câbles en aloès bien fabriqués peuvent également être chargés du $\frac{1}{7}$ ou du $\frac{1}{8}$ de la charge de rupture.

» *Entretien des câbles.* — L'entretien soigné des câbles et surtout des câbles métalliques est une chose indispensable à leur conservation. Il suffit de suifer régulièrement les câbles en chanvre, et pour les câbles en aloès de les tenir constamment humectés.

» Les câbles métalliques, et les câbles en acier particulièrement, doivent être graissés très régulièrement, à intervalles assez rapprochés pour que l'oxydation ne puisse jamais les attaquer. La graisse employée doit être assez fluide pour pénétrer dans l'intérieur du câble jusqu'aux âmes en chanvre, et assez consistante pour rester à l'extérieur. Un mélange d'huile et de graisse, bien brassé, appliqué à chaud à la brosse sur tout le câble, répond très bien à ce desideratum. Il importe d'employer des huiles et des graisses neutres.

» *Coupage de la patte.* — Avec tous les câbles, le coupage régulier de la patte est une opération importante; il faut y procéder tous les deux ou trois mois et enlever de 2 à 3 mètres de câble à chaque fois. On devra suivre par des essais sur les fils isolés des bouts de câbles ainsi coupés, et, si on le peut, sur les bouts eux-mêmes, la marche progressive de la fatigue.

» La commission insiste vivement sur ces deux pratiques: coupage de la patte et essais des fils isolés qui en proviennent. Beaucoup de ruptures inopinées auraient sans doute été évitées si on avait fait régulièrement cette opération et si l'on s'était rendu compte de l'état des fils.

» *Épissures.* — La seule épissure qui puisse être admise est celle, faite par le décablage et le recablage, qui ne change pas la forme extérieure du câble. Elle demande à être exécutée, avec le plus grand soin, par des ouvriers spéciaux expérimentés. On doit toujours se défier d'un câble épissé, surtout s'il s'agit d'un câble métallique.

» On ne doit jamais recourir aux épissures faites par recouvrement et ligature des deux parties à rapprocher ou par plaques à charnières: elles occasionnent dans la partie épissée, lors de l'enroulement, une fatigue exceptionnelle qui peut provoquer des ruptures.

» *Surveillance des câbles.* — Les câbles doivent être l'objet d'une surveillance attentive, réelle et non plus ou moins nominale. En dehors de la surveillance que peuvent et doivent exercer les machinistes et receveurs, surveillance qu'on peut éveiller par un système de primes pour avaries signalées, il faut que les câbles subissent chaque jour l'examen d'un agent compétent qui les fasse monter et descendre à vide sous ses yeux assez lentement pour qu'il ait le temps de les bien examiner. Une fois par semaine au moins, pour les câbles métalliques, il faut que cette visite soit faite assez attentivement pour qu'on puisse relever le nombre de fils cassés ou usés dans la partie qui paraîtra la plus fatiguée.

» On se trouvera bien, partout où la chose sera possible, d'organiser à côté de la surveillance par les agents de la mine, une surveillance par les agents du fabricant du câble, comme cela a lieu en Belgique.

» Il sera bon de tenir un registre faisant connaître pour chaque câble sa composition détaillée, les conditions de son installation et d'y rapporter successivement tout l'historique de son service depuis sa pose jusqu'à son enlèvement¹.

» *Précautions spéciales pour la circulation du personnel.* — On ne doit employer pour la circulation du personnel qu'un câble en parfait état, qui ne présente aucune probabilité de rupture,

¹ Les registres de câble tenus par les mines prussiennes et prescrits officiellement peuvent servir de modèles sous ce rapport. Nous verrons plus loin les résultats remarquables qu'ils fournissent à la statistique des câbles.

soit à cause d'accidents ou blessures, soit à cause d'un service trop prolongé¹. Il sera bon, à cet égard, de se défier de tout câble épissé et de tout câble qui aurait déjà une durée des $\frac{2}{3}$ de la durée moyenne des câbles de même nature et de même provenance dans le puits considéré.

» Le personnel ne doit circuler par un câble neuf que lorsque l'on aura reconnu la manière dont le câble se comporte pendant quelques jours d'extraction. On devra d'ailleurs, pour le transport des hommes, n'user que d'une charge notablement inférieure à la charge admise en service, et réduire la vitesse à la moitié ou au $\frac{2}{3}$ de la vitesse normale.

» Lorsque le personnel circule par les câbles dans un puits, tout autre service doit être interrompu par l'un ou l'autre câble.

