

CHAPITRE II. — Région de Fays-les-Veneurs.

INTRODUCTION.	1084
§ 1. Ruisseau du Pont-le-Prêtre	1085
§ 2. Ruisseau de Fays-les-Veneurs	1086
§ 3. Ruisseau des Alleines	1087

CHAPITRE III. — Régions diverses.

Vivy, Mogimont, Ucimont, Auby, Cugnon, Grandvoir, Hompré, Herbeumont, Marbehan, Amberloup . . .	1089
Bibliographie	1092
Tableau par ordre alphabétique des ardoisières et travaux de recherche mentionnés	1095

CHRONIQUE

Note sur les coefficients de sécurité des câbles d'extraction

PAR

l'Ingénieur H. HERBST

Directeur de la station d'essais de câbles de l'Association houillère
de Westphalie, à Bochum.

Publiée dans le n° 17, du 26 avril 1923, de la revue

« GLÜCKAUF »

Traduction de O. VERBOUWE

Ingénieur principal des Mines à Mous.

Résistance des câbles imposée par les prescriptions réglementaires en vigueur.

Comme suite aux discussions de la Commission Prussienne des câbles d'extraction, Baumann, H. Herbst et Speer ont traité d'une façon approfondie la question des coefficients de sécurité des câbles d'extraction et des relations existant entre le coefficient de sécurité, la charge de rupture des fils à la traction et la section des câbles. Leurs études ont été publiées dans la revue « Glückauf » pendant les années 1910 à 1913. Ces exposés demandent à être complétés au point de vue pratique parce qu'il ne font pas ressortir d'une façon assez nette les difficultés que les coefficients de sécurité prescrits par le règlement des mines de 1911 ont occasionnées aux mines de grande profondeur, et qu'ils ne précisent pas suffisamment la façon dont il peut être remédié à ces difficultés. Il est également utile de rechercher quelle est la sécurité réelle par rapport à la sécurité calculée en tenant compte du coefficient réglementaire.

On sait que tout câble d'extraction doit avoir, d'après le règlement de 1911, un coefficient de sécurité minimum de six pour l'extraction des produits et de huit pour la translation du personnel. Pour les câbles des poulies Koepe, qui sont seuls à envisager aux plus grandes profondeurs et qui, pour cette raison, méritent ici une

attention spéciale, les coefficients de sécurité initiaux prescrits sont de 7 et 9,5; il est, en effet, admis que ces câbles perdent normalement 15 % de leur résistance pendant la durée de deux ans prévue pour leur service.

Speer a cru devoir combattre la nécessité pratique d'un abaissement des coefficients de sécurité. Sa façon de voir se basait toutefois sur des considérations inexactes. D'abord il prenait comme point de départ la longueur pour laquelle les fils se rompent sous la charge de leur propre poids. Pour déterminer cette longueur, il attribuait aux fils un poids spécifique de 7,8, soit pour 1 millimètre carré de section, un poids propre de 0,0078 kg. par mètre courant. Cependant la longueur pour laquelle un câble se rompt sous la charge de son poids propre, dépend, en dehors de la résistance à la rupture que présentent les fils, du poids spécifique du câble. Le poids d'un mètre de câble par millimètre carré de section portante doit être évalué entre 0,0092 et 0,0098 kg. pour tenir compte des âmes du câble et des torons et aussi de la surlongueur des fils résultant du câblage. Par sa façon d'opérer, Speer est arrivé à des poids propres trop faibles et ainsi les profondeurs données par ses calculs sont exagérées. En second lieu il s'est limité à des charges de 14.400 kg. qui sont trop faibles, et qui ont fait donner à ses calculs des résultats trop favorables. Il existe en effet dans l'Inspection générale de Dortmund environ 40 installations où les charges portées par les câbles d'extraction dépassent 17.000 kg. et même notablement plus si l'on considère l'extraction en pierres. Actuellement les charges les plus grandes pour l'extraction du charbon atteignent 20.000 kg. Néanmoins la section à donner au câble d'extraction d'après les prescriptions relatives à l'extraction du charbon ne présente, même pour cette charge, aucune difficulté notable jusqu'à la profondeur de 1.200 m. Pour ce cas il faut un câble de 64 millimètres de diamètre, composé de six torons de 37 fils de 3 millimètres, en acier de 175 kg. de charge de rupture par millimètre carré. Ce câble, pour une section portante de 1.527 millimètres carrés, a un poids de 14,9 kg. par mètre courant. Par contre les prescriptions relatives à la translation du personnel constituent des exigences beaucoup plus sévères. Si pour la translation du personnel on compte sur une charge de 15.000 kg. comprenant 1° le poids de la cage avec portes et attelage soit 9.750 kg. et 2° celui de 70 personnes soit 5.250 kg., il se fait que, pour le coefficient de sécurité de 9,5, le même câble ne peut théoriquement servir que pour la profondeur de 890 mètres. En

outre, pour être certain que la sécurité sera toujours d'au moins 9,5 il faut pratiquement se baser sur un coefficient de sécurité d'au moins 9,8. Ainsi ce câble convient seulement pour la profondeur de 830 mètres.

Ce câble peut être considéré actuellement comme constituant à peu près la limite de ce que l'on peut réaliser dans de bonnes conditions pour un câble rond de 6 torons, en employant des fils à section uniforme. Naturellement il est difficile de fixer avec précision et certitude une telle limite puisqu'elle dépend pour une grande part de l'habileté que le fabricant peut apporter dans l'exécution. C'est pourquoi elle ne doit pas être considérée comme étant la limite des possibilités futures. Mais si, à côté de la sécurité calculée en appliquant le coefficient de sécurité prescrit, on veut tenir compte de la sécurité réelle, laquelle dépend aussi bien de la charge effective que le câble est capable de supporter que de la bonne confection de celui-ci, on est amené à adopter pour la dite charge, une limite à laquelle on peut satisfaire d'une manière relativement aisée, et l'on ne devra pas perdre de vue que des câbles, calculés pour porter des charges supérieures à cette limite, présentent un certain manque de sécurité, qu'on ne peut pas fixer par le calcul. En raison de ce fait nous examinerons ci-après l'importance de la sécurité réelle par rapport à celle résultant du calcul.

Importance de la sécurité réelle dans les cas de fortes charges comparativement à la sécurité calculée.

L'augmentation de la résistance d'un câble peut être obtenue aussi bien par l'accroissement de la résistance du métal employé que par celui de la section du câble. On ne peut pratiquement augmenter la charge de rupture du métal que jusque 180 kilogrammes environ par millimètre carré. Et même cette limite ne peut être atteinte que pour des fils n'ayant guère plus de 2,8 millimètres de diamètre. Avec des fils plus gros il faut choisir une résistance plus faible. C'est pour cette raison que pour le câble mentionné plus haut, constitué de fils de 3 millimètres, la charge de rupture a été fixée à 175 kg. par millimètre carré. Il est à noter que plus la difficulté de fabrication des fils est grande, plus grand est le déchet de la fabrication et plus grande sera pour le fabricant la tentation d'employer des fils de moindre qualité. Abstraction faite de cette considération, l'auteur partage complètement l'opinion d'après laquelle les fils en acier à très haute charge de rupture méritent toute confiance.

