

encore, de la suppression, autant que possible, de l'emploi des explosifs.

Aujourd'hui, bien que le degré de sûreté des appareils d'éclairage ait notablement grandi, la conclusion reproduite ci-dessus leur reste applicable.

Bruxelles, novembre 1905.

LE MATÉRIEL

DES

Installations électriques souterraines ⁽¹⁾

PAR

ARMAND HALLEUX

Ingénieur principal au Corps des mines, à Bruxelles
Professeur d'électrotechnique à l'École des mines de Mons

D'une manière générale, on peut dire que le matériel électrique construit actuellement, permet de résoudre la plupart des questions soulevées par l'application de l'électricité aux services souterrains des mines; il importe surtout d'en faire une application judicieuse.

Le choix des machines, câbles et appareils accessoires doit être fait en tenant compte des principaux éléments suivants qui caractérisent le milieu souterrain: 1^o présence des poussières, d'humidité ou de grisou dans l'atmosphère; 2^o causes de détériorations mécaniques; 3^o entretien et surveillance plus difficiles qu'à la surface.

Le présent travail, synthèse de l'étude et de la comparaison d'un grand nombre d'installations minières, a pour but de déterminer les types de canalisations, de machines et d'appareillages qu'il convient d'adopter dans les différents cas, pour assurer le bon fonctionnement, la conservation de l'installation et la sécurité du personnel. Ses conclusions s'appliquent surtout aux mines de houille de Belgique, lesquelles possèdent des travaux à grandes profondeurs et abondamment grisouteux.

D'autre part, l'emploi des courants alternatifs triphasés, dont les avantages sont bien connus, sera pris exclusivement en consi-

(1) Rapport présenté au Congrès international des Mines tenu à Liège en 1905.

dération; les applications du courant continu deviennent, en effet, l'exception pour les transports et distributions de puissance dans les mines; d'ailleurs, il n'y aurait aucune difficulté à déterminer, par comparaison, leurs conditions d'établissement.

Enfin, il convient de faire remarquer que les prescriptions et normes des différentes associations d'électrotechniciens, déterminant, d'une manière générale, les conditions de sécurité, d'échauffement, d'isolement, etc., des machines, transformateurs, lignes, tableaux, etc., pour les lieux secs, poussiéreux ou humides, s'appliquent intégralement au matériel à employer dans les mines.

Différences de potentiel.

En thèse générale, il faut choisir la différence de potentiel la moins élevée compatible avec les éléments du problème. Quand on ne considère qu'un siège d'extraction, étant donné les puissances habituellement à transmettre pour l'épuisement, la traction, les treuils, les ventilateurs, etc., ainsi que les distances qui séparent la station centrale des installations souterraines, on peut dire que, dans la généralité des cas, des différences de potentiel comprises entre 1,000 et 2,000 volts donnent une bonne solution. On peut alimenter directement tous les moteurs fixes, sous ces différences de potentiel, à moins qu'ils ne soient de trop faible puissance, auquel cas on peut établir un transformateur pour les desservir; cependant, il est possible, grâce à une construction soignée, de faire fonctionner, sans transformation, et dans de bonnes conditions, des moteurs de l'espèce; cela est réalisé au siège *Naye-à-Bois* des Charbonnages d'Amersœur (Bassin de Charleroi), où un moteur de 15 kw., sous 2,000 volts, attaque une pompe à grande vitesse, à l'étage de 500 mètres.

Dans le cas de plusieurs sièges rapprochés, à desservir par une centrale commune, les différences de potentiel ci-dessus indiquées peuvent encore convenir; mais, si les sièges sont distants de plusieurs kilomètres, on peut être amené à 3,000 volts et au-delà (1).

En principe, rien ne semble s'opposer à l'application directe de tensions aussi élevées à des moteurs puissants; mais la construction

(1) On n'a pas dépassé jusqu'à présent, en Belgique, 3,000 volts dans les applications minières. La centrale des Houillères unies du Bassin de Charleroi, située à Gilly, transmet la puissance électrique, sous 3,000 volts, aux divers sièges de Gilly, de Ransart et de Fleurus.

de ces moteurs devient difficile, d'autre part, avec les interrupteurs à rupture très brusque (interrupteurs à l'huile), — qui sont tout désignés dans le milieu souterrain, — il faut craindre, sous de hautes différences de potentiel, les effets d'induction, qui, lors des mises hors circuit, peuvent endommager les isolants des machines: ce fait s'est déjà produit.