» Enfin, on ne doit pas perdre de vue que la manière dont le mécanicien conduit sa machine est capitale pour la sécurité et la durée du câble : tous chocs, tous à-coups sont préjudiciables, de même que tout « lâche » trop prononcé et par suite tout coup de fouet donné au câble.

» Dans la circulation du personnel notamment, il faut prendre soin d'avoir tendu le câble avant de laisser entrer les hommes dans la cage. »

Progrès récents des câbles ronds en acier.

Depuis la publication de ce rapport dont nous avons reproduit les conclusions, les accidents dus à une rupture de câble sont devenus de plus en plus rares en France, en même temps que les préventions contre les câbles métalliques, surtout contre ceux en acier, sont tombés. Sans doute on préfère toujours les câbles en aloès dans les puits humides et profonds. Ainsi, MM. Saint frères, les fabricants bien connus du département de l'Allier, exposaient en 1889 un câble en aloès d'une longueur de 540 m., d'une largeur de 0^m,250 et d'une épaisseur de 0^m,050 destiné aux mines de Blanzay, et un autre d'une longueur de 500 m. commandé par la compagnie de Noeux.

La Belgique, dotée d'une industrie textile florissante et dont les puits sont profonds et le plus souvent humides, est restée en général fidèle à l'aloès, bien que là aussi les câbles d'acier deviennent beaucoup moins rares qu'autrefois. Il est certain que l'humidité est favorable à la conservation de l'aloès (qu'on n'a qu'à humecter dans ce but) tandis qu'elle est un ennemi mortel pour les câbles métalliques.

D'autre part, plusieurs exploitants français ont remplacé pour leurs puits de 500 m. de profondeur et au delà, leurs câbles plats en acier par des câbles en aloès, qui permettent de mieux équilibrer le mouvement de la machine. Mais là encore on rencontrera une limite au delà de laquelle l'acier s'imposera par nature d'économie, ainsi que l'a démontré M. Ch. Demanet². Cet ingénieur et auteur estimé a établi en effet que pour la profondeur de 1000 m. — qu'on commence à aborder en Belgique, et plus récemment aussi en France, — et pour une charge de 3100 kg., le câble rond en acier est $3\frac{1}{2}$ fois plus léger et meilleur marché que le câble en aloès. Enfin M. Vuillemin, directeur des mines d'Aniche, a calculé que pour une profondeur de 500 m., il faudrait un câble en aloès s'enroulant 55 fois sur les bobines ; avec le câble rond en acier et le tambour de grand diamètre, 23 tours suffisent pour l'ascension, ce

¹ L'administration des houillères de Saarbruck ne fait jamais servir un câble plus d'un an à la translation du personnel, et le moindre défaut constaté suffit à le mettre au rebut ou du moins à le reléguer à un usage où une rupture éventuelle ne risque pas d'entraîner un accident de personnes. Encore moins tolère-t-on l'emploi d'un câble épissé au transport des hommes.

² *Revue universelle de Liège*. Tome XXXIII, p. 86.

qui permet une vitesse moitié moindre de la machine. Il semble donc que, contrairement à ce que l'on a admis pendant longtemps, les très grandes profondeurs doivent imposer l'acier à l'avenir, à condition de s'en tenir aux câbles ronds. Ces derniers offrent du reste plus d'un avantage sur les câbles plats. Ainsi, M. Demanet a établi, dans l'article précité, que pour les profondeurs de 1000 m., le poids du câble plat en acier diminué de 100 en 100 m. est à celui du câble rond diminué correspondant dans le rapport de 3 à 2. De plus les statistiques des mines prussiennes démontrent la supériorité du câble rond sur le câble plat au point de vue de la résistance. Ainsi de 1872 à 1879, on a constaté dans les houillères westphaliennes 10,75 % de rupture pour les câbles plats en acier, et seulement 5,20 %, soit la moitié, pour les câbles ronds¹.

Aussi trouve-t-on en service, pour 1879, 26 câbles métalliques plats seulement, contre 143 câbles métalliques ronds dans le même district de mines ; et en 1890, dans le district de Breslau, 15 câbles plats pour 116 câbles ronds métalliques. M. Köhler, dans son traité d'exploitation des mines², recommande de donner la préférence aux câbles ronds en acier, sur tous les autres, pour les puits très profonds.