Les essais de Speer ont établi que des fils en acier à haute charge de rupture ne sont pas inférieurs à des fils en acier à plus faible charge de rupture, en ce qui concerne le nombre de flexions, pour des rayons de courbure atteignant jusque 300 millimètres. Ainsi qu'il résulte d'un examen précis des résultats des essais, ils ne leur sont pas non plus pratiquement supérieurs. Les comparaisons faites par Speer et d'après lesquelles les fils en acier à haute charge de rupture paraissent supérieurs, sous le rapport du nombre de flexions, ne répondent pas aux conditions de la réalité. Ces comparaisons sont en effet faites en se basant sur des charges absolument identiques portées par les fils pendant les flexions, alors que les fils en acier à forte charge de rupture sont en pratique naturellement chargés davantage que ceux en acier moins résistant. Si l'on compare les nombres de flexions pour des charges correspondant à un même coefficient de sécurité à la traction, on constate que, avec les mêmes rayons de courbure, le nombre de flexions n'est pas sensiblement plus grand pour les fils en acier à résistance élevée.

D'autre part les fils en acier très résistant inspirent une certaine défiance. En effet par suite de l'étirement à froid le métal est amené à un état instable et en quelque sorte contre-nature; aussi l'on croit devoir compter sur ce que, avec le temps, des modifications, donnant à réfléchir, pourraient se produire. On prétend que c'est une illusion que de croire que le coefficient de sécurité calculé augmente avec l'accroissement de la charge de rupture du métal employé. Un coefficient de sécurité plus faible, pour une résistance de métal proportionnellement moindre, offrirait en réalité la même sécurité :

En général l'expérience démontre que les métaux de différentes résistances se valent. Aucune différence ne ressort des statistiques. Néanmoins on constate plus souvent des dégradations aux attaches pour les câbles faits avec des fils en acier à haute résistance, peut-être parce que ces fils seraient plus sensibles aux actions dynamiques ou aux pressions latérales ou en même temps aux deux genres d'effort. En tout cas il y a assez de raisons pour ne pas dépasser les limites de résistance signalées plus haut.

L'augmentation de la section par l'emploi d'un plus grand nombre de fils présente également des désavantages. Dans ce cas il devient plus difficile de donner la même tension à tous les fils au cours de la fabrication du câble. Une répartition inégale de la charge entre les divers fils a pour conséquence l'abaissement de la résistance réelle du câble. La différence entre la résistance réelle et celle donnée par

le calcul devient ainsi supérieure à celle que l'on doit prévoir pour tenir compte de l'obliquité des fils par rapport à l'axe du câble.

Pour vérifier l'influence que le nombre de fils peut exercer sur le rapport entre la résistance réelle du câble et celle ressortant du calcul, des comparaisons ont été faites entre les résistances constatées par la rupture de bouts d'essai prélevés dans des câbles neufs et celles résultant de la rupture des fils essayés séparément.

Le tableau suivant indique les différences moyennes constatées pour des câbles comportant différents nombres de fils; il indique aussi le nombre de câbles essayés.

Nombre de fils.	0-100	101-150	151-200	201-250	plus de 250
Différence entre la résistance réelle et celle donnée par le calcul %	-7,6	-9,4	-10,9	-12,1	-14,7
Nombre de câbles.	11	21	18	15	7

Les essais n'ont été effectués que sur des câbles ronds et d'une façon générale seulement sur des câbles formés de torons ronds. Il ne semble pas en effet que l'on puisse se fier à la comparaison de résultats d'essais de câbles à torons ronds et de câbles à torons triangulaires et cela à cause des fils axiaux triangulaires à section relativement forte. Il est toutefois à noter que pour 5 des 6 câbles à torons triangulaires essayés, les différences ont été plus faibles que pour la moyenne des câbles à torons ronds. C'est seulement pour les câbles ayant un très grand nombre de fils, qu'il a fallu considérer des câbles présentant plusieurs couches de torons; ce sont en effet ces câbles qui renferment le plus grand nombre de fils.

Pour les câbles dont les différents torons possèdent un fil axial, il a été tenu compte de la résistance de ce fil, qui coopère, à n'en pas douter, à la résistance du câble. Si l'on négligeait le fil axial, on ne pourrait établir de comparaison rationnelle avec des câbles ne comportant pas de pareils fils. Les prescriptions administratives ne permettent pas de tenir compte des fils axiaux pour le calcul de la résistance du câble et cela en raison de l'opinion fort répandue que les fils axiaux ont un allongement inférieur à celui du câble et se rompent donc les premiers. L'allongement d'un câble, formé de torons et dans lequel les fils ont subi un double enroulement, n'est pas sensiblement supérieur à celui des fils constituant le câble. De

nombreux essais sur des longueurs de 1 mètre à 1^m,30 entre repères ont accusé pour les câbles entiers des allongements de 2 à 3 % au moment de la rupture, alors que les allongements de fils isolés du même câble n'étaient inférieurs à ces taux que de quelques millièmes. Les différences sont donc beaucoup plus faibles que l'on ne serait tenté de le croire.

En outre il y a lieu de noter, que, lors des essais de rupture de bouts de câbles, ce sont les fils extérieurs, qui se brisent presque toujours les premiers et que pour les torons dont la rupture n'est pas complète, ce sont toujours les fils intérieurs avec le fil axial qui restent intacts. On est en conséquence tenté de croire qu'on n'attache pas assez d'importance à l'effet nuisible du câblage, alors qu'on exagère l'effet de traction exercé sur les fils axiaux. Pour les câbles à torons triangulaires il faut également admettre que les fils axiaux à section triangulaire interviennent intégralement dans la résistance du câble, car autrement la faible différence existant entre les résistances effective et théorique de ces câbles ne serait pas explicable.

Les fils dont, par suite de leur défectuosité on ne peut, d'après les prescriptions administratives, tenir compte lors du calcul de la résistance des câbles, ont également été considérés comme participant à la résistance. Ces prescriptions ne les excluent en effet que parce qu'on ne peut s'y fier pour une durée de service prolongée et non pas parce qu'ils n'interviendraient pas dans la résistance du câble.