A la vérité, il existe dans les travaux souterrains, des applications très peu nombreuses de ces hautes différences de potentiel; à titre d'exemple intéressant, on peut en citer une, comportant deux moteurs de 450 kw., sous 5,000 volts, actionnant des pompes centrifuges à l'étage de 525 mètres du Charbonnage *Victor*, à Rauxel (Westphalie), et fonctionnant dans de bonnes conditions.

Il ne faut, au surplus, pas perdre de vue que l'atmosphère des chambres souterraines est toujours plus ou moins humide, de sorte que l'isolement des machines en repos pendant un certain nombre d'heures, tombe rapidement, et il n'est pas rare de trouver, pour des moteurs de 150 à 200 kw. qui sont installés dans ces chambres, des isolements de 300,000 à 350,000 ohms, chiffres très faibles par rapport à ceux de la marche normale: ceci constitue un élément peu favorable à l'élévation de la tension.

Dans ces conditions, et en tenant compte du matériel que la construction courante peut fournir, nous croyons qu'il n'y a pas lieu de dépasser actuellement 2,500 à 3,000 volts dans les applications souterraines de l'électricité; si un siège doit recevoir la puissance électrique sous une différence de potentiel plus élevée, il y faudra prévoir le poste de transformation, que nécessitera, en général, la distribution superficielle, assez puissant pour assurer les services souterrains. En ce qui concerne plus spécialement la distribution de la puissance dans les travaux souterrains par moteurs ne dépassant pas 25 à 30 kw. (treuils, ventilateurs, pompes, perforatrices, etc.), il est plus simple et plus sûr de la réaliser sous 110, 220 ou, au maximum, 500 volts, en transformant à proximité des moteurs même, ou mieux encore, à proximité des recettes du puits.

Canalisations.

Les câbles principaux d'amenée du courant, placés dans les puits ou les galeries doivent être *armés*; seuls les câbles de ce genre, avec boîtes de jonction en nombre minimum et bien établies, présentent toutes les garanties que l'on doit exiger, quant au bon fonctionnement et à la sécurité dans toutes les atmosphères.

En ce qui concerne les câbles accessoires, on peut distinguer : les raccordements des machines aux tableaux et aux appareils, les canalisations pour l'éclairage des chambres ou galeries et les câbles souples pour moteurs mobiles.

Les raccordements des inducteurs aux tableaux ou à l'appareillage doivent être faits en câbles armés; cette disposition convient surtout dans les chambres des pompes et dans les endroits où, comme dans ces chambres, l'eau peut arriver accidentellement (1); elle nécessite l'emploi de deux boîtes, une à chaque extrémité du bout de câble.

Dans les endroits secs, on peut se contenter, surtout pour les petits moteurs, de raccorder par câbles à haut isolement posés sur isolateurs double cloche et dans des caniveaux; mais, le premier procédé est préférable. Pour raccorder le rhéostat de démarrage à l'induit, des câbles à haut isolement, placés sur isolateurs et installés dans des caniveaux, peuvent être suffisants, sauf dans les endroits où l'eau peut arriver accidentellement, comme il est dit ci-dessus.

Les canalisations destinées à l'éclairage doivent être établies avec grand soin, si l'on ne veut aller au devant d'ennuis et d'accidents; tout d'abord, il convient de limiter la différence de potentiel d'alimentation des circuits d'éclairage à 220 volts au maximum; si, en effet, on veut utiliser des différences de potentiel plus élevées, il faut employer des câbles de meilleur isolement et, dans cette voie, on est forcé de limiter, car, à chaque lampe à placer, le câble doit être interrompu et pénétrer dans une boîte de joint; il ne faut, par conséquent, pas songer à utiliser pratiquement dans ces cas, les câbles, ni les boîtes, pour hautes tensions: au surplus, chaque jonction d'une lampe est un point faible à l'isolement, de sorte que, dépasser 220 volts conduit à des difficultés et des dangers inutiles.

