

Au contraire les particules de gangue, mouillées par l'eau ne flocculent pas, ne coagulent pas; et si elles ont tendance à le faire, l'addition d'un alcali les déflocconne.

Les propriétés principales des colloïdes à envisager pour les slimes sont la lenteur des dépôts et l'imperméabilité des hydrogels.

(A suivre).

NOTES DIVERSES

DE LA SIGNALISATION

DANS LES

PUITS DES MINES

PAR

FR. STREEL

Ingénieur Civil des Mines, à Bruxelles.

La mise en application récente du premier alinéa de l'art. 12 de l'arrêté royal du 10 décembre 1910 (1) place la question de la signalisation dans les mines parmi celles dont l'étude est à l'ordre du jour.

D'autre part, l'emploi de l'électricité permet la réalisation de nombreux systèmes différents, qui ont chacun leurs avantages. Il semble bien de ce fait, qu'il soit assez intéressant et utile d'entreprendre l'exposé des principes de la question et de l'étudier théoriquement, dans ses grandes lignes.

L'installation de signalisation d'un puits de mine doit comprendre *essentiellement*, une liaison entre la salle de la machine et les différents envoyages et recettes, liaison permettant à ces postes de demander les manœuvres de la cage au mécanicien (2).

La liaison est différente suivant que les signaux sont transmis à ce dernier par l'intermédiaire de la recette principale ou bien directement. (Par recette principale, il faut entendre celle où les manœuvres se font en même temps qu'à l'étage du fond).

Dans le premier cas (fig. 1), les différents étages du puits (postes p_1 , p_2 , p_3) sont reliés à la recette principale (poste P) tandis qu'une liaison plus simple existe entre celle-ci et la salle de la machine.

(1) Art. 12. — Tout puits d'extraction sera muni d'appareils de signalisation permettant de communiquer de chacun de ses accrochages avec la surface et *réciiproquement*.

Ces appareils devront être établis de manière à ce que leur fonctionnement ne puisse donner lieu à aucune confusion.

(2) Nous ne parlerons pas du cordon de secours établi le long du puits; cette liaison, spécialement destinée à permettre dans des cas spéciaux l'envoi de signaux par les occupants de la cage, est commune à tous les systèmes.

Si, comme cela se fait généralement dans le bassin de Liège (fig. 2), tous les signaux sont transmis directement au mécanicien, celui-ci est alors raccordé d'une part à la recette principale, d'autre part à tous les autres postes.

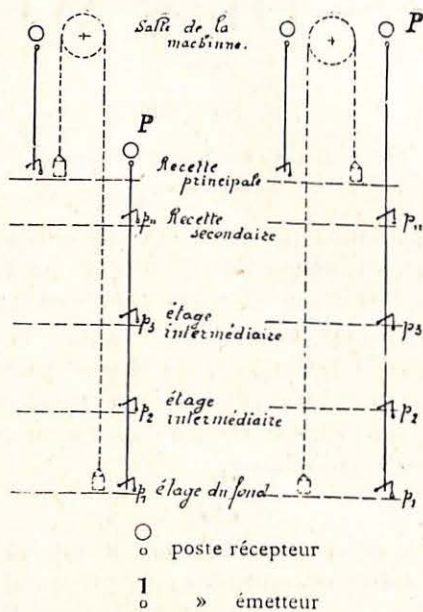


FIG. 1.

FIG. 2.

Il s'en suit que dans ce second cas, pour toute manœuvre intéressant la recette principale, le mécanicien doit recevoir deux signaux; il porte seul la responsabilité de l'interprétation de ceux-ci; mais celle du tireur (ou préposé à la recette) est diminuée d'autant.

Il est difficile de dire, si, d'une manière générale, l'une des deux méthodes est plus avantageuse que l'autre.

Par ailleurs, il arrive souvent que, spécialement dans les puits où l'extraction est intense, celle-ci est concentrée à l'étage le plus profond.

On est tenté dans ce cas d'attribuer à ce poste, au point de vue signalisation, une importance plus grande qu'aux autres.

Remarquons toutefois que, pendant la période d'extraction normale, les manœuvres se succèdent et se répètent avec une grande

régularité. Les différents signaux nécessaires à leur exécution étant peu nombreux et des plus simples, prêtent moins à confusion que ceux se rapportant aux manœuvres les moins fréquentes, qui, souvent, ont lieu aux étages intermédiaires.

Il peut être utile de munir l'envoyage principal d'appareils plus robustes, plus commodes et même d'appareils de réserve; mais il convient cependant, d'équiper complètement les autres envois; à moins qu'il ne s'agisse, d'accrochages où l'on n'arrête la cage que très rarement.

On voit donc que l'étude de la question comporte tout d'abord celle de la liaison entre un poste récepteur central, unique P et des postes émetteurs, multiples p_1, p_2, \dots , liaison permettant à ceux-ci de demander les manœuvres de la cage au poste P, qui en commande l'exécution.

Il y a lieu de remarquer que normalement, bien que tous les postes p_1, p_2, \dots doivent rester en communication permanente avec P, un seul poste à la fois (celui où la cage se trouve) doit transmettre les signaux d'exécution proprement dits.

Enfin, toute installation de signalisation doit répondre aux exigences actuelles, résultant de la concentration du service d'extraction et surtout doit assurer la sécurité du personnel.

Il faut pour cela que la transmission, la réception, l'interprétation et l'exécution de tous les signaux nécessaires au service du puits se fasse d'une façon très sûre et suffisamment rapide.

Avant d'aller plus loin, remarquons que l'on peut, dans un signal, distinguer trois parties :

1° *L'avertissement* destiné à attirer l'attention; il doit être acoustique et il n'est nécessaire que pour compléter un signal qui peut passer inaperçu, tel un changement d'indication optique;

2° *L'indication* de la manœuvre demandée;

3° *Le signal d'exécution* proprement dit.