Le tableau qui précède montre clairement que la charge de rupture effective diminue par rapport à la charge de rupture calculée, à mesure que le nombre des fils augmente. En conséquence si l'on augmente la section portante en augmentant le nombre de fils, on ne peut s'attendre à ce que la charge de rupture réelle soit augmentée dans la même proportion que la résistance calculée. Inversement si l'on abaisse la sécurité calculée, il en résultera une réduction de la sécurité réelle d'autant plus faible que le nombre de fils constituant le câble sera moindre.

Dans cet ordre d'idées il faut d'une façon générale avoir égard au rapport qui existe entre la charge de rupture réelle et celle donnée par le calcul. Ce rapport se modifie avec le travail et la durée de fonctionnement du câble. Pour des câbles neufs ce rapport ressort des chiffres donnés ci-dessus. Il faut toutefois remarquer, que parfois la charge de rupture réelle reste encore beaucoup plus en dessous

de la résistance calculée, notamment lorsque l'éprouvette est prélevée au bout extrême du câble. Pour des causes inhérentes à la fabrication même du câble, ce bout présente souvent de plus grandes irrégularités de câblage, qui s'effacent par la suite au cours du fonctionnement du câble. A l'origine la charge de rupture du câble est influencée par ces irrégularités. Si pour des câbles neufs il faut couper une partie de câbles neufs, il convient en conséquence de prélever l'éprouvette du côté qui se trouvait vers le milieu du câble.

Le câble atteint sa charge de rupture maximum lorsqu'il a été en service pendant quelque temps et qu'il n'a pas encore subi une usure appréciable. A ce moment les irrégularités de câblage se sont partiellement effacées.

Avec le début de l'usure commence la diminution de la résistance effective et de la résistance calculée ; cette dernière diminue toutefois plus rapidement, en sorte qu'il arrive un moment où la résistance effective est supérieure à celle donnée par le calcul. Ceci s'explique par le fait que lors de l'essai des fils isolés, chaque fil casse dans sa section la plus faible, tandis que la section la plus faible du câble comporte une quantité de sections de fils n'ayant subi aucun affaiblissement. Il se fait ainsi qu'une plus grande section intervient pour la charge de rupture effective que pour celle donnée par le calcul.

Lorsqu'une usure encore plus accentuée, surtout si elle est accompagnée de rouille, amène un fort relâchement du câblage, il peut se faire que la charge de rupture réelle descende nouveau en dessous de la résistance calculée, parce que dans ce cas lors de l'essai sur le bout de câble une quantité de fils ne travaillent plus par suite de leur relâchement. Par contre la charge de rupture de ces fils, même si elle est fort affaiblie, intervient cependant dans le calcul de la charge de rupture déduite de la résistance des fils essayés isolément.

Pour les considérations qui précèdent il est admis que la résistance calculée est obtenue en tenant compte de la résistance de tous les fils, même de ceux, qui par suite de leur qualité médiocre ne peuvent pas entrer en ligne de compte d'après les prescriptions administratives.

Il faut signaler que l'augmentation de la section des câbles et conséquemment de leur diamètre entraîne une augmentation des efforts de flexion, efforts qui ont été négligés jusqu'ici, bien qu'ils influent sur la résistance réelle des câbles.

En outre il y a lieu de mentionner, que d'après Heilandt (note relative au calcul des câbles métalliques, Glückauf 1916, page 42) il

faut tenir compte de ce qu'il se peut que les efforts dynamiques provenant des ballottements du câble sont d'autant plus grands, que le poids du câble constitue une partie plus forte de la charge totale. L'exactitude de cette théorie n'a toutefois pas été établie pratiquement. Elle paraît être en contradiction avec la conception d'après laquelle les efforts dynamiques sont moindres pour les câbles longs à cause de la plus grande élasticité de ceux-ci. Il est en effet à noter que plus le câble est long, plus importante est la part d'intervention du câble dans la charge totale. Il ne faut cependant pas rejeter sans plus la théorie de Heylandt comme invraisemblable en pratique; il se fait en effet qu'on a constaté à différentes reprises de fortes dégradations par ruptures de fils à l'attache de câbles desservant des puits très profonds. Ces ruptures, intervenant en cet endroit, ne s'expliquent que par l'action d'efforts dynamiques. Ces dégradations ont en tout cas amené la Direction d'une mine très profonde à réduire la vitesse maximum d'extraction de 20 à 12 mètres par seconde. Cette mesure, évidemment très conséquente pour des puits de 1.000 mètres de profondeur, a donné de très bons résultats.

En réalité la théorie de Heylandt n'est pas en contradiction avec le fait que grâce à leur élasticité des câbles très longs supportent mieux que des câbles plus courts d'importants efforts isolés, comme il peut s'en produire par suite de freinages violents de la machine d'extraction ou de chocs subis par les cages. Cette théorie a plutôt trait aux efforts dus aux ballottements des câbles, efforts qui sont d'ailleurs constatés par l'enregistreur d'accélération de Jahnke et Keinath. Il n'est pas douteux que les dégradations mentionnées dans les cas de câbles de grande longueur ne proviennent pas de quelques chocs violents, mais bien d'une succession d'efforts plus faibles dus à des ballottements. On peut arriver à cette conclusion d'abord en se basant sur le fait de la rupture de fils et ensuite en ayant égard à l'influence favorable de la réduction de la vitesse d'extraction, réduction qui, comme on sait, diminue le ballottement des câbles.

Si l'on examine les difficultés inhérentes aux fortes résistances, que les prescriptions actuelles imposent, on reconnaît que l'augmentation de ces résistances est accompagnée de désavantages de plus en plus grands. Il s'en suit qu'il faut éviter d'exagérer la sécurité calculée et l'on se demande si les coefficients de sécurité, fixés plus au moins au sentiment, constituent bien réellement la limite de ce que l'on doit exiger en vue de la sécurité des installations.

Parmi les ruptures de câbles connues survenues dans l'Inspection générale de Dortmund depuis la mise en vigueur de la réglementation actuelle, il n'existe aucun cas pour lequel on peut dire avec quelque certitude que la rupture aurait été évitée par l'emploi d'un câble plus fort. Cette hypothèse n'est même pas justifiée pour les cas, dans lesquels des câbles se sont rompus à la patte sans raison apparente, notamment au moment d'un changement de marche. On ne peut expliquer ces ruptures que par ce que des efforts dynamiques répétés auraient occasionné au voisinage de la patte des dégradations restées cachées et devenues dangereuses peut-être bien, en partie du moins, par suite de l'existence de fils de mauvaise qualité.