On a employé avec succès, pour les éclairages souterrains des installations d'épuisement des *Houillères unies du Bassin de Charleroi*, des câbles à deux conducteurs sectionnés isolés au caoutchouc, puis à la jute et recouverts d'un tressage en fils galvanisés; de tels câbles placés sur isolateurs conviennent parfaitement pour les distributions souterraines d'éclairage.

En ce qui concerne les câbles souples, on peut dire, d'une manière générale, qu'il faut en restreindre l'emploi aux nécessités absolues.

(1) Nous avons été par deux fois témoin d'irruptions accidentelles de l'eau des conduites dans la chambre de la pompe. (Rupture d'une soupape et fausse manœuvre.)

Les petits moteurs déplaçables (perforatrices, haveuses, etc...) n'étant que d'un usage exceptionnel dans les mines belges, nous manquons de constatations personnelles, en ce qui regarde ces câbles (1).

Il ressort de tout ceci, que les conducteurs parfaitement isolés doivent être la règle absolue dans les mines; exception est faite, bien entendu, pour la traction par trolley (2), laquelle doit être restreinte aux travaux dépourvus de grisou.

Moteurs.

Les moteurs de la construction normale peuvent, en général, être mis en usage dans les mines; en ce qui concerne la protection mécanique des enroulements, on construit couramment, pour toute espèce d'établissements industriels, surtout pour les petites et moyennes puissances, des moteurs plus ou moins protégés contre les chocs; parfois l'enveloppement est poussé un peu plus loin pour éviter l'accès des poussières.

Ces moteurs, dénommés par certaines firmes « enveloppés » ou « cuirassés », ne sont donc pas spéciaux aux mines; ils y trouvent d'ailleurs une bonne application.

Il ne faut évidemment pas confondre ces enveloppements, qui ne sont ni hermétiques, ni étanches, avec ceux dont il sera question plus loin et qui poursuivent la réalisation d'un autre but.

Le choix des types de moteurs nécessite qu'il soit tenu compte de la nature plus ou moins grisouteuse des travaux; nous distinguerons successivement: les mines sans grisou, les mines à grisou et celles à dégagements instantanés de grisou.

A) Mines sans grisou.

Les types normaux avec bagues de démarrage peuvent être employés; quand il s'agit de faibles puissances — sous 5 kw. par exemple, — il est plus simple, si le cas s'y prête, de se servir de moteurs en court-circuit, surtout si les démarrages ne sont pas trop fréquents.

(1) Voir à ce propos les règles de l'Association des Electrotechniciens allemands.

(2) Il n'y a qu'une seule installation de traction par trolley dans les mines, en Belgique: elle est réalisée au Charbonnage de Grand Conty (Charleroi), sous 250 volts.

B) Mines à grisou.

1^{er} cas : Dans les endroits où *aucun afflux de gaz inflammable n'est à craindre*, comme c'est, par exemple, le cas fréquent des chambres des pompes situées à proximité du puits d'entrée d'air, le matériel ci-dessus défini peut être employé sans restriction.

2^{me} cas : *L'afflux de grisou est à craindre.*

En principe, toute étincelle est dangereuse, attendu qu'il y a trop d'éléments non mesurables, qui dans chaque cas particulier, interviennent pour aggraver ou diminuer les chances d'inflammation d'un mélange de gaz explosif; cette conviction se fortifie, quand on a vu avec quelle promptitude, une étincelle presque invisible peut mettre le feu à un mélange d'air et de grisou (1). On ne peut rien conclure de tous les essais peu systématiques qui ont été faits en ce qui concerne cet objet; de nouvelles expériences apprendront peu de chose et il paraît inutile d'en organiser.

Il en résulte que les moteurs à bagues, du type ordinaire, doivent être écartés dans le cas où un afflux de grisou peut se produire.