« Les câbles plats en acier périssent plus rapidement à cause de l'usure des fils du câble à chacun des points de contact avec les coutures, dit M. Vuillemin. »

Les résultats fournis par la statistique des cas de rupture en service sont confirmés par la comparaison de la durée moyenne des câbles plats et des câbles ronds dans les deux mêmes districts houillers. M. Aguillon donnait déjà dans son rapport publié en 1882, sous toutes réserves, comme durée moyenne des câbles plats en acier, 13 à 15 mois, et pour les câbles ronds 18 à 20 mois, en ajoutant que, suivant les circonstances et les conditions du service, les statistiques montraient des câbles ne durant que 6 mois, tandis que d'autres atteignaient 5 ans.

D'après M. le professeur Köhler³, on admet aujourd'hui en Westphalie comme durée moyenne un an pour les câbles plats en acier, avec minimum de $5\frac{1}{2}$ mois et maximum de 2 ans. La moyenne des câbles ronds en acier (de 4, 5 mm. de diamètre et pesant 7,84 kg. par mètre courant) serait de 19,4 mois, d'après le même auteur. On voit que le chiffre de la durée moyenne des câbles ronds concorde avec celui que M. Aguillon donnait « à titre d'indication » dix ans auparavant, tandis que le chiffre qui correspond à la durée des câbles plats, tout en se rapprochant de celui de M. Aguillon, reste encore au-dessous. L'écart entre les durées moyennes constatées pour les deux classes de câbles s'est donc encore accentué pendant ces dernières années. La statistique des câbles du district de Breslau³ qui embrasse la période de 1882 à 1890, montre en effet que, sur 109 câbles ronds.

¹ La statistique des câbles silésiens met encore mieux en relief cette supériorité du câble rond sur le câble plat, l'un et l'autre étant d'ailleurs fabriqués en fils d'acier fondus au creuset. Sur 78 câbles plats en acier retirés du service de 1882 à 1890, 6 se sont rompus en service soit 7,69 % et sur 671 câbles ronds pendant la même période, 9, soit 1,34 %.

² Köhler, professeur et directeur de l'Académie des mines de Clausthal, *Lehrbuch der Bergbaukunde*, 3^{me} édition, 1892, p. 382.

³ Cette statistique, publiée par le gouvernement prussien, a été reproduite en partie par la circulaire N° 507 du Comité central des houillères de France, et par les *Annales des mines*.

62	ont dépassé un effet utile de 20 000 tonnes kilométriques.
44	» » 30 000 »
27	» » 40 000 »
11	» » 50 000 »

Il y en a qui ont même atteint 87,776 et 97,175 tonnes kilométriques.

Sur les 15 câbles plats en service, et également en acier fondu au creuset, aucun n'atteint 31 000 tonnes kilométriques, 6 seulement dépassent 18 000 tonnes kilométriques et les résultats des autres sont très inférieurs.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des câbles en acier, en fait de câbles métalliques. C'est qu'en effet le fer au bois, autrefois assez recherché dans ce but, a été remplacé presque entièrement par l'acier, du moins en Angleterre et en Prusse. Dans les houillères anglaises, MM. Aguillon et Pernolet n'avaient déjà presque plus trouvé de câbles d'extraction en fer, lors de leur voyage de mission en 1881. Dans le bassin westphalien, où en 1872 on n'employait que 7 câbles en acier à côté de 97 câbles en fer, on ne trouvait plus en 1879 que 47 câbles en fer, mais déjà 122 câbles en acier. Les premiers pourraient bien avoir disparu aujourd'hui. Dans le district de Breslau on a retiré du service en 1882, 16 câbles en fer (au bois) et 36 câbles en acier (au creuset); en 1890, 7 câbles en fer et 124 câbles en acier.

Cette substitution paraît d'ailleurs justifiée par les chiffres que les deux mêmes statistiques précitées donnent pour le nombre de ruptures en service: en Westphalie de 1872 à 1879, 12,54 % des câbles ronds en fer se sont rompus en service, et 5,20 % des câbles ronds en acier. Pour les câbles plats, la différence est moins sensible, mais de même sens, 11,94 % pour le fer et 10,75 % pour l'acier.

La statistique du district de Breslau est plus éloquente encore:

De 1882 à 1890, sur 109 câbles ronds en fer il s'en est rompu 10 ou 9,17 %; et sur 671 câbles en acier il s'en est rompu 9 ou 1,34 %. Tandis que sur 100 câbles ronds en acier, 62 ont dépassé 20 000 tonnes kilométriques en effet utiles, sur 7 câbles ronds en fer un seul a atteint 20 000 tonnes kilométriques, un autre 8900 tonnes kilométriques, tandis que les 5 autres ont dû être retirés après 1100 à 2300 tonnes kilométriques.