Rappelons comme exemple la rupture survenue à la patte d'un câble de 46 millimètres de diamètre, à sens de câblage uniforme et composé d'une âme en chanvre avec fil de fer axial et de 6 torons comprenant chacun 3 fils clairs de 1,6 millimètre et 20 fils de 2,7 millimètres. La charge de rupture des fils était d'environ 185 kg. par millimètre carré. Le câble fut en service pendant environ 7,5 mois dans une installation à poulie Koepe, dépourvue de taquets aux recettes. Les coefficients de sécurité calculés étaient à l'état neuf de 10,4 pour la translation du personnel et 7,9 pour l'extraction des produits. L'enquête a établi qu'à l'endroit de la rupture, le câble avait perdu au moins 1/3 de sa section par suite de ruptures des fils. Les fils étaient manifestement dépourvus des qualités nécessaires pour résister aux efforts dynamiques répétés résultant des ballottements. Vu la défectuosité des fils il ne semble pas qu'on puisse admettre qu'une plus forte section du câble aurait augmenté la sécurité. Cet exemple tend à démontrer qu'en cas de métal défectueux, un coefficient de sécurité très élevé ne peut produire une sécurité réelle.

Les deux accidents survenus en novembre 1920 aux mines Radbod et Westfalen paraissent établir qu'on avait attaché trop peu d'importance à la sécurité effective comparativement à la sécurité calculée. En vue de renforcer cette dernière, on avait adopté des câbles dont, par suite du mode de fabrication, la sécurité effective avait été influencée par la qualité défectueuse des matières premières — fils métalliques, chanvre des âmes, huile de graissage — plus fortement qu'elle ne l'aurait été si l'on avait adopté des câbles dont la résistance déterminée par le calcul aurait été plus faible, mais dont la fabrication aurait été normale. On peut ainsi à juste

titre attribuer ces accidents plutôt à une sécurité calculée trop élevée qu'à une sécurité calculée trop faible.

Par contre ces câbles ont fait preuve d'une capacité de résistance extraordinaire dans des cas relativement nombreux de rencontres de cages, de mises à molettes ou d'autres efforts dynamiques accidentels de grande violence.

Les mesures d'accélération faites avec l'appareil de Jahnke et Keinath ont démontré, d'autre part, que les efforts dynamiques diminuent très fortement avec la réduction de la vitesse. Il s'ensuit que la faible vitesse prescrite pour la translation du personnel constitue un réel accroissement de la sécurité. La valeur de cette mesure ressort surtout de la statistique qui fait apparaître dans quelles proportions importantes les accidents sont dus à des efforts dynamiques, soit de violents efforts isolés, soit des efforts répétés de peu d'importance ayant conduit petit à petit à la rupture.

Eu égard à ce que la réduction de vitesse, adoptée pour la translation du personnel, doit être considérée comme un accroissement de sécurité, on doit se dire que la sécurité calculée, prescrite pour la translation du personnel, paraît avoir été relevée trop fort comparativement à ce qui était fixé par les prescriptions antérieures. Ce renforcement de la sécurité calculée conduit à des sections de câble qui, du moins pour les grandes profondeurs et les fortes charges, font prévoir en pratique plus de désavantages que d'avantages. Cette façon de voir se trouve également à la base de la proposition faite par Koerfer, qui veut réduire le coefficient de sécurité à mesure que la profondeur augmente et propose dans ce but d'adopter des coefficients de sécurité distincts pour la charge et pour le poids propre du câble (voir Glückauf 1913, pp. 1729 et 1936).

Pour arriver au même but, F. Herbst a suggéré l'introduction d'un coefficient de sécurité additif (1). La proposition de Koerfer se base sur la conception que les câbles longs, plus élastiques que les câbles courts, souffrent moins des chocs; en faveur de l'idée de Herbst, il faut retenir le fait que des efforts dynamiques isolés ont moins d'importance dans le cas de grandes masses que dans celui de masses plus petites. Par exemple un défaut d'établissement du guidonnage peut occasionner une rupture de câble dans le cas d'une petite installation d'extraction par puits intérieur, tandis que dans

(1) Glückauf 1912, p. 902.

le cas d'une installation puissante, dans un puits d'extraction principal, on ne doit s'attendre qu'à voir le même défaut produire tout au plus une rupture de guides.

Alors que la conception de Herbst ne peut être considérée comme vraie que dans un nombre limité de cas, il se fait que la proposition de Koerfer conduit à de grandes complications dans le calcul des câbles, surtout quand on admet des coefficients de sécurité variables avec les charges et les profondeurs, ainsi que Baumann l'a suggéré (voir Glückauf 1913, p. 1652).

Recherchons s'il n'est pas possible d'arriver d'une façon plus simple et plus pratique à réduire suffisamment la rigueur de la réglementation existante.

Abaissement du coefficient de sécurité pour la translation du personnel, dans le cas où les efforts dynamiques sont faibles.

Les prescriptions antérieures (ordonnance du 28 mars 1902 de l'Inspection générale de Dortmund) prévoyaient un coefficient de sécurité de 6 pour l'extraction pendant toute la durée de service, avec la condition que, pour la translation du personnel, le poids des personnes, portes, etc., ne dépassât pas 50 % du poids des wagonnets chargés de charbon. Avec cette prescription il suffirait encore actuellement, dans la grande majorité des cas, de calculer les câbles pour la charge qu'ils supportent lors de l'extraction des produits; mais les câbles ainsi calculés ne satisfont pas dans la plupart des cas aux prescriptions actuelles, ainsi que nous le montrerons plus loin.

Parfois on entend exprimer l'avis que si, dans la réglementation actuelle, un coefficient de sécurité plus grand est imposé pour la translation du personnel que pour l'extraction des produits, c'est dans le but d'arriver à ce que, dans les cas douteux, la rupture se produise pendant l'extraction des produits et non pendant la translation du personnel. Rappelons que cette conception était à la base de la réglementation précédemment en vigueur et que, dans la suite, elle a été rejetée, la pratique ayant établi son manque d'efficacité. Par contre la prescription actuelle permet de ne pas charger davantage le câble pendant l'extraction des produits que pendant la translation du personnel. Elle exige seulement que pour la translation du personnel, les valeurs minimum du coefficient de sécurité soient plus élevées que pour l'extraction des produits.

Les chiffres prescrits 6 et 8 ou 7 et 9,5, dont le rapport est de 0,75, signifient que dans les cas pour lesquels la charge totale (charge de la cage et poids du câble) pendant la translation du personnel dépasse 75 p. c. de la charge existant lors de l'extraction des produits, il faut calculer le câble pour la charge existant lors de la translation du personnel. Dans le cas contraire, il faut calculer le câble pour la charge existant lors de l'extraction des produits.

Pour se faire une idée générale, il serait théoriquement utile d'étudier tous les points de vue qui établissent comment la résistance à prévoir pour le câble dépend des conditions diverses dans lesquelles on peut se placer au point de vue des coefficients de sécurité, des charges et des profondeurs. Nous laisserons toutefois cette étude scientifique de côté et nous nous bornerons à montrer par quelques exemples où conduit, dans les conditions de la pratique, le calcul des câbles avec les coefficients de sécurité imposés.