S'il s'agit de moteurs devant démarrer sous charge (treuil, pompe, ventilateur, etc.) et développer une puissance faible, — en dessous de 5 kw. pour fixer les idées, — on peut utiliser le moteur en court-circuit largement proportionné.

Ce type de moteur convient encore parfaitement, et quelle que soit la puissance, pour être accouplé directement avec les pompes centrifuges.

Quand on a affaire à des puissances dépassant 5 kw., avec nécessité du démarrage sous charge, — comme par exemple dans les treuils de plans inclinés, — le moteur en court-circuit cesse d'être applicable, à cause, notamment, du courant trop intense qu'il prend pendant la période du démarrage. Différentes solutions ont été proposées pour rendre l'emploi du moteur à bagues exempt de danger dans les atmosphères grisouteuses. L'idée première et judicieuse a été d'enfermer la partie du moteur où les étincelles pouvaient se produire, c'est-à-dire le bout de l'arbre portant les bagues et leurs frotteurs;

(1) Une étincelle de 1 ½ m/m, due à une petite bobine d'induction, a mis instantanément et du premier coup le feu au mélange d'air et de grisou, dans la galerie d'essais de Frameries, dans une expérience que M. l'ingénieur principal Stassart, directeur du Service des essais, a bien voulu exécuter avec nous.

cette enveloppe devant être *étanche à la flamme* et non *hermétique* (1), rien n'était plus aisé que de la construire.

C'est ce que firent certaines firmes d'électricité allemandes (Siemens, Schuckert, A. E. G., Lahmeyer, etc.), en enfermant bagues et frotteurs dans une boîte métallique en deux pièces, fixée à la carcasse du moteur, la partie supérieure de cette boîte étanche étant appliquée et serrée sur l'autre au moyen de vis; récemment, on a proposé de remplir d'huile cette boîte, de manière que les contacts des balais soient toujours sous huile: aucune étincelle ne pouvait ainsi arriver au contact avec l'atmosphère ambiante. Sans nul doute, ces procédés sont efficaces; mais il ne faut pas perdre de vue que, de temps à autre, il faut visiter les frotteurs ou remplacer les charbons, ce qui nécessite l'enlèvement du couvercle de la boîte et la manœuvre des écrous; dès lors, la sécurité peut être compromise par la négligence du personnel, qui, intentionnellement ou non, peut omettre de replacer le couvercle, perdre un écrou ou forcer une des charnières. Et, il se fait précisément, que les moteurs dont il s'agit, sont ceux qui échappent le plus facilement à la surveillance, attendu qu'en règle générale, ils doivent se trouver dans les travaux mêmes et à de grandes distances des puits; au surplus, les ouvriers préposés à la manœuvre de ces moteurs (tête des plans inclinés, défoncements, petites pompes ou ventilateurs, etc.) sont surtout des mineurs et non des mécaniciens soigneux.

Quelle que soit donc l'efficacité des enveloppes dont il s'agit, nous avons jugé qu'elles ne pouvaient être employées sans danger dans les travaux où un afflux de grisou est à craindre: c'était proscrire l'emploi des moteurs à bagues; pour éviter une exclusion aussi absolue, nous avons cherché à les faire modifier, de manière à ce que l'inconvénient signalé plus haut disparaisse et nous avons demandé à la Société BROWN BOVERI (Baden, Suisse) d'étudier, pour moteurs de 25 à 30 kw., une enveloppe étanche à la flamme, telle que, par enclanchement mécanique, il soit impossible de mettre en marche le moteur, si le couvercle de fermeture n'est pas bien en place. Ce problème a été parfaitement résolu par la Société précitée et l'enclanchement de la fermeture de la boîte, avec l'interrupteur du courant, réalisé d'une façon simple et pratique: le courant ne peut être établi que si l'enveloppe est bien fermée. Pour vérifier la

(1) Il est impossible de maintenir pratiquement en service une enveloppe *hermétique* de l'espèce.