En France, on fabrique encore des câbles en fer, mais surtout pour les plans inclinés intérieurs et extérieurs, et pour les chemins de fer funiculaires, (où l'on emploie beaucoup le câble Excelsior à surface lisse).

Mais ces derniers ne sont pas de notre ressort¹, et quant aux plans inclinés de mines intérieurs et extérieurs, ils ne sont pas destinés au transport des hommes.

« En ce qui concerne la sécurité du personnel, dit très bien M. Aguillon, toutes les questions concernant ces câbles ont moins d'importance. Ce n'est pas que les ruptures n'en soient pas fréquentes: elles le sont beaucoup plus que celles des câbles d'extraction. Mais leurs conséquences ont généralement peu de gravité, et dans la majorité des cas les accidents de personnes

¹ Nous renvoyons, pour les câbles de chemins de fer de montagne et funiculaires en général, à la belle étude que notre collègue, M. Alphonse Vautier, a consacrée à ces lignes dans notre *Bulletin* et qui a été tirée à part. Librairie Rouge, Lausanne.

résultent de circonstances spéciales, dans lesquelles la question du câble en lui-même n'est pour rien. »

C'est pourquoi nous avons gardé l'étude des câbles pour le chapitre des puits verticaux où elle acquiert toute son importance à notre point de vue spécial. D'ailleurs, comme le dit encore le rapport cité, les conditions de composition, d'installation, d'entretien et de surveillance, indiquées pour les câbles d'extraction, s'appliquent aussi bien aux câbles des plans inclinés. Mais il n'y aura pas lieu d'observer des règles aussi sévères que dans le service d'extraction où elles sont imposées par le souci de la préservation des ouvriers.

Si nous cherchons à résumer les indications fournies par l'expérience des dernières années sur la nature des câbles d'extraction, nous pourrions dire, sans trop nous avancer:

1° Les préventions qui ont accueilli les câbles en fil d'acier à leur début sont tombées, démenties par les faits observés qui confirment au contraire les conclusions, rapportées plus haut, de la Commission française des câbles.

2° Les câbles en acier se sont montrés en général supérieurs aux câbles en fer, qui tendent à disparaître peu à peu des puits d'extraction.

3° Les câbles ronds font, à tout prendre, meilleur usage que les câbles plats et offrent plus de sécurité.

4° Les câbles ronds en acier tendent aussi de plus en plus à remplacer les câbles en textiles, même pour les grandes profondeurs, à l'exception des puits humides où l'aloès reprend ses droits.

5° Cette supériorité de l'acier démontrée par l'expérience, intéresse l'économie bien entendue du service d'extraction aussi bien que la sécurité du personnel, vu la résistance plus que double de celle du fer et la légèreté de l'acier, avantages qui compensent largement son prix plus élevé et le font surtout préférer pour les puits profonds.

6° Des câbles en fil de fer au bois ou en textiles, ainsi que des câbles plats en acier, peuvent cependant encore rendre d'excellents services, dans les limites indiquées par l'expérience pour chaque nature de câble. Ces limites doivent surtout être sévèrement respectées lorsque le câble est destiné à la translation des hommes.

Conditions à exiger pour l'acier destiné à la fabrication des câbles.

Ce n'est pas tout qu'un câble soit en acier. Après les progrès remarquables que la métallurgie du fer et de l'acier a accomplis pendant les vingt dernières années, on est en droit de se montrer exigeant aujourd'hui, au point de vue de la qualité de l'acier employé dans les constructions, et en particulier dans la fabrication des câbles d'extraction destinés en même temps au transport du personnel. Sur ce point nous ne saurions citer des conseils plus autorisés que ceux de M. Haton de la Goupillière¹:

« On ne doit pas employer d'acier dur. Il convient de perdre sur la résistance par des recuits suivis de trempe à basse température, de manière à gagner sur l'allongement par une compensation à peu près complémentaire, sans quoi le câble romprait sec dans les chocs. Il vaut beaucoup mieux, pour

¹ *Cours d'exploitation des mines*, tome II, p. 18.

cela, partir d'un acier fondu relativement dur et aussi homogène que possible, ramené après coup à l'aide de recuits et de trempes appropriées, que de se servir directement des aciers naturellement doux que l'on peut obtenir par les nouvelles méthodes métallurgiques. Ils ne vaudraient pas, pour cette application, le fer doux, qui possède l'allongement élastique avec peu de ténacité, mais qui présente une fixité naturelle de constitution, plus satisfaisante que celle de métaux fondus plus ou moins complexes. »

L'éminent professeur demande un allongement de 3 et même de 5 %. (Trop souvent en effet on reste encore de beaucoup en dessous de ces chiffres.) Pour la résistance à la rupture, il indique 110 à 120 kg. par mm². On va souvent jusqu'à 140 kg. et même à 183 kg. avec « l'acier-plough, » ou acier de charrue, recherché en Angleterre pour les câbles. On n'impose toutefois pas plus de 13 kg. de charge pratique.