Les exemples sont choisis principalement dans l'exploitation des mines de charbon qui, en ce qui concerne les profondeurs et les charges, se présentent dans les conditions les plus sévères. À côté de très fortes charges, nous donnons également des exemples de charges moyennes et faibles, pour établir également dans ces cas l'effet de variations des coefficients de sécurité.

Le tableau I donne la constitution des différentes charges qui ont été envisagées. On voit que dans la plupart des cas le poids additionnel, intervenant lors de la translation du personnel, est inférieur ou peu supérieur à 50 p. c. du poids des wagonnets chargés entrant dans la constitution de la charge totale pour l'extraction des produits.

D'après la réglementation précédemment en vigueur, il eût suffi, dans ces cas, d'un coefficient de sécurité minimum de 6 pour l'extraction des produits. Pour le câble neuf, le coefficient de sécurité pour l'extraction des produits λ_E aurait dû être de 7,3.

TABLEAU I.

Constitution de diverses charges.

	I			II		III				IV	
	Cage lourde pour 8 wagonnets			Cage moyenne pour 8 wagonnets		cage de 4 wagonnets				Cage pour 2 wagonnets	
	Extraction kg.	Translation		50 personnes extrac- tion	trans- lation	a po- tasse	b char- bon	a po- tasse 2)	b char- bon 28	personnes translation	12 personnes extrac- tion
a 80		b 50	kg.								
Cage vide . . .	7.000	7.000	7.000	6.000	6.000	3.000	3.400	3.000	3.400	2.000	2.000
Attelage (1) . .	2.000	2.000	2.000	1.200	1.200	800	600	800	600	100	100
Wagonnets chargés .	10.400	—	—	8.000	—	4.400	4.000	—	—	1.700	—
Personnes . . .	—	6.000	3.750	—	3.750	—	—	1.500	2.100	—	900
Portes . . .	—	200	200	—	200	—	—	100	100	—	100
Totaux . . .	19.400	15.200	12.950	15.200	11.150	8.200	8.000	5.400	6.200	3.800	3.100

Pour ces exemples, les coefficients de sécurité λ_E ont été calculés pour différentes profondeurs et pour les sections de câble obtenues en se basant sur les coefficients de sécurité λ_T imposés pour la translation du personnel.

Le tableau II donne sous la lettre A les valeurs ainsi obtenues pour λ_E . Il est à noter que pour les câbles des poulies Koepe, le coefficient de sécurité λ_T doit être d'au moins 9,5 pour le câble neuf et que pour les câbles des machines d'extraction à tambour, il convient également de choisir en pratique le même coefficient pour les câbles neufs, si l'on veut éviter que le coefficient de sécurité λ_T ne descende trop tôt en dessous de 8. Comme il a été mentionné plus haut, il faut en pratique prévoir les câbles un peu plus forts que ce qui est imposé. Comme pour les grandes profondeurs un renforcement relativement

(1) Compris l'attelage du câble d'équilibre et le poids de la partie de ce câble allant de l'accrochage au point inférieur de la boucle formée par ce câble.

TABEAU II.
Sections des câbles F (1) et coefficients de sécurité λ_E pour l'extraction des produits correspondant à différentes profondeurs

PROFONDEURS m/m	I		II		III		IV(2)					
	F m/m ²	λ_E										
A. — Sécurité pour la translation du personnel $\lambda_T = 9,8$												
200	920	7,83	851	6,76	677	7,39	360	6,67	376	7,76	206	8,12
400	1.041	8,02	928	7,04	765	7,60	392	6,92	425	7,96	237	8,32
600	1.200	8,23	1.020	7,28	878	7,82	431	7,20	488	8,15	277	8,49
800	1.410	8,43	1.200	7,58	1.030	8,06	500	7,50	573	8,35	334	8,69
1.000	1.710	8,63	1.460	7,90	1.250	8,31	607	7,82	696	8,56	419	8,89
1.200	2.170	8,85	1.850	8,22	1.590	8,60	772	8,16	886	8,82	564	9,08
B. — Sécurité pour la translation du personnel $\lambda_T = 8,8$												
200	851	7,02	851	6,05	667	6,62	360	5,97	351	6,95	184	7,27
400	928	7,16	928	6,25	727	6,78	392	6,16	383	7,10	207	7,44
600	1.030	7,32	1.020	6,47	800	6,96	431	6,46	421	7,25	237	7,60
800	1.180	7,50	1.130	6,67	890	7,16	480	6,62	481	7,42	277	7,74
1.000	1.380	7,65	1.280	6,94	1.015	7,36	539	6,88	563	7,60	333	7,89
1.200	1.670	7,82	1.460	7,18	1.225	7,57	593	7,14	682	7,78	419	8,06

(1) Les valeurs en chiffres gras ont dû être calculées pour la charge d'extraction des produits; elles correspondent donc à la valeur $\lambda_E = 7,3$.

(2) Pour le calcul des sections figurant dans cette colonne on s'est basé sur une résistance de l'acier, de 165 kgs par mm², tandis que pour les autres colonnes les calculs ont été faits en supposant la résistance de l'acier égale à 180 kgs par m/m².

faible du câble a pratiquement une grande importance, il a paru nécessaire de faire entrer ce renforcement en ligne de compte. En conséquence, on a choisi comme coefficient de sécurité de début $\lambda_T = 9,8$.

Comme charge de rupture du métal, le chiffre de 180 kg. par millimètre carré a été admis; c'est la plus grande valeur que l'on puisse admettre en pratique. Ce n'est que pour l'exemple IV que les calculs ont été faits en prenant une charge de rupture de 165 kg. par millimètre carré.

Le poids propre du câble, qui a une grande importance, a été évalué aussi exactement que possible et fixé à 0,0095 kg. par millimètre carré et par mètre courant.

Pour le calcul des sections qui sont également indiquées, nous avons dans les cas qui donnent pour λ_E des valeurs inférieures au minimum admissible, fait les calculs en prenant comme base la charge de l'extraction des produits. Comme plus petite valeur de λ_E nous avons, pour les mêmes raisons de prudence que celles invoquées plus haut, fixé λ_E non à 7 mois à 7,3. Les sections calculées en tenant compte de la charge d'extraction ne correspondent donc pas aux valeurs λ_E , renseignées à côté d'elles dans le tableau, mais à la valeur $\lambda_E = 7,3$. Pour indiquer cela et faire ressortir ces sections, les nombres, qui les indiquent, ont été imprimés en chiffres gras.