sécurité de cette enveloppe, dans une atmosphère grisouteuse, nous l'avons soumise à des essais au siège d'expériences de l'Etat à Frameries. Ils ont été faits en notre présence, le 23 mars dernier, par les soins de M. le professeur S. Stassart, directeur du Service des essais. La partie intéressante du moteur, c'est-à-dire le bout d'arbre, muni des bagues et de six frotteurs en charbon, enveloppé dans la boîte métallique fermée par un couvercle à joints dressés, fut placée dans la galerie d'expériences ou fut maintenue une atmosphère de 7.75 à 8 pour cent de grisou, à la température moyenne de 25° centigrades; à l'intérieur de la boîte, l'étincelle d'une bobine d'induction pouvait jaillir. Un essai préalable établit que cette étincelle, en contact avec le mélange d'air et de grisou, y déterminait instantanément l'explosion; ensuite, pendant quarante minutes, l'étincelle jaillit dans la boîte fermée, sans qu'aucune inflammation fût observée: pendant cette période, le mélange d'air et de gaz était périodiquement brassé et dosé. Ces expériences, que nous avons cru utile d'exécuter, n'ont fait que confirmer ce qu'on pouvait prévoir, en se basant sur les essais analogues effectués notamment en Allemagne et en Angleterre.

L'enveloppe BROWN BOVERI résout donc le problème pour les moteurs dont la puissance ne dépasse pas 30 kw., c'est-à-dire, notamment, pour les moteurs de plans inclinés. Il est très probable que cette solution peut être appropriée aux moteurs plus puissants; jusqu'à présent, cela n'est pas fait; d'ailleurs, au point de vue spécial des mines de houille belges, l'emploi de moteurs dépassant 30 kw., dans des endroits où l'atmosphère peut devenir dangereuse, est plutôt exceptionnel. (Voir ce qui est dit ci-dessous au paragraphe c.)

Enfin, il convient d'ajouter que moyennant des modifications peu importantes, les moteurs bien connus du type « Boucherot » pourraient être employés dans des endroits où l'afflux de grisou est à craindre, dans les mêmes conditions de sécurité que les moteurs en court circuit.

c) Mines à dégagements instantanés de grisou.

Quel que soit le degré de sécurité que nous attribuons aux moteurs avec bagues enfermées comme il vient d'être dit, nous ne croyons pas, avant plus ample expérience, pouvoir en préconiser l'emploi dans les mines à dégagements instantanés; les moteurs en court-circuit restent donc les seuls applicables dans ce cas. L'exclusion des moteurs

à bagues réduit sensiblement le nombre des applications de l'électricité dans les exploitations de cette catégorie; c'est, en effet, l'obligation de n'utiliser que des moteurs de très faible puissance, du moment que le démarrage doit s'effectuer sous couple résistant, à moins qu'on ne se résolve à opérer la mise en marche simultanée de la génératrice et du moteur qu'elle dessert (1); il est intéressant de signaler que, s'il s'agit des pompes centrifuges, le moteur en court-circuit de toute puissance peut encore être employé, en utilisant un transformateur de démarrage; il convient de placer ce transformateur à la surface.

Transformateurs.

Les transformateurs sont nécessaires pour l'éclairage, et, ainsi qu'il a été dit précédemment, pour l'alimentation des moteurs de faible et moyenne puissance répartis dans les travaux; en eux-mêmes, si l'on a soin de les mettre dans l'huile, ces appareils ne constituent pas un danger dans une atmosphère grisouteuse; à ce point de vue, il n'y a que leurs appareils accessoires automatiques qui puissent en restreindre l'emploi. La question des appareillages fait l'objet du chapitre suivant.

Appareillage.

D'une manière générale, il faut s'attacher à n'employer, dans le milieu souterrain, qu'un minimum d'appareils robustes, simples et bien protégés. La construction actuelle fournit des appareils accessoires qui réunissent ces conditions et qu'il convient de grouper de manière à arriver à des installations simples.

INTERRUPTEURS.

L'expérience acquise permet de préconiser, à l'exclusion des autres types, les interrupteurs à l'huile pour toutes les installations souterraines; ces appareils ont, entre autres avantages, celui d'être sans danger dans les atmosphères des mines: bien construits, ils sont d'un service parfait.

AUTOMATIQUES.