Ces deux dernières parties sont souvent réunies lorsque, le signal est exécutable dès sa réception.

Examinons dans leurs grandes lignes, les principaux systèmes utilisés pour relier plusieurs postes émetteurs à un poste récepteur et voyons de quelle façon ils répondent aux conditions exposées ci-dessus.

On peut tout d'abord placer en P, une sonnerie susceptible d'être actionnée de l'un des postes $p_1, p_2, p_3...$ L'indication de la manœuvre que l'on demande est donnée par un certain nombre de coups de cette sonnerie, accompagnés ou non de roulements. Un tel signal se passe d'avertissement distinct.

Le système est généralement réalisé mécaniquement.

Mais comme la plupart des signaux doivent comprendre l'indication des postes émetteurs, on atteint rapidement, quand il y a plusieurs postes, un trop grand nombre de coups pour que le signal soit toujours d'une réception et d'une interprétation commode.

Pour éviter l'inconvénient qui vient d'être signalé, on installe alors un circuit spécial pour chacun des postes $p_1, p_2, p_3...$; chaque circuit est relié à une sonnerie à son différent (fig. 3).

Un tel système est souvent réalisé mécaniquement; il peut aussi l'être électriquement; dans ce dernier cas, on conçoit facilement que, pour autant que la continuité de la source de courant, le bon état du câble et le bon fonctionnement des appareils soient garantis, la transmission des signaux se fasse plus sûrement que par cordons. De plus, les différents coups de cloche constituant un signal, sont nettement séparés, ce qui

n'est pas toujours le cas pour les sonnettes actionnées mécaniquement.

Lorsque les sonneries sont nombreuses, il devient difficile de distinguer leur timbre. Dans les installations mécaniques, cet inconvénient n'est pas si important qu'on pourrait le croire à première vue; le préposé à la réception des signaux peut regarder quelle est la cloche actionnée; il est moins commode de le faire, s'il s'agit de sonneries électriques.

Etant donné qu'un seul poste à la fois transmet les signaux, on peut, pour rendre la réception plus commode, n'avoir qu'une seule sonnerie à un coup S (3) (fig. 4) complétée par un indicateur optique d'étage.

Il est, dans ce cas, nécessaire d'éviter que pendant qu'un des postes transmet un signal, les autres ne puissent troubler la transmission.

(3) Une sonnerie à un coup est une sonnerie dont le marteau ne frappe le timbre qu'une fois, pour chaque fermeture du circuit.

De tels systèmes ne sont réalisables qu'électriquement, mais ils peuvent l'être d'une infinité de manières différentes.

Presque toujours, il faut placer en P, en plus de la sonnerie à un coup S, un second appareil récepteur, par exemple une sonnerie trembleuse, afin que, pendant qu'un des postes possède seul la faculté de pouvoir transmettre les différents signaux en actionnant la sonnerie S un certain nombre de fois, les autres, qui sont sans action sur cette dernière, restent, ne fût-ce que pour pouvoir indiquer qu'ils désirent la cage, en communication permanente avec P.

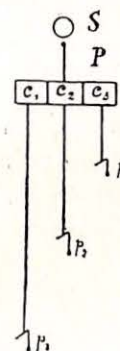


FIG. 4.

Toutefois, dans les systèmes où ces derniers ne sont bloqués que pendant le temps que dure la transmission du signal, c'est-à-dire quelques secondes, l'adjonction d'un second appareil récepteur n'est pas nécessaire.

Mais tel n'est pas souvent le cas et comme généralement, l'extraction se faisant à un étage à la fois, on laisse à ce dernier, d'une façon permanente, la faculté d'actionner la sonnerie S, on conçoit la nécessité de permettre aux autres postes de se faire entendre.

Il faut de plus, afin d'éviter toute méprise, que le fait que l'on peut ou non actionner S, s'indique automatiquement à chacun des postes.

Enfin, il est assez utile que toute installation électrique comporte la répétition des signaux au poste transmetteur, afin de se rendre compte si la transmission se fait bien régulièrement.

A titre d'exemple, décrivons brièvement le système schématisé figure 5. En plus des desiderata ci-dessus, ce système donne la faculté au poste P, d'envoyer des signaux aux postes $p_1, p_2...$ Nous reviendrons dans la suite, sur l'utilité de ce dispositif complémentaire, mais qui réalise la réciprocité, obligatoire en vertu du 1^{er} alinéa de l'article 12 cité en commençant.

Cette installation comprend :

- a) A chacun des postes $p_1, p_2...$, une sonnerie à un coup S_n , une case lumineuse $C'n$, et un interrupteur à tirer avec ressort T_n .
- b) Au poste P, une sonnerie à un coup S, une sonnerie trembleuse s, un interrupteur à tirer T, un tableau avec case lumineuse $C_1, C_2...$ et une série de manettes $M_1, M_2...$ enclanchés de telle façon

qu'une seule à la fois, puisse se trouver dans la position renversée, telle M_2 sur la figure 5.

Lorsque le 2^e étage, par exemple, est celui où l'on fait l'extraction la manette M_2 est renversée, les cases C_2 et C'_2 sont allumées indiquant ainsi aux postes intéressés, que p_2 peut envoyer des signaux en actionnant S par la manœuvre de l'interrupteur T_2 . Remarquons que chaque coup de la sonnerie S est répété au poste transmetteur par la sonnerie S_2 . D'autre part P peut par la manœuvre de T , actionner S_2 ; la sonnerie S sert alors de répétitrice.