A première vue, il résulte de l'examen du tableau que pour tous les cas de grandes profondeurs la section du câble a dû être fixée par la considération du coefficient de sécurité imposé pour la translation du personnel. Pour les faibles profondeurs, il n'a été nécessaire de calculer le câble en tenant compte de la charge d'extraction que pour les exemples I_b et III_a. Les coefficients de sécurité λ_E pour l'extraction sont donc en général notablement supérieurs à 7,3. Ce fait est surtout remarquable dans l'exemple I_a, qui n'est pas un exemple d'un cas extrême choisi arbitrairement, mais correspond à des conditions réalisées en pratique. Ainsi donc c'est dans les cas des plus fortes charges, qui naturellement correspondent toujours aux plus grandes profondeurs, que les charges, portées par le câble pendant l'extraction des produits et qui sont celles qui ont le plus d'importance pour le câble, restent le plus en dessous des charges inadmissibles. En d'autres mots, c'est dans les cas où il y a le plus de raisons d'éviter tout excès dans la section des câbles, vu l'incertitude qui existe pour les très gros câbles entre le rapport existant entre la

sécurité réelle et la sécurité calculée, que pour l'extraction des produits, on arrive aux sections relativement les plus fortes.

En outre, le tableau fait aussi ressortir que les câbles doivent généralement être plus forts, qu'ils n'auraient dû l'être pour satisfaire aux prescriptions antérieures.

Si l'on réfléchit aux efforts faits pour augmenter la sécurité des installations, notamment d'une part par l'introduction de perfectionnements tels que recettes mobiles, poulies largement calculées, nouvelles distributions de machines à vapeur, régulateurs de marche, freins réglables et machines d'extraction électriques et, d'autre part, par l'amélioration des conditions de fabrication des câbles, on doit se dire que cette augmentation de rigueur des prescriptions administratives concernant le calcul des câbles n'est pas de nature à encourager les exploitants à introduire de nouvelles améliorations.

Il est clair que, sans diminuer la sécurité au cours de l'extraction on peut arriver à atténuer la rigueur des conditions actuelles si l'on réduit le coefficient de sécurité imposé pour la translation du personnel. En effet, ce n'est pas le coefficient de sécurité 6, imposé pour l'extraction des produits, coefficient dont la réduction a été examinée au cours de discussions antérieures, qui donne lieu à des difficultés, mais bien le coefficient de sécurité 8, imposé pour la translation du personnel. Si l'on admet pour la translation du personnel le coefficient de sécurité minimum 7 au lieu de 8, et si pour le câble neuf on limite le coefficient de sécurité à 8,5 pour la translation du personnel, on obtient la partie B du tableau II.

Même dans ces conditions, les câbles doivent, pour les grandes profondeurs, être calculés dans la plupart des cas pour la translation du personnel, c'est-à-dire qu'ils doivent être d'une résistance supérieure à celle qui est nécessaire pour l'extraction des produits. Les sections des câbles sont néanmoins réduites dans une proportion telle, qu'avec ce coefficient de sécurité on atteint la profondeur de 1200 m. plus aisément qu'on n'arrive à celle de 1000 mètres avec les coefficients de sécurité actuels.

Le tableau III donne, disposés les uns vis-à-vis des autres, les coefficients de sécurité pour la translation du personnel dans le cas des prescriptions actuelles et dans celui de la modification proposée.

TABLEAU III.

Juxtaposition des coefficients de sécurité pour la translation du personnel, d'après les prescriptions actuelles et d'après la modification proposée.

Profondeur m.	I				II		III				IV	
	a		b		ancien	nouveau	a		b		ancien	nouveau
	ancien	nouveau	ancien	nouveau			ancien	nouveau	ancien	nouveau		
200	9,8	9,1	10,5	10,5	9,8	9,65	10,65	10,65	9,8	9,18	9,8	8,82
400	9,8	8,92	10,15	10,15	9,8	9,40	10,22	10,22	9,8	9	9,8	8,8
600	9,8	8,8	9,8	9,8	9,8	9,16	9,85	9,85	9,8	8,82	9,8	8,8
800	9,8	8,8	9,8	9,45	9,8	8,94	9,8	9,55	9,8	8,8	9,8	8,8
1.000	9,8	8,8	9,8	9,18	9,8	8,8	9,8	9,18	9,8	8,8	9,8	8,8
1.200	9,8	8,8	9,8	8,88	9,8	8,8	9,8	8,8	9,8	8,8	9,8	8,8

Le tableau III montre que dans les cas I à III la sécurité diminue à mesure que la profondeur augmente. Dans le cas IV il en est autrement ; pour les plus faibles profondeurs on y a déjà le coefficient de sécurité 8,8 adopté comme minimum admissible. Une prescription, pour être idéale, devrait imposer pour les faibles sections une sécurité plus grande que pour les fortes sections. Ce desideratum n'est pas réalisé, comme il résulte de ce qui précède. L'expérience renseigne toutefois que pour les faibles sections on choisit toujours des câbles beaucoup plus forts que les règlements ne le prescrivent. Pour de petites installations, spécialement pour des puits intérieurs, on trouve rarement des câbles qui ont, pour la translation du personnel, une sécurité inférieure à 12. Pour les cas dans lesquels un relèvement de la sécurité ne présente pas d'inconvénients et peut être aisément réalisé, la pratique d'elle-même adopte des sécurités très élevées. Dans ces conditions il n'y a pas lieu d'attacher une grande importance au cas IV.

D'autre part la proposition faite arrive sans complications, d'une façon approchée, au but que la proposition de Koerfer atteint d'une façon, il est vrai, plus complète, mais aussi plus compliquée. Elle permet en tout cas de satisfaire aux besoins actuels et d'augmenter avec les moyens existants la profondeur d'environ 200 mètres.

On peut se demander s'il n'est pas nécessaire d'envisager une extension ultérieure de l'industrie minière et spécialement d'examiner si une sécurité de 6 pour l'extraction des produits est vraiment nécessaire. Toutefois comme dans toute la question des coefficients de sécurité on doit juger de sentiment d'après les résultats de l'expérience, on ne peut avancer sur ce terrain que pas à pas et il paraît recommandable d'attendre d'abord les résultats que la modification proposée pourrait donner à l'expérience.

D'autre part on doit tendre à plus de sécurité en adoptant des méthodes qui conduisent à réduire le poids mort. La façon de procéder jusqu'ici en vogue, qui consiste à augmenter la durée des cages en augmentant leurs poids, ne sera plus possible pour de plus grandes profondeurs par suite des moyens limités dont disposent les fabriques de câbles.

Les difficultés que quelques-unes de nos mines les plus profondes rencontrent en ce qui concerne les câbles constituent un sérieux avertissement. Si l'on peut fortement réduire ces difficultés par la réduction des coefficients de sécurité exagérés actuellement imposés, il ne faut cependant pas oublier que dans cette voie il y a une limite qu'on ne peut pas dépasser. Les difficultés rencontrées font reconnaître que les sections de câbles et les résistances de fils actuellement en usage sont très près de la limite de ce qu'on peut réaliser en pratique. En conséquence on doit tendre à renforcer les cages non pas par l'augmentation de leur poids, mais par l'emploi de matériaux de qualité supérieure. Il sera même probablement nécessaire de remplacer un jour l'extraction par cages par celle par bacs.