L'administration des houillères royales de Saarbruck, qui a installé une machine pour les essais à Friedrichsthal, exige pour la réception des câbles en fil d'acier : 114 à 120 kg., avec 1 à 2 % seulement d'allongement ; 4 à 6 repliements autour d'un mandrin de 5 mm. pour les fils forts, et jusqu'à 14 repliements pour les fils les plus faibles. Pour le fil de fer doux au bois, elle exige une résistance de 50 kg. par mm², pour le fil plus dur jusqu'à 60 kg.

Conditions d'entretien et d'installation des câbles.

Nous emprunterons encore au Cours de M. Haton de la Goupillière¹ quelques indications précieuses sur l'entretien et l'installation des câbles en acier : « Le câble se fatigue beaucoup par sa partie inférieure, qui plonge dans les eaux acides. En outre, la patte, qui l'unit à la cage d'extraction, subit directement l'allongement dû aux à-coups. On doit recommander avec insistance à cet égard de fréquents « coupages à la patte, » qui suppriment périodiquement cette partie si éprouvée. On y trouve en outre l'avantage de changer « l'élevage, » c'est-à-dire le point d'enroulement sur les molettes qui correspond au moment précis de la mise en tension, laquelle fatigue beaucoup cette partie, en raison des coups de fouet ou coups de molettes..... »

» Dans les machines ordinaires, l'un des câbles s'applique dans le même sens, à la fois sur les molettes et sur les bobines ; le second, au contraire, s'enroule successivement dans deux sens opposés. Ce dernier sera naturellement le plus fatigué. On a soin, pour ce motif, d'intervertir, au bout d'un certain temps, le rôle de ces deux câbles. On a signalé, de ce chef, des augmentations de durée de 20 à 40 % pour l'aloès, et de 10 à 33 %, suivant les cas, pour les câbles métalliques.... »

» La caractéristique et l'emploi de l'acier est le grand diamètre d'enroulement qu'il est indispensable de lui attribuer. Il faut compter sur un minimum de 4 m., et l'on a été jusqu'à 6 m.... »

» L'arbre des bobines doit être installé à une distance du chevalement d'au moins 25 m., et même 40 m. Sans cela, en effet, la tangente commune des molettes et des bobines serait très inclinée et ferait un angle trop prononcé avec le brin ver-

tical du câble. Toutefois, lorsque la distance est trop grande, la portion intermédiaire fait chaînette par son poids, et si le mécanicien n'a pas la précaution de « mettre au raide » doucement avant « d'enlever en vitesse, » il détermine un choc violent appelé « coup de fouet, » dont l'influence sur le câble est très nuisible. En outre, le mécanicien trop éloigné de l'orifice du puits, ne peut plus se rendre un compte aussi distinct de ce qui s'y passe, pour faciliter l'intelligence des signaux qui lui sont adressés.

Le câble d'équilibre.

De tous les moyens imaginés en vue de régulariser l'extraction, soit de supprimer l'irrégularité apportée dans la répartition des efforts par le poids du câble, le câble d'équilibre constitue la solution la plus simple, la plus radicale et enfin celle qui offre le plus d'avantages au point de vue de la sécurité du personnel. Cette solution mérite donc de nous arrêter quelques instants.

Elle a été employée d'abord pour la descente des remblais à Montrambert, par M. Devillaine. Mais le mérite de son application au problème plus important de l'extraction du charbon, appartient à M. Kœpe, qui l'a introduit dans la Ruhr aux puits Hannover, Westhausen, Oberhausen. De là elle s'est propagée rapidement dans les autres bassins houillers prussiens.

Au lieu de chercher à remédier aux inconvénients de l'enroulement par des tambours spiraloïdes ou coniques, M. Kœpe supprime le treuil d'enroulement et le remplace par une simple poulie de commande, actionnée par la machine, et sur laquelle passe, en embrassant environ les deux tiers de sa circonférence, un câble porteur. Celui-ci passe également sur les molettes placées à l'aplomb du puits, et les deux brins y descendent pour supporter les cages. Sous le plancher de ces dernières, est attaché un contre-câble, dont la longueur est égale à la hauteur du puits, de manière à pouvoir encore unir les cages, quand elles se trouvent aux deux extrémités de leur course. L'ensemble du câble et du contre-câble constituent donc une ligne sans fin, une figure constante qui ne donnera lieu à aucun défaut d'équilibre¹.