Les automatiques, dont le but est de rompre le courant, quand celui-ci acquiert une intensité qui pourrait mettre les isolants en

(1) Comme dans l'installation de pompes Riedler au puits Colonia (Westphalie).

danger, échauffer les surfaces de contact, etc..., sont des accessoires très importants dans les mines; leur fonctionnement *doit* être assuré, dans tous les cas, d'une manière absolue.

Les fusibles à fil d'argent, de cuivre, etc., enfermés hermétiquement ou non, ou bien noyés dans l'huile, ne conviennent pas pour les installations souterraines; jamais, en effet, on n'est parfaitement sûr de leur efficacité. et, quoi qu'on fasse, il faut toujours compter avec le remplacement des fils par d'autres qui sont mal calibrés et ne fondent plus au moment voulu. C'est au mauvais fonctionnement de ces fusibles, dénommés souvent « sûretés », qu'il faut attribuer nombre d'incendies de machines (1); d'autre part, on rencontre des fusibles établis dans de si mauvaises conditions, que cette question devra, pour les mines du moins, être réglementée de plus près.

Nous croyons qu'on peut avoir confiance dans les automatiques magnétiques, dont le réglage peut toujours se vérifier facilement. Ces automatiques se construisent avec action instantanée ou différée et ils peuvent être combinés avec l'interrupteur, ce qui constitue une simplification précieuse (2).

APPAREILS DE MESURE.

En général, un ampèremètre suffit: il permet au préposé à la manœuvre du moteur de voir si rien d'anormal ne se produit dans le fonctionnement. Sauf pour 110 et 220 volts, cet appareil doit être monté sur le secondaire d'un petit transformateur dit « transformateur de courant », afin d'éviter que, notamment, pour une élévation anormale de l'intensité du courant, l'appareil ne brûle (3).

APPAREILS DE DÉMARRAGE. — INVERSEURS.

Les rhéostats métalliques ou liquides peuvent être employés, selon les cas.

On construit des rhéostats de démarrage métalliques combinés avec l'inverseur; parfois même, une seule manette permet d'opérer toutes

(1) Consulter, à ce propos, le travail très documenté de M. le Bergassessor Baum: *Die Gefahren der Elektrizität in Bergwerksbetriebe*, ainsi que les travaux de la Commission anglaise de l'Electricité.

(2) Presque toutes les firmes d'électricité construisent actuellement des automatiques de l'espèce.

(3) Dans une installation souterraine, nous avons pu constater un jet de flamme projeté à l'extérieur et dû à l'incendie des isolants d'un ampèremètre monté sans transformateur pour une haute différence de potentiel.

les manœuvres (petits moteurs, treuils); ces rhéostats peuvent être noyés complètement dans l'huile, ce qui permet de les utiliser dans ou les milieux.

Pour les moteurs d'une certaine puissance, enroulés en court-circuit, le démarrage peut s'opérer, comme il a été dit, au moyen d'un auto-transformateur de tension; cet appareil est également combiné avec l'interrupteur et le tout noyé dans l'huile, ce qui lui donne même sécurité d'emploi que le précédent.

APPLICATION DES APPAREILS ACCESSOIRES.

Il faut faire une application judicieuse des appareils dont il vient d'être question: nous distinguerons, comme précédemment, les mines sans grisou, les mines à grisou et celles à dégagements instantanés de grisou.

A) Mines sans grisou.

L'appareillage pourra comporter, pour un moteur par exemple, l'interrupteur automatique à l'huile, avec action instantanée ou non, l'ampèremètre, le rhéostat de démarrage liquide ou métallique, avec ou sans huile, ou, selon les cas, le transformateur de démarrage. Quand il n'y a qu'un seul moteur, il est préférable de placer l'automatique à la surface et de le remplacer au fond, par un interrupteur à huile ordinaire.

B) Mines à grisou.

1^{er} cas: Endroits où l'afflux de grisou n'est pas à craindre. Mêmes dispositions que ci-dessus.