Il n'est malheureusement pas probable que les exploitants se décideront facilement à diminuer la charge des câbles. On devra donc compter que, même avec la réduction de sécurité proposée, les conditions nouvelles conduiront bientôt, de nouveau, à des câbles ayant les résistances actuelles et que l'on sera par conséquent amené à des sections de câbles et à des résistances de fils que l'on doit éviter au point de vue de la sécurité réelle. Alors on se retrouvera dans la situation actuelle avec cette aggravation que les câbles seront chargés

encore davantage. Comme on ne peut souhaiter de voir ce processus se réaliser, il est recommandable de n'admettre l'abaissement du coefficient de sécurité pour la translation du personnel, qu'à la condition d'adopter certaines mesures de nature à renforcer la sécurité par rapport aux efforts dynamiques, et cela principalement pour l'extraction des produits; car c'est en effet au cours de celle-ci que se produit l'affaiblissement le plus nuisible, du fait des efforts dynamiques.

Parmi ces mesures on peut mentionner :

1° La limitation de la vitesse maximum d'extraction des produits à 14 mètres par seconde pour les machines d'extraction à vapeur. Pour les machines d'extraction électriques et les meilleurs guidonnages des vitesses de 20 mètres par seconde paraissent pouvoir être admises.

2° En cas d'intercalation dans l'attelage de la cage de dispositifs amortisseurs de chocs, on pourrait admettre des vitesses plus fortes, pour autant bien entendu que l'on parvienne à rendre ces dispositifs d'un emploi pratique.

3° L'absence de taquets.

4° L'emploi de freins à pression de freinage réglable.

La première condition peut à première vue paraître rigoureuse au point qu'en pratique elle empêche de profiter des avantages d'un abaissement du coefficient de sécurité pour la translation du personnel. A cela on peut répondre que dans quelques installations à grande profondeur on a, de plein gré, réduit la vitesse aux taux proposés pour diminuer la fatigue des câbles et des guidonnages. Il se peut que fréquemment la réduction de vitesse soit difficilement réalisable, parce qu'elle contrecarre fortement le plan admis pour l'extraction, plan qui malheureusement dans la plupart des cas comporte une surcharge et une précipitation de l'extraction pendant quelques heures de la journée. Chaque directeur de travaux devrait au contraire s'efforcer de rendre l'extraction aussi uniforme que possible pendant toute la durée du poste, afin d'éviter de grandes vitesses d'extraction qui constituent une cause de dangers à laquelle on ne saurait donner trop d'importance. Le nombre de rencontres de cages diminuerait certainement d'une façon notable du fait de la réduction de vitesse.

En intercalant dans l'attelage des dispositifs qui amortissent les chocs, on pourra rendre possible l'adoption de plus grandes vitesses.

Toutefois comme de pareils dispositifs n'ont pas fait leurs preuves jusqu'ici, on ne peut pas encore en tenir compte.

Les conditions renseignées sous le 3^e et le 4^e sont d'ores et déjà réalisées dans les récentes installations de grande importance.

Les considérations qui précèdent ne visent pas à faire adopter d'une façon générale l'abaissement proposé pour la sécurité calculée en le faisant dépendre des conditions préindiquées. Ces conditions pourraient, dans beaucoup de cas, constituer de dures exigences, dont, par suite de l'expérience acquise, la réalisation n'est pas indispensable. Pour les câbles à résistance moyenne, facilement réalisable, il ne faut pas attribuer aux efforts dynamiques une importance telle qu'il faille tendre par tous moyens à une réduction des vitesses. Cette réduction est cependant désirable. D'autre part, des exigences difficiles à remplir se présentent toujours, lorsqu'on fixe des limites. En conséquence, il est à conseiller de s'abstenir également de fixer des limites de résistance, de maintenir les coefficients actuellement fixés et à côté de cela d'admettre les nouveaux coefficients lorsque les conditions énumérées sont observées.

Résumé.

La réalisation de câbles d'extraction à forte résistance entraîne des difficultés principalement en ce qui concerne l'uniformité de la fatigue et la charge de rupture des fils. Par suite de ces difficultés, il paraît désirable d'abaisser le coefficient de sécurité calculé et en revanche d'augmenter proportionnellement la sécurité réelle en diminuant les efforts dynamiques. Les coefficients de sécurité minimum, qui doivent exister pendant toute la durée du service des câbles, pourraient être fixés à 7 pour la translation du personnel et 6 pour l'extraction des produits. Les câbles des poulies Koepe devraient avoir à l'état neuf un coefficient de sécurité de 8,5 pour la translation du personnel et de 7 pour l'extraction des produits. Alors que d'une façon générale, les coefficients de sécurité actuels peuvent être maintenus, on devrait admettre les coefficients réduits en cas d'observation de certaines conditions, qui assurent une diminution des efforts dynamiques.

Statistiques d'Accidents miniers

PAR

M. W. ADAMS

Mémoire présenté à la 13^e assemblée annuelle du National Safety Council, le 30 septembre 1924, à Louisville (Kentucky) et publié dans les « Reports of Investigations » du Bureau des Mines annexé au Département de l'Intérieur des Etats-Unis.

NOTE DE M. HECTOR ANCIAUX

Ingénieur principal des Mines, à Bruxelles

SUJET TRAITÉ

Etablissement d'une statistique des accidents ne donnant lieu qu'à incapacité temporaire, en tenant compte notamment de la durée d'incapacité. Données relatives aux mines des Etats-Unis d'Amérique.

Résumé.

Pour des raisons pratiques les enquêtes ont été jusqu'ici limitées aux accidents qui ont réellement causé des dommages aux personnes; elles ont négligé les accidents qui n'ont pas occasionné, mais auraient pu occasionner de tels dommages.

Il y a deux ans le Bureau des Mines, en collaboration avec le National Safety Council, a entrepris une campagne dans le but de réunir des informations plus complètes sur les accidents dans les mines.

Des études englobant les accidents qui n'entraînent qu'une incapacité temporaire ont déjà été entreprises dans l'Etat de Pennsylvanie, plus récemment par la Tri-State Mine Operators Association formée de compagnies minières du Missouri, du Kansas et de l'Oklahoma et également par la Portland Cement Association.

Cette dernière a publié des statistiques donnant le temps perdu par suite des blessures légères résultant d'accidents.

L'Auteur estime que l'industrie minière ayant toujours été à l'avant-garde pour l'étude des risques industriels, il convient d'étu-

dier de plus près les accidents dans les mines en établissant non seulement les nombres de personnes tuées ou blessées, mais aussi la nature des blessures et la perte de temps de travail qu'elles entraînent, pour aboutir à une évaluation de la *perte économique* occasionnée par les accidents miniers.