L'extraction peut être rendue ainsi plus active, puisqu'il n'y aura plus d'écart entre les efforts supportés au commencement et à la fin de chaque voyage, et qu'on pourra donc sans crainte élever la vitesse moyenne à la limite de prudence. On risque aussi bien moins de dépasser cette dernière qu'avec le système ordinaire.

Ce qui est plus intéressant encore, c'est qu'on évite ainsi l'éventualité de l'envoi de la cage aux molettes qui donne lieu à de si terribles accidents. En effet, dès que l'une des cages arrive au jour, l'autre parvient au fond et repose sur les cli-chages. Son poids se trouvant dès lors annulé, la tension du câble diminue assez pour supprimer son adhérence avec la poulie motrice. Le moteur ne saurait donc contribuer à élever la cage placée au-dessus de ce point. (Sans un fort ressort introduit dans l'attache du câble, on se trouverait même dans

¹ Tome II, p. 18, 21, 57, 58.

¹ Voir Haton de la Goupillière, *Cours d'exploitation*, I, p. 81 à 87, pour détails et calcul des conditions d'adhérence des câbles sur la poulie ; et Köhler, *Lehrbuch der Bergbaukunde*, p. 426-429 et 432-434.

l'impossibilité de soulever la cage supérieure avant de la faire redescendre.)

La durée du câble est augmentée par le fait que celui-ci ne subit qu'une simple flexion et est exposé à des frottements moins intenses qu'avec le système ordinaire.

Cependant, le câble sans fin de M. Koepe présente aussi quelques inconvénients qui rendent son application impossible dans bien des cas. Il empêche d'abord l'emploi du câble diminué qui est la principale ressource des puits de grande profondeur. Il ne permet pas d'effectuer l'extraction simultanément à plusieurs étages, ni d'opérer l'épuisement par les bennes. Il rend impossible le coupage à la patte qui est une garantie de sécurité pour le câble. Mais le défaut le plus grave du système Koepe, et celui qui nous touche le plus ici, c'est *l'aggravation des accidents qui peut résulter de son emploi*. En effet, si le câble porteur vient à se rompre, *les deux cages se trouvent à la fois précipitées au fond*, tandis que dans le système ordinaire, la seconde reste suspendue sur son câble. De plus, la chute simultanée de tout le câble porteur et du contre-câble rend plus fatale encore les conséquences du sinistre et le sauvetage plus difficile. Il faut alors une machine et un câble de secours.

MM. Lindenmann et Meinicke ont réussi à remédier à ces défauts du système Koepe, tout en conservant ses avantages, en le remplaçant par le *tambour à contre-câble d'équilibre*. Dans ce dispositif, le câble n'est plus « sans fin. » Il a deux bouts, qui sont fixés à un tambour ordinaire où ils s'enroulent en même sens, l'un des tours étant lâche au point de former une vaste boucle. Si les deux cages sont fixées en deux points de cette boucle, l'une d'elle montera, tandis que l'autre descendra, sans que le câble cesse d'être par lui-même en équilibre. Il traverse les cages de part en part, et celles-ci en sont rendues solidaires par le serrage à vis de fortes tenailles. M. Baumann a inventé un mode d'assemblage à serrage énergique au moyen d'une douille conique qui s'enfonce d'autant plus que la charge est plus considérable¹. Cet appareil a figuré avec le contre-câble d'équilibre et les cages munies de portes de sûreté dans la belle exposition des houillères royales de Saarbruck, à Berlin, en 1889.

En desserrant les tenailles de la cage arrivée au jour et laissant le câble filer à travers, jusqu'à ce que l'autre cage ait atteint la profondeur voulue, on pourra effectuer l'extraction à un étage quelconque, soit à plusieurs étages alternativement, ou bien encore descendre dans le puisard pour remplir les bennes d'eau. *Le coupage à la patte*, d'autre part, *devient inutile* si l'on a soin d'amarrer la cage successivement à divers points du câble. Enfin, le plus important pour nous, *en cas de rupture du câble une seule cage pourra être entraînée au fond, l'autre restant suspendue sur le brin intact* qui se trouve attaché au tambour supérieur.