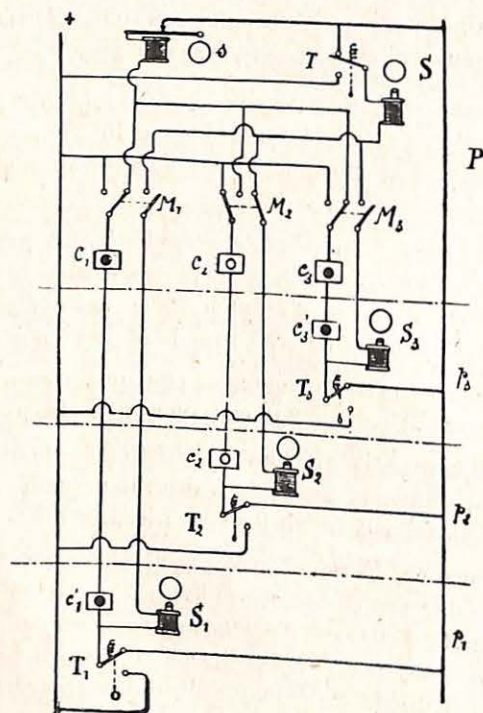


FIG. 5.

Quant aux autres étages, leurs cases lumineuses sont éteintes et ils ne peuvent actionner S . Ils ont cependant la faculté de se faire entendre, en manœuvrant leur interrupteur à tirer, qui actionne alors la sonnerie trembleuse s et allume les cases lumineuses correspondantes.

Il est à remarquer que la trembleuse doit être calculée de telle façon que le courant se dérivant à l'entrée de s , pour retourner au pôle négatif en passant par les cases lumineuses des autres postes, soit sans action sur ces dernières et sur le bon fonctionnement de s quel que soit le nombre de postes de l'installation, ce qui se réalise très facilement.

Ce dispositif a l'avantage d'être assez simple. Il nous servira de canevas pour indiquer ce qui caractérise les principaux systèmes dérivant du même principe et qui ne sont que des modifications plus ou moins profondes de celui que nous venons d'exposer.

Lorsque les translations de la cage entre les étages intermédiaires sont fréquentes, et lorsque la salle de la machine étant P , la manœuvre des manettes M_1, M_2, \dots incombe au mécanicien, ce système n'est guère pratique.

Pour remédier à cet inconvénient, on peut rendre la manœuvre des clefs M_1, M_2 automatique, en se servant de l'indicateur de position, qui établira, pour l'étage où se trouve la cage, les connexions qui, dans l'autre cas, résulteraient du renversement de la manette correspondante.

On peut aussi, en remplaçant les appareils M_1, M_2, \dots par des relais, commander, des différents étages p_1, p_2 , au moyen d'un appareil supplémentaire, placé en chacun d'eux, le renversement des connexions correspondantes et le blocage des autres postes. Il est nécessaire que P puisse aussi débloquent directement ces derniers, pour permettre en cas de besoin à l'un d'eux, de signaler à son tour.

Enfin, il peut paraître avantageux de faire en sorte que lors de l'envoi d'un signal par un des postes, les autres ne soient bloqués que pendant les quelques secondes que dure la transmission. Car alors, il n'est plus nécessaire de placer en P , un second appareil récepteur s , ni de lui laisser la faculté d'opérer le déblocage; de plus, on peut supprimer aux postes p_1, p_2, \dots les cases indicatrices C'_1, C'_2, \dots et ne pas y placer d'appareils supplémentaires.

Mais pratiquement, il est difficile de réaliser ce fait d'une façon absolue, parce que la transmission d'un signal se fait en lançant dans le circuit une série de courants intermittents. Si le blocage des autres postes nécessite le passage continu du courant dans les relais, il n'est pas efficace, car il n'a pas lieu dans l'intervalle séparant deux coups de sonnerie.

D'autre part, si le relai une fois amorcé se maintient dans la position de blocage, il faut pour le ramener dans la position initiale, une intervention extérieure, indépendante de la fin de la transmission, ce qui ne résout le problème qu'imparfaitement.

Nous venons d'indiquer une série de systèmes dans lesquels les différents signaux sont constitués par un certain nombre de coups de sonnerie complétés par l'indication du poste émetteur donnée au moyen de timbres à sons différents ou d'indicateurs optiques.

Les indications optiques facilitent la réception. Quand elles sont complètes, c'est-à-dire quand elles indiquent entièrement la manœuvre demandée et quand, de plus, elles sont permanentes, tout au moins jusqu'au moment de l'exécution, elles rendent impossible une confusion au sujet du signal qu'elles indiquent, entre le moment de la réception et celui de l'exécution.

Cet avantage est appréciable, car il peut, en réalité, se passer un certain laps de temps entre ces deux moments. Par exemple, lorsque les signaux du fond sont, comme ceux de la recette, transmis directement au mécanicien, celui-ci doit généralement en recevoir deux; le premier peut être reçu depuis un certain temps et être oublié, lors de la réception du second.

On peut tout d'abord réaliser la permanence de l'indication d'un signal en adjoignant, à l'un ou l'autre des systèmes précédents, un appareil enregistreur.

Certains de ces appareils indiquent simplement, par un chiffre, le nombre de coups de cloche dont se compose le signal. D'autres sont plus perfectionnés; au lieu d'être de simples compteurs, ils enregistrent en même temps que le nombre de coups, les différents intervalles de temps qui les séparent, sur une bande de papier qui se déroule, en y perçant par exemple un petit trou rond à chaque coup de sonnerie. Les distances entre les différents trous correspondent aux intervalles entre les différents coups de sonnerie.

Pour permettre la lecture à distance des signaux percés dans la bande de papier, l'image est agrandie, après le passage sous le système perceur, au moyen d'une installation de projection, et reproduite sur un écran.