2^e cas: Endroits où l'afflux de grisou est à craindre. L'appareillage pourra comporter, pour les moteurs ne dépassant 30 kilowatts, l'interrupteur automatique à huile avec action instantanée, la boîte enveloppant les bagues et frotteurs, l'ampèremètre et le rhéostat de démarrage avec inverseur sous huile; éventuellement un transformateur avec automatique sur le primaire. Pour les moteurs plus puissants, on peut employer le type en court-circuit avec transformateur de démarrage sous huile.

C) Mines à dégagements instantanés de grisou.

Le moteur en court-circuit seul est à préconiser: le transformateur de démarrage, l'automatique et l'ampèremètre étant placés à la surface; dans ce cas, un poste téléphonique réunissant la chambre de la machine avec la surface est absolument nécessaire.

On observera que pour arriver à la simplification la plus complète de l'appareillage, nous proposons de supprimer l'ampèremètre et reportons l'automatique à la surface, ce qui suppose une ligne par chaque moteur. Dans ces conditions, l'installation souterraine est réduite au câble avec boîtes de raccord et au moteur.

Eclairage.

Bien installé, l'éclairage électrique par lampes à incandescence est, à tous points de vue, ce qu'on peut préconiser de mieux pour les mines.

Les lampes à incandescence à employer exclusivement, doivent être recouvertes de cloches hermétiques, enveloppant également l'armature; il existe un certain nombre de types d'enveloppes de l'espèce bien étudiés qui mettent parfaitement les connexions à l'abri de l'humidité et assurent une sécurité complète dans les milieux grisouteux.

Mais, cet éclairage, — souvent l'accessoire d'une installation, — exige un transformateur et un appareillage auquel tout ce qui a été dit précédemment doit s'appliquer.

On peut, dans les endroits où le grisou n'est pas à craindre, se borner à établir un interrupteur automatique à huile sur le primaire du transformateur et sur chaque dérivation atteignant 10 ampères du secondaire, des fusibles renfermés dans des boîtes étanches. Là où une atmosphère inflammable peut se former, ce système ne peut plus être admis et il faut se résoudre à établir partout des interrupteurs automatiques instantanés sous l'huile. Dans ce dernier cas, qui concerne les mines à grisou et celles à dégagements instantanés, il convient d'apprécier, s'il n'est pas plus sage de renoncer à l'éclairage électrique, si l'on doit jouir des avantages incontestables qu'il procure au prix d'une complication toujours fâcheuse dans l'installation.

STATISTIQUES

CAISSES DE PRÉVOYANCE

EN

FAVEUR DES OUVRIERS MINEURS

EXAMEN

DES

COMPTES DE L'ANNÉE 1903

PAR LA

COMMISSION PERMANENTE (1)

instituée conformément à l'arrêté royal du 17 août 1874
pris en exécution de l'article 4 de la loi du 28 mars 1868,
modifié par l'arrêté royal du 24 octobre 1904.

CHAPITRE PREMIER

ENSEMBLE DES OPÉRATIONS DES CAISSES (2)

§ 1. — Renseignements statistiques.

Les établissements affiliés aux six Caisses communes de prévoyance établies dans le pays en faveur principalement

- (1) La commission permanente est actuellement composée comme suit :
- MM. DEJARDIN (L.), Directeur général des Mines, président;
BRACONIER (F.), vice-président de la Commission administrative de la Caisse de Liège, vice-président;
CROMBOIS (B.), président de la Commission administrative de la Caisse de Charleroi, membre;
DEGUELDRE (O.), membre de la Commission administrative de la Caisse du Centre, id. ;
DUBOISDENGHEN (L.), directeur à la Caisse Générale d'Épargne et de Retraite, membre;
LEROY (A.), vice-président de la commission administrative de la Caisse du Couchant de Mons, id. ;
MAINGIE (L.), secrétaire de l'Association des Actuariers belges, membre de la Commission des Accidents du Travail, id. ;
WODON (L.), chef de division au Ministère de l'Industrie et du Travail, secrétaire-adjoint de la Commission du Travail, id. ;
HALLEUX, (A.), Ingénieur principal des mines, membre-secrétaire;
VAN RAEMDONCK (A.), chef de bureau au Ministère de l'Industrie et du Travail, secrétaire-adjoint.

(2) Rapporteur : M. L. Dejardin.