Plus récemment², en 1889, un ingénieur français, M. de Mot, a réussi à supprimer les inconvénients que le système Koepe présente au point de vue de la sécurité, tout en conservant la disposition du câble sans fin de l'inventeur qui offre bien des

avantages. M. de Mot a obtenu ce résultat (en même temps qu'une extraction plus rapide que par le système ordinaire et une notable économie de vapeur), *en doublant à la fois le câble-porteur et le câble-queue*, chacun des câbles de tête étant calculé de façon à pouvoir à lui seul supporter les deux cages et suffire à l'extraction. On supprime ainsi entièrement les causes d'aggravation des accidents, inhérents au système Koepe, et l'on prévient même la chute de la cage la plus menacée par la rupture du câble. En effet, la force du câble porteur étant double de la force nécessaire, *les chances de rupture sont presque diminuées de moitié*; il est d'ailleurs pour ainsi dire impossible que les deux câbles de tête cèdent en même temps et dans le cas de rupture de l'un d'eux, l'autre, aidé par des chaînes de sûreté placées à l'attelage des cages, pourra retenir les cages et même permettre de les amener sur les taquets du jour et du fond.

Au point de vue de la préservation du personnel, le câble Mot paraît donc le meilleur des trois dispositifs du câble d'équilibre que nous venons de passer en revue, et en même temps le plus avantageux sous le rapport de l'activité de l'extraction et de l'économie de vapeur (deux résultats que nous ne faisons que noter en passant). Il sera en revanche plus cher d'installation et ne pourra s'appliquer (comme le premier système Koepe du reste), qu'aux puits qui font l'extraction à un seul étage et sont munis de pompes d'épuisement.

Données statistiques sur les principales causes de ruptures des câbles.

Une statistique récente publiée par l'administration supérieure des mines de la Saxe royale, est particulièrement instructive à ce point de vue¹. Cette statistique qui embrasse la période de 1884 à 1890, porte sur toutes les ruptures de câbles ou d'autres organes de suspension des cages, survenues pendant le service. On a relevé en tout 133 ruptures pour cette période de sept années.

Sur ces 133 ruptures, 31 cas se rapportent aux chaînes d'attelage, 16 à d'autres organes intermédiaires placés entre le câble et la cage, 86 seulement sont des ruptures de câble. Encore 3 de ces dernières concernent des câbles d'équilibre, dont le rôle et les dispositions usitées ont été l'objet du paragraphe précédent, et dont la rupture n'a pas en général des conséquences graves.

Les 133 ruptures ont pu être ramenées aux causes suivantes :

42 cas à de mauvais matériaux, à une fabrication défectueuse ou à une détérioration par suite d'usure.

20 cas à l'envoi de la cage aux molettes.

Le nombre considérable de ces cas montre l'importance des mesures, aujourd'hui obligatoires en Saxe, contre ce danger spécial ; objet d'un nouveau règlement de l'administration supérieure des mines, de janvier 1891.

20 cas au coïncement ou à l'arrêt accidentel de la cage.

11 cas à la chute subite de la cage (ou benne) après un arrêt dû à un coïncement.

¹ Köhler, *Lehrbuch der Bergbaukunde* donne pages 426-429 l'assemblage Baumann et le dispositif Lindenmann, dessins et descriptions.

² Pour les détails, voir *Génie civil*, tome XXI, p. 67 et suiv. *Le câble de Mot*, par M. Doury.

¹ Le *Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen* de 1891 donne des tableaux statistiques très complets, suivis des conclusions fort intéressantes et bien exposées de M. l'Oberbergrath Menzel.

7 à 8 cas à une mauvaise soudure des pièces en fer, anneaux, chaînes, etc.

17 à 18 cas pour lesquels la cause n'a pu être nettement déterminée.

Il sera parlé plus loin de la part importante des ruptures qui affectent les chaînes et autres organes intermédiaires et des conseils judicieux que M. l'Oberbergrath Menzel donne à ce sujet.

Notons encore que, sur les 133 ruptures d'engins constatées, 3 seulement se sont produites pendant la translation du personnel¹. D'autre part, 16 ruptures seulement sur les 133, ainsi à peine 12%, ont eu lieu pendant la descente de la cage; d'ailleurs 11 de ces 16 cas étaient dus au coincement de la cage (ou benne) ou à sa chute subséquente. Il paraît bien résulter de ces chiffres que la descente est moins dangereuse que la montée. Il doit en être ainsi, puisque l'effort est moindre dans le premier cas. D'autre part, l'action des parachutes, comme nous verrons plus loin, étant mieux assurée pendant la montée, une rupture aura en général des conséquences moins graves que lorsqu'elle se produit pendant la descente. Il est consolant de penser que ce dernier cas, particulièrement redoutable, est relativement rare. Il convient cependant de le prévoir et d'y parer, et nous espérons montrer plus loin que ce problème peut être résolu aujourd'hui, grâce au perfectionnement des parachutes.