Ces appareils qui facilitent la réception et la juste exécution des signaux ont, en plus, l'avantage d'enregistrer ceux-ci d'une façon définitive. Mais ils ont l'inconvénient d'être d'un fonctionnement trop délicat, pour qu'on puisse se baser uniquement sur leurs indications.

On peut encore réaliser l'indication complète et permanente d'un signal en disposant au poste P, en plus du tableau indicateur d'étage, un autre tableau comprenant autant de cases indicatrices qu'il y a de signaux différents à transmettre et à chacun des postes $p_1 p_2 \dots$ un commutateur permettant d'allumer l'une quelconque de ces cases. Chaque changement d'indication est accompagné d'un avertissement acoustique.

Une fois l'indication ainsi transmise on en demande l'exécution par un coup de sonnerie.

La commande de cette sonnerie, de même que l'usage du tableau indiquant la manœuvre, est réservée au poste qui a sa case éclairée dans l'indicateur d'étage. L'allumage de la case en question peut se faire suivant l'une des méthodes indiquées précédemment, soit par le poste P, à la main ou automatiquement (par l'indicateur de position des cages), soit par le poste p correspondant.

En plus d'un circuit par étage, ce système nécessite autant de circuits qu'il y a d'indications à donner. Une telle installation peut devenir, dans certains cas, très onéreuse. De plus, ce dispositif manque un peu de facilité d'adaptation aux différentes nécessités du service; les indications sont les mêmes pour tous les postes, elles ne peuvent être facilement modifiées et leur nombre est limité.

Ce système de signalisation est spécialement indiqué là où il faut que celui qui donne le signal soit maître du moment *précis* de son exécution; tel n'est pas généralement le cas dans les mines.

Mais on peut remarquer que les accidents dus à la manœuvre des cages résultent plus souvent d'une manœuvre intempestive que d'une manœuvre simplement erronée. De ce fait, il semble assez intéressant de réaliser par un dispositif très simple, non pas l'indication permanente et complète de la manœuvre demandée, mais seulement l'indication du fait que la cage doit rester arrêtée ou peut être mise en marche.

Indiquons dans cet ordre d'idées, le dispositif de la figure 6 qui se compose d'un circuit unique comprenant en série :

A chacun des postes $p_1, p_2 \dots$ un interrupteur I_n et un indicateur lumineux L_n et, au poste P, un indicateur lumineux L, qui autorise la marche de la machine quand il est allumé et prescrit l'arrêt quand il est éteint, complété par un relais R, commandant une sonnerie avertissant le préposé à la réception, de l'allumage et de l'extinction de L.

Ce dispositif ne dispense pas d'une installation permettant de donner les indications de manœuvre ou de demander la cage en cas

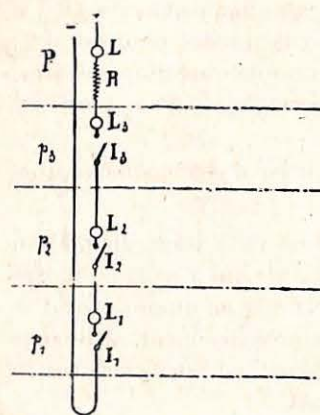


FIG. 6.

faillie nécessairement ouvrir le circuit et ordonner la mise à l'arrêt de la machine.

De plus, le dispositif indiqué fig. 6 englobe non seulement l'installation principale reliant les différents accrochages au jour, mais aussi l'installation secondaire semblable à la première, mais plus simple, qui relie la recette à la salle de la machine (fig. 1 et 2).

On conçoit facilement la grande sécurité résultant du fait que la mise en marche de la cage est placée sous la dépendance de tous les postes intéressés.

Nous avons jusqu'ici rapidement passé en revue les principaux moyens utilisés pour relier plusieurs postes émetteurs de signaux à un poste central récepteur. Lorsque il n'y a qu'un poste émetteur, l'installation est de beaucoup simplifiée. Il n'est plus nécessaire d'employer un dispositif de blocage, ni des indications optiques d'étage. Il suffit soit d'un interrupteur et d'une sonnerie, soit de deux interrupteurs et de deux sonneries reliés convenablement, suivant que l'on ne réalise pas, ou que l'on réalise, la réciprocité des signaux.

C'est de cette façon simple que, généralement, l'installation qui relie la recette principale à la salle de la machine est réalisée et dans ce cas la réciprocité des signaux n'a sa raison d'être que quand la recette principale est éloignée de la salle de la machine; tel est le cas

de besoin; mais étant donné que l'indication de la manœuvre n'est plus nécessaire que quand il ne s'agit pas des manœuvres régulières d'extraction et que, d'autre part, le dispositif précité prend à sa charge la plus grande partie des conditions de sécurité nécessaires, on peut se contenter d'installations plus simples, ou même de téléphones.

Remarquons encore qu'il est possible d'enclencher les interrupteurs I_1, I_2, \dots avec les barrières des différents accrochages, de telle façon que pour avoir la barrière ouverte, il

lorsque les produits sont amenés au jour par une galerie à flanc de coteau partant de l'étage supérieur du puits, qui, si les manœuvres y sont simultanées avec un étage du fond, joue alors le rôle de recette principale.

Ceci nous amène à dire un mot de l'utilité de la réciprocité des signaux. Quand le mécanicien reçoit un signal douteux ou qui lui semble mal donné ou mal transmis, il pourra, si l'installation comprend ce dispositif, demander la répétition du signal. Sinon, il devra attendre que le poste émetteur s'aperçoive que son signal n'est pas compris et le répète spontanément, ce qui entraîne toujours une perte de temps. A cause de cette perte de temps, il arrive parfois que le mécanicien hésite à attendre la répétition d'un signal douteux, lorsqu'il n'a pas le moyen de la demander, ce qui peut amener des accidents.