Des tables pour le calcul de la perte de temps ont été établies par l'International Association of Industrial Accident Boards and Commissions; une valeur de 6.000 journées est attribuée aux cas de mort ou d'incapacité permanente totale.

Le mémoire analysé s'occupe essentiellement des accidents n'entraînant qu'une incapacité temporaire et dont les conséquences se réduisent en fin de compte à un chômage de l'ouvrier (lost-time accidents). L'auteur ne considère toutefois pas comme accidents les cas où l'incapacité ne s'étend pas au-delà de la journée ou du poste même durant lequel l'ouvrier serait blessé.

Les accidents ainsi définis forment 95 % du total des accidents miniers. Si la perte économique qu'ils n'entraînent est peut-être de moindre importance que celle due aux accidents mortels, leur étude est cependant instructive : plusieurs d'entre eux peuvent amener la mort à longue échéance; ils sont des indicateurs de danger et dénotent un ensemble de risques qui pourraient n'être décelés que tardivement par la statistique des cas mortels.

Au mémoire sont annexées des statistiques établies séparément pour les travaux du fond des mines métalliques et pour ceux des mines de houille et qui donnent la répartition des accidents définis ci-dessus :

- 1° d'après leurs causes ;
- 2° d'après la nature du travail exécuté ;
- 3° d'après l'âge des ouvriers atteints ;
- 4° d'après les jours de la semaine ;
- 5° d'après l'heure de l'accident ;
- 6° d'après la durée de l'incapacité ;
- 7° d'après la nature des blessures ;
- 8° d'après la nationalité des victimes ;
- 9° d'après les états sur le territoire desquels les accidents ont eu lieu.

Chacun des tableaux donne pour chaque rubrique, le nombre de journées perdues, avec subdivision par catégories d'ouvriers dans quelques-uns d'entre eux.

Les considérations ci-après sont extraites des commentaires de ces statistiques.

Causes des accidents. — La plus grande perte de temps résulte des éboulements et chutes de matériaux du toit ou du front. Bien que cette cause soit proportionnellement moins importante que pour les accidents mortels, elle intervient néanmoins pour 33 % du temps total perdu par incapacité temporaire dans les mines de houille et pour 26 % dans les mines métalliques.

Au second rang viennent les accidents du transport qui interviennent pour 30 % du temps perdu dans les mines de houille et 16 % dans les mines métalliques (à comparer à la proportion de 18 % qui est celle des cas de mort dus à la même cause).

Les accidents occasionnés par les machines viennent au cinquième rang dans les mines de houille (6 % du temps perdu) et résultent surtout de l'usage des haveuses.

Les explosifs, considérés comme cause directe, c'est-à-dire en faisant abstraction des explosions de gaz ou de poussières où ils ont pu jouer un rôle, ne comptent que pour moins de 1 % dans le temps perdu par incapacité temporaire, alors qu'ils occasionnent 6 % des cas de mort.

L'électricité ne présente non plus qu'un pourcentage minime.

L'auteur estime en conséquence que, sans relâcher la surveillance dans l'emploi des explosifs et de l'électricité, il convient de donner plus d'attention à la prévention des accidents du roulage et des éboulements.

Il ne partage pas l'opinion que la prévention des éboulements dépend uniquement des ouvriers à veine, dès que ceux-ci sont pourvus des bois de soutènement nécessaires. Il voudrait voir analyser à fond cette catégorie d'accidents, non seulement au point de vue des facteurs physiques, mais aussi des qualités personnelles du mineur et de son chef.

Genre d'occupation des victimes. — Dans les mines de houille, 68 % des victimes travaillent à front (piqueurs, chargeurs, etc.), 22 % d'entre elles sont occupées au transport. La proportion est la même pour le temps perdu.

Durée moyenne de l'incapacité. — Les règlements varient suivant les états, mais en général l'ouvrier ne reçoit pas d'indemnité si l'incapacité cesse dans les huit jours.

La statistique montre qu'il en est ainsi dans 40 % des cas pour les mines de houille et dans 60 % des cas pour les mines métalliques. L'incapacité moyenne pour ces accidents non indemnisés est de quatre jours et représente 11 % du temps perdu dans les mines de houille et 18 % dans les mines métalliques.

Comparaison des industries et des occupations au point de vue du risque d'accident. — Les renseignements sont incomplets en ce qui concerne le nombre d'ouvriers de chaque catégorie ou métier employés dans les mines et le nombre d'heures pendant lesquelles chaque catégorie est exposée au risque d'accident.

A l'aide de la documentation fournie par un petit nombre de compagnies seulement, l'auteur a fait le calcul de la fréquence et du degré des accidents en comparaison du nombre d'heures de travail fournies, mais les résultats ne peuvent être utilisés que comme indication à cause du nombre trop restreint des exploitations considérées.

Si on ne considère pas séparément les diverses catégories d'ouvriers, on dispose des éléments fournis par un plus grand nombre de mines et on a pu en déduire que le degré de fréquence est de 96 accidents de tout genre par million d'heures de travail dans les mines de houille, fond et surface. Le degré de gravité, caractérisé par le nombre de jours d'incapacité par mille heures de travail, est de 11,4 pour les mêmes mines.

A titre de comparaison, voici le degré de fréquence dans d'autres industries : carrières à pierre de taille 47, carrières à concassés 70, fours à coke à récupération 47, fours à coke sans récupération de sous-produits 49, fonderies (hauts-fourneaux non compris) 64, industrie du papier 44, industrie du bois (y compris fabriques de meubles) 42, raffineries de pétrole 34, industrie chimique 25, entrepreneur de construction 54.

Le degré de gravité varie comme suit : papier 2,7, bois 3,4, pétrole 2,6, industrie chimique 4,8, entrepreneurs de constructions 4,8.

L'auteur émet le vœu que les exploitants de mine tiennent note du nombre d'ouvriers de chaque catégorie et du nombre d'heures effectuées par l'ensemble des ouvriers de chaque catégorie. Tout au moins faudrait-il réunir ces éléments pour trois grands groupes :

- 1° Piqueurs et autres ouvriers travaillant à front ;
- 2° Ouvriers du transport ;

3° Autres ouvriers du fond ;

4° Ouvriers de la surface.

De même que la comptabilité permet d'étudier séparément les différentes divisions d'une entreprise pour y apporter les modifications propres à réduire les pertes et à augmenter les gains, il faudrait, au point de vue de la prévention des accidents, connaître la répartition des risques entre ces mêmes divisions.

Il conviendrait, d'autre part, de tenir note de tout accident donnant lieu à une incapacité temporaire afin de donner à la statistique une base scientifique.