Diminution du nombre des ruptures.

Nous avons vu plus haut que la sécurité dans les puits de mine a gagné partout, soit que le nombre d'accidents mortels y a diminué dans une mesure notable. Il serait intéressant de pouvoir faire dans ces résultats réjouissants des statistiques les plus récentes, la part qu'on peut attribuer aux progrès réalisés dans la fabrication et la surveillance des câbles d'extraction. Mais cette part n'a pas été partout dégagée d'une manière très nette des autres causes d'augmentation de la sécurité. Pour la France, une statistique des accidents survenus dans les puits insérée dans le rapport déjà souvent cité de M. Reumaux réunit d'une part les accidents dus aux ruptures de machines, engins, câbles, parachutes, etc., de l'autre ceux qui ont pour cause des chutes dans les puits. Elle donne le nombre de tués et celui des blessés pour chacune de ces deux principales catégories d'accidents. Nous avons déjà cité un fait qui peut étonner à première vue, c'est que le nombre moyen d'ouvriers tués (de 1870 à 1886) par des chutes est double de celui des morts par suite de ruptures d'engins.

¹ En Westphalie, de 1876 à 1880, il n'y a pas eu une seule rupture de câble ayant entraîné mort d'homme, alors qu'on fait circuler journellement près de 85 000 ouvriers par les câbles. M. Aguillon attribue ce beau résultat en bonne partie à l'excellent règlement de Dortmund qu'il cite comme un vrai modèle.

Parmi ces derniers accidents, le câble doit jouer un rôle important bien que les chaînes et autres organes métalliques donnent aussi lieu à de fréquentes ruptures, à juger d'après la statistique, citée plus haut, des mines saxonnes : dans tous les cas, il est permis d'attribuer le progrès réalisé en France dans la prévention de ces ruptures, en grande partie à une fabrication plus soignée et à une surveillance plus sévère des câbles. Nous avons comparé, pour mesurer ce progrès, les deux périodes successives, de huit ans chacune, allant de 1871 à 1878, et de 1879 à 1886. Tandis que le nombre moyen des ouvriers occupés s'est légèrement accru entre ces deux périodes de 73 664 à 76 816, le nombre moyen des hommes tués par an et par suite de ruptures d'engins s'est abaissé de 18 à 7,6, soit plus de moitié; celui des blessés de 99,5 à 23,0 soit de 76%.

La statistique plus récente des mines saxonnes, qui va de 1884 à 1890, et qui comprend toutes les ruptures d'organes de suspension, câbles, chaînes, etc., nous donne 25 ruptures par an pour la première période de 1884 à 1886, et 14 ruptures seulement pour la seconde, de 1889 à 1890¹. En Allemagne, on tient avec raison à relever toutes les ruptures de câbles et d'autres organes de suspension de cage qui surviennent pendant le service, lors même que ces ruptures ne donnent lieu à aucun accident de personnes ou de matériel. On obtient ainsi des données plus concluantes sur le degré de sécurité qu'on peut attendre du matériel d'extraction employé, et sur les progrès obtenus sous ce rapport.

Enfin, en Prusse, grâce au registre exigé pour chaque câble, les statistiques officielles donnent les chiffres qui se rapportent aux câbles seuls. Nous avons consulté à ce sujet d'abord la statistique des câbles westphaliens citée dans le rapport de M. Aguillon, et nous avons trouvé que le nombre de câbles qui se sont rompus au service de 1872 à 1875, représentait 12,86% des câbles d'extraction employés, et que ce chiffre s'abaisse à 7,63% pour la période suivante de 1876 à 1879.

La statistique plus récente des câbles d'extraction du district de Breslau nous offre un progrès plus marqué encore : 5,86% de câbles rompus de 1882 à 1885, et seulement 1,46% de 1886 à 1890.

On voit qu'il y a progrès sensible partout, et il est permis d'espérer qu'il ne s'arrêtera pas là et se dégagera encore plus nettement lorsque l'excellente prescription des registres de câbles et de la déclaration de toutes les ruptures en service, dont l'administration prussienne a donné l'exemple, sera observée dans tous les pays de mines.

(A suivre.)

¹ Les statistiques d'accidents très détaillées publiées chaque année par l'administration des mines saxonnes, montrent que le nombre moyen de ces accidents, fortement influencé par de grandes catastrophes de 1860 à 1880, s'est singulièrement abaissé depuis lors, sur tout ces dernières années.