En partant de ce point de vue, on conçoit que ce sont les installations les plus rudimentaires et présentant le moins de garanties de bon fonctionnement qui ont le plus à gagner par l'adoption du dispositif de réciprocité. Indépendamment de l'obligation prescrite par l'article 12, ce dispositif est néanmoins toujours utile, parce qu'il y a parfois lieu de transmettre entre le jour et le fond des communications qui ne concernent pas directement la manœuvre de la cage et qui doivent alors pouvoir être transmises aussi bien dans un sens que dans l'autre.

Cependant dans cet ordre d'idées, le téléphone est d'un emploi beaucoup plus avantageux et il semble qu'une installation de signalisation très simple sans réciprocité, mais complétée par des téléphones, soit une solution intéressante de la question.

La seule objection que l'on puisse émettre réside dans le fait que les téléphones sont plus délicats que les appareils de signalisation proprement dits, et si, pour une cause quelconque, l'installation téléphonique est laissée hors service, on pourra continuer l'extraction tout en n'étant plus, au point de vue signalisation, dans les conditions prescrites.

Enfin, toute installation électrique peut être complétée par des dispositifs particuliers. Citons à ce propos, les cases lumineuses à verre rouge, s'allumant à tous les postes pendant la translation du personnel. L'allumage pourra être fait par le préposé aux signaux de l'envoyage où le personnel prend place dans la cage; il est plus simple et tout aussi logique, qu'il soit fait par le mécanicien à la

réception du signal d'abarin; l'allumage des lampes rouges comporte, de cette façon, un accusé de réception de la part de celui-ci.

De l'aperçu de ces diverses solutions du problème, on peut conclure que l'emploi de l'électricité permet la réalisation d'installations de signalisation susceptibles de rendre beaucoup plus de services que les installations mécaniques, à la condition toutefois qu'elles soient installées dans les conditions telles que leur bon fonctionnement soit toujours assuré.

Signalons à ce propos les trois circulaires ministérielles du 3 décembre 1909, du 19 septembre 1913 et du 3 juin 1914.

Les prescriptions qu'elles renferment sont parfaitement logiques. Cependant, certains paragraphes, tels le 2° et le 6° de la circulaire du 19 septembre 1913, donnent sur la manière de réaliser une installation des indications très précises, en excluant ainsi la possibilité d'avoir recours à d'autres solutions qui, dans certains cas du moins, peuvent être plus avantageuses.

Puisse cet exposé très incomplet contribuer à la meilleure utilisation des dépenses faites en vue de la sécurité dans les mines.

CIRCULAIRE MINISTERIELLE DU 3 DECEMBRE 1909.

Des appareils électriques de signalisation, fonctionnant parfois sous des tensions de 110 à 220 volts, commencent à être installés dans les mines du pays.

De telles installations ne tombent pas sous l'application de l'arrêté royal du 15 mai 1895 relatif à l'emploi de l'électricité dans les mines, les minières, les carrières et les usines régies par la loi du 21 avril 1810; leur mise en usage n'est donc pas subordonnée à une autorisation préalable et leur fonctionnement n'est pas spécialement réglementé.

La tension relativement élevée du courant électrique dans certains de ces appareils peut cependant présenter du danger, notamment dans les travaux souterrains.

L'article 76 de l'arrêté royal du 28 avril 1884 sur la police des mines, l'article 3 du décret du 3 janvier 1813 et l'article 5 du règlement général du 29 février 1852 sur la police des carrières exploitées par galeries souterraines permettent dans ce cas aux ingénieurs des mines d'intervenir et de proposer aux autorités compétentes les mesures propres à écarter tout danger.

La Commission consultative d'électricité, que j'ai saisie de l'examen de cette question, a tracé à cet égard, à titre d'indication, les règles ci-après:

Dans les travaux souterrains des mines, minières et carrières, les installations de signalisation électrique satisferont aux prescriptions générales sur l'emploi de l'électricité et aux conditions spéciales ci-après:

1° Les piles, accumulateurs, magnétos, dynamos ou transformateurs fonctionnant à l'intérieur des travaux ne seront établis que dans des endroits bien ventilés;

2° Les récipients des piles et des accumulateurs ne pourront pas être en celluloïde;

3° Dans les endroits où un afflux de grisou est à craindre, les piles, les accumulateurs et les transformateurs seront pourvus d'enveloppes fermées à clef; leurs bornes seront rendues inaccessibles en service normal. Dans ces mêmes endroits, les dynamos et magnétos seront enfermées dans des enveloppes de sécurité antigrisouteuses, d'une efficacité certaine;

4° A l'intérieur des travaux, la canalisation ne pourra être constituée que par des câbles armés, sous plomb, protégés contre l'humidité par une enveloppe imprégnée. Ces câbles ne comprendront que les conducteurs des circuits de signalisation.

Les boîtes de distribution et de jonction de ces conducteurs seront pourvues de couvercles hermétiques fermant à clef;

5° Tous les appareils, touches de contact, boutons d'appel, sonneries, etc., où il peut se produire des étincelles de rupture du courant, seront enfermés dans des enveloppes métalliques étanches, rendant inaccessibles normalement toutes les pièces sous tension;

6° Ces appareils seront disposés et construits de façon à empêcher que, par la fermeture accidentelle des circuits, ils ne puissent donner lieu à des signaux intempestifs;

7° La réception de chaque signal sera contrôlée au poste transmetteur par sa répétition automatique ou par tout autre moyen équivalent;

8° Les agents du service électrique, munis de clefs ou d'outils spéciaux, pourront seuls enlever les couvercles et les enveloppes prévus par les prescriptions nos 3, 4 et 6. Ils seront chargés de la visite et de l'entretien de l'installation et ne pourront y apporter aucun changement sans l'ordre exprès du directeur des travaux.

Si certaines installations de signalisation ne satisfaisaient pas à ces conditions et si leur fonctionnement présentait du danger, vous auriez à user des pouvoirs que les règlements vous confèrent pour faire écarter, aussitôt que possible, toute cause de danger.

CIRCULAIRE MINISTERIELLE DU 19 SEPTEMBRE 1913.

J'ai soumis à l'examen de la Commission consultative d'électricité différents projets de signalisation électrique dans les puits de mine, sur lesquels les constructeurs avaient sollicité mon avis. Il s'agissait notamment de savoir si les dispositions de ces projets étaient conformes aux prescriptions de l'article 12 de l'arrêté royal du 10 décembre 1910. La Commission, après une étude approfondie de la question, a été d'avis que, pour la bonne marche des appareils de l'espèce, il y avait lieu de compléter les règles tracées, à titre d'indication, par ma circulaire du 3 décembre 1909, en y ajoutant les dispositions ci-après:

1° Les bornes de prise de courant des installations de signalisation électrique seront maintenues sous tension d'une façon permanente, par une

source d'énergie ne pouvant donner lieu, ni à des interruptions accidentelles du courant, ni à des variations importantes du voltage. On réalisera notamment ces conditions en faisant usage simultanément d'une batterie d'accumulateurs et d'une génératrice à courant continu.

2° Les signaux transmis du fond à la surface comprendront un signal optique d'avertissement, précédant les signaux acoustiques d'exécution; ceux-ci seront donnés exclusivement par des sonneries à un coup. Pour les signaux optiques, servant notamment d'indicateurs d'étages, chaque case du tableau sera éclairée par au moins deux lampes montées en dérivation.

3° Pendant la translation du personnel, un signal optique, consistant en une lampe ou une case rouge, s'illuminera à tous les postes de signalisation, avertissant que des personnes vont prendre place ou se trouvent dans la cage. Cette indication sera complétée par un signal acoustique d'« abarin », donné par un certain nombre de coups de sonnette, avant l'entrée des personnes dans la cage.

4° Les relais nécessaires au fonctionnement de la signalisation seront placés à la surface, de manière à ne pas introduire dans le fond des appareils délicats et sujets à détérioration.

5° Des dispositifs d'enclenchement seront réalisés de manière à empêcher que plusieurs postes ne puissent signaler simultanément lorsqu'une même sonnerie ne peut être actionnée de chacun d'eux.

6° Pour communiquer de la surface avec chacun des accrochages, conformément à l'article 12 de l'arrêté royal du 10 décembre 1910, on installera un commutateur permettant d'actionner de la surface, l'une ou l'autre des sonneries répétitives de ces accrochages.

Toutefois, l'existence à chacun des accrochages et à la surface de postes de téléphone haut parleur, reliés par un câble spécial, est très recommandable tant pour réaliser, d'une façon plus complète que par le jeu du commutateur précité, la réciprocité des signaux, que pour servir éventuellement de signalisation de secours. Quoiqu'il en soit, le téléphone ne peut être considéré comme assurant seul, de façon à ne donner lieu à aucune confusion, l'échange des signaux entre le fond et la surface.

D'accord avec le Comité permanent des Mines, je me rallie entièrement aux conclusions de la Commission consultative d'électricité.

Il m'a été demandé ce qu'il fallait entendre par le mot *accrochage* dont il est question à l'article 12 du règlement précité. Il faut évidemment entendre par là les étages où se fait normalement le service de l'extraction et du matériel, ou la translation du personnel. En ce qui concerne ceux où les cages n'arrêtent qu'exceptionnellement pour des services divers, notamment pour la translation de quelques réparateurs ou surveillants, il suffit qu'ils soient pourvus d'un moyen de communication (signaux ou téléphone) avec l'un des accrochages où l'on possède les signaux complets.

L'obligation de la *réciprocité* des signaux n'a pas toujours été exactement comprise, certains l'ayant interprété comme l'obligation pour le poste récepteur, de répéter chaque signal au poste transmetteur, avant de l'exécuter. Il n'en est pas ainsi; le principe de la réciprocité des signaux a surtout en vue la possibilité de communiquer de la surface aux divers accrochages,

notamment pour provoquer le renouvellement d'un signal mal compris par le personnel du jour. Il n'est nullement nécessaire que celui-ci reproduise exactement le signal reçu, ni que les signaux soient donnés par les mêmes appareils.

Vous voudrez bien, Monsieur l'Ingénieur en chef, vous inspirer des instructions ci-dessus pour l'application de l'article 12 de l'arrêté royal du 10 décembre 1910.

CIRCULAIRE MINISTERIELLE DU 3 JUIN 1914.

(Cas des puits classés en 3^e catégorie.)

Il m'a été demandé si des signaux lumineux pouvaient être employés pour la signalisation électrique, dans les puits classés dans la 3^e catégorie des mines à grisou. J'ai soumis la question à l'examen de la Commission consultative d'électricité et ce collègue a émis à ce sujet l'avis suivant auquel je me rallie :

L'emploi de signaux lumineux peut être admis dans les puits de 3^e catégorie, moyennant l'observation des conditions ci-après :

1° Les lampes seront enfermées dans des boîtes maintenues parfaitement étanches ;

2° Ces boîtes seront fermées au moyen de clefs conservées en mains de préposés désignés au contrôle des ouvriers ;

3° L'ouverture des boîtes pour le renouvellement des lampes ne se fera qu'après suppression du courant au moyen d'un interrupteur placé à la surface ;

4° Les fenêtres de ces boîtes seront pourvues d'un verre épais.

Vous voudrez bien, M. l'Ingénieur en chef, vous inspirer de ces instructions pour la solution des questions qui seraient soumises à votre examen et veiller à ce que les installations existantes soient conformes aux dites instructions.

La Courbe des prix de revient

DES

CHARBONNAGES BELGES

pendant l'année 1920

par A. DELMER

Ingénieur en chef, Directeur des Mines, Professeur à l'Université de Liège.

Les prix de revient des charbonnages suivent les fluctuations de la valeur de la houille; toutefois ils n'ont pas ce qu'on pourrait appeler une élasticité parfaite en ce sens qu'ils ne varient pas exactement dans les mêmes proportions que les prix du marché.

Lorsque les prix de vente haussent, le prix de revient s'élève, mais en laissant une marge agrandie correspondant à un bénéfice majoré. D'autre part, lorsque les prix de vente baissent, le prix de revient ne peut pas être comprimé dans la même mesure; le bénéfice diminue et peut même disparaître.

La part de la valeur du charbon que le propriétaire de la mine prélève comme bénéfice sert en quelque sorte d'amortisseur ou de volant régulateur. Elle ne peut cependant pas remplir complètement cette fonction dans certaines exploitations où les pertes sont périodiques et qui sont condamnées à disparaître lorsque les conditions du marché deviennent moins favorables.

C'est pour cette raison que, dans tout bassin houiller, il y a une relation entre les fluctuations du prix de revient et les variations de la production.

La possibilité d'augmenter le prix de revient, par suite d'une hausse de la valeur du charbon, permet d'accroître la production, et réciproquement, la diminution du prix de revient, imposée par une baisse des prix de vente du charbon, a pour conséquence une réduction de la production.

Pour augmenter la production d'un bassin houiller, il faut mettre en exploitation des parties du gisement, qui ont été dédaignées parce qu'elles sont moins bonnes ou moins bien situées que celles qui ont tenté les premiers exploitants.

Pour intensifier l'extraction, il faut attirer des ouvriers dans les mines en haussant les salaires et en se contentant du faible rendement d'ouvriers non qualifiés. Sur un cartogramme des salaires, les nouveaux charbonnages et ceux dont on veut augmenter la production constituent des points singuliers où les salaires sont particulièrement élevés et ces nœuds sont entourés d'auréoles englobant les exploitations qui, pour conserver leur personnel ouvrier, doivent payer des salaires relativement élevés. Ces différences géographiques de salaires dont on connaît des exemples actuellement dans le Hainaut, montrent d'une manière frappante que l'augmentation de la production est accompagnée d'un relèvement du coût de la main-d'œuvre.

On accroît également la production par le développement et le perfectionnement de l'outillage qui représentent un capital dont l'intérêt et l'amortissement augmentent le prix de revient, sans qu'il y ait une compensation par la réduction des frais de main-d'œuvre. Ainsi on a estimé que l'emploi de 4,800 marteaux-pics dans les mines belges permettrait d'accroître la production annuelle de 2.4 millions de tonnes, mais coûterait 80 millions de francs de frais d'installation (1). Ce capital représente 33 francs par tonne

(1) Rapport sur l'industrie charbonnière présenté en décembre 1920 à la Commission d'étude de la Situation économique.

supplémentairement extraite par an et si l'on établissait le prix de revient de cette production supplémentaire, il faudrait porter en compte l'intérêt et l'amortissement de cette somme.

Ainsi donc une production supplémentaire a généralement un prix de revient majoré et c'est dans ce sens que l'on peut dire que le charbon est un produit dont le prix de revient augmente avec la production.

En réalité, les prix de revient sont très différents d'une exploitation à l'autre. Ainsi, pour l'année 1920, ils s'échelonnent entre les valeurs de 57 francs et 149 fr. 42.

En cette année, qui compte parmi les bonnes pour l'industrie charbonnière, beaucoup d'exploitations avaient un prix de revient leur assurant un large bénéfice ou rente.

Quelques charbonnages ont eu un prix de revient voisin du prix de vente et ont clôturé l'exercice sans bénéfice ni perte sensible; ils se sont trouvés à la limite de l'exploitabilité, et ils seraient condamnés à disparaître si les circonstances devenaient d'une manière permanente moins favorables. C'est par ces charbonnages placés à la limite de l'exploitabilité que les fluctuations de la valeur du charbon ont une influence sur la production.

Certains charbonnages ont été au delà de cette limite d'exploitabilité, c'est-à-dire qu'ils ont eu un prix de revient supérieur au prix de vente. De semblables situations ne peuvent être que temporaires.

Il se présente parfois, au cours de la longue existence d'un charbonnage, des séries d'années dont les résultats sont médiocres, parce que dans la suite des tranches du gisement que l'on doit exploiter successivement, il en est de pauvres ou d'une exploitation difficile.

D'autre part, le retard dans les travaux de premier établissement, dans le renouvellement de l'outillage ou dans

les travaux préparatoires, peut mettre momentanément, une bonne affaire dans une situation critique.

Un charbonnage en déficit n'est maintenu en exploitation que parce que ses propriétaires escomptent une amélioration prochaine de la situation.

En théorie, le prix de revient à la limite de l'exploitabilité d'un gisement, est égal à la valeur du charbon et ne peut suivre cette valeur dans ses oscillations que par une variation de la production. Toute variation de la valeur du charbon a pour cause une rupture d'équilibre entre l'offre et la demande et l'équilibre ne peut être rétabli que par un réajustement de la production.

En fait, lorsque l'on examine les courbes représentant pour une longue série d'années les valeurs et les productions du charbon, on constate de très nombreuses anomalies.

La production ne peut pas en effet s'adapter immédiatement à une nouvelle valeur du charbon; l'ajustement ne peut s'achever qu'après plusieurs années et dans la suite des brusques et continuelles dénivellations des prix, les oscillations de la production paraissent parfois à contre temps.

Toutes les fluctuations des prix du charbon sont donc trop rapides pour marquer leur influence sur la production. Il faut considérer la courbe des prix dans son allure générale et non pas dans toutes ses variations. Ainsi la courbe de la valeur du charbon belge a une allure sineuse dont les maxima et les minima se suivent à des intervalles d'une dizaine d'années. Cette courbe s'est relevée depuis l'année 1887 en passant par les minima suivants :

En 1887	fr.	8,01
En 1890		9,32
En 1904		12,59
En 1909		14,37

À ce relèvement de la valeur a correspondu une faible augmentation de la production qui ne s'est pas maintenue après l'année 1906.

Si les prix de revient suivent dans une certaine mesure les fluctuations de la valeur du charbon, ils sont affectés d'un lent mais inévitable enchérissement qui est la conséquence de l'épuisement du gisement, des réductions de la durée de travail des ouvriers, et du relèvement des salaires.

Ce relèvement du prix de revient, qui est indépendant de la valeur du charbon, a le même effet qu'une diminution de la valeur, c'est-à-dire qu'il détermine une réduction de la production.

Enfin, l'influence de la valeur du charbon sur la production belge est altérée par les influences provenant de l'étranger.

Sur le marché charbonnier belge, l'offre de charbon aux consommateurs est faite non seulement par les producteurs belges, mais encore par les producteurs allemands, anglais, français et néerlandais, auxquels se joignent depuis la guerre, les Américains et ces producteurs étrangers couvraient, avant la guerre, 45 % des besoins belges.

D'autre part, à la demande de charbon faite à nos producteurs par les consommateurs belges, vient s'ajouter celle de consommateurs français, néerlandais, suisses et italiens, qui absorbent 30 % de la production belge. Il résulte de là que notre marché charbonnier national est entièrement dominé par les conditions du marché international.

Une variation de la valeur du charbon sur le marché mondial affecte les prix dans tous les pays et notamment en Belgique, mais une même modification de prix n'a pas

une conséquence équivalente dans tous les centres producteurs. Ainsi un relèvement des prix provoquera dans un district charbonnier neuf, dont toutes les parties ne sont pas encore en exploitation, un accroissement considérable de la production, tandis que ce même relèvement de prix ne permettra qu'un faible développement de la production dans un bassin houiller exploité depuis longtemps et dans toutes ses parties. Les variations de prix modifient donc l'importance relative des bassins houillers.

C'est pour apporter un élément de la question complexe de la valeur et de la production du charbon en Belgique et également pour montrer un des caractères de notre industrie charbonnière que j'ai dressé la courbe du prix de revient des charbonnages belges pendant l'année 1920.

Pour construire cette courbe, les charbonnages ont été rangés suivant l'ordre des prix de revient croissants, dans la colonne (a) d'un tableau dont le modèle est reproduit ci-dessous et où l'on a également indiqué les prix de revient (b), les productions (c) et les productions totalisées (d).

(a)	(b)	(c)	(d)
Charbonnages	Prix de revient	Productions	Productions totalisées
1	r_1	p_1	p_1
2	r_2	p_2	$p_1 + p_2$
3	r_3	p_3	$p_1 + p_2 + p_3$

Chaque prix de revient est représenté sur le diagramme par un point dont le nombre inscrit à la colonne (b) du tableau est l'abscisse et dont le nombre correspondant à la colonne (d) est l'ordonnée. L'ensemble de ces points représente la courbe A C E appelée *courbe des prix de revient*.

Les éléments qui ont servi à l'établissement du tableau de la courbe et la manière dont on les a déterminés sont expliqués dans la note ci-jointe.

Les différences entre le prix de vente représenté par la ligne verticale B D et les prix de revient — courbe A C E — sont les bénéfices à la tonne ou éventuellement les pertes à la tonne.

Le bénéfice total d'une exploitation est le bénéfice à la tonne multiplié par le nombre de tonnes vendues et est figuré sur le diagrammes par un rectangle. L'ensemble des rectangles empilés les uns sur les autres représente le bénéfice total des charbonnages ou *la rente*.

Il ne faut pas perdre de vue, en examinant les résultats de l'exploitation des charbonnages en 1920, que cette année fut exceptionnellement favorable à l'industrie charbonnière.

La courbe des prix de revient de cette année se développe entre les valeurs 57 francs et fr. 149,42. Les valeurs extrêmes ne correspondent qu'à de très faibles tonnages et sont donc exceptionnelles. Si l'on élimine de la liste des exploitations rangées dans l'ordre des prix de revient croissants, celles qui sont aux deux extrémités et dont la production totale représente 5 % de celle du pays, on constate que les exploitations restantes ont des prix de revient compris entre 72 et 95 francs. La dispersion des prix de revient est donc très grande.

Le prix de revient moyen du pays est de fr. 85,50, mais l'examen de la courbe des prix de revient montre qu'il n'y a aucune concentration spéciale de la production aux environs de cette valeur.

En face des prix de revient si différents d'une exploitation à l'autre, il y a un prix de vente unique, qui fut en 1920 de fr. 91,42. Le prix de vente est, en effet, pratiquement le

même dans tous les districts houillers du pays pour des qualités identiques de charbon.

Il en résulte qu'un charbonnage a gagné fr. 34,42 à la tonne tandis qu'un autre a perdu 58 francs à la tonne.

Le bénéfice moyen des charbonnages a été de fr. 5,92. Cette valeur ne correspond à aucune réalité. En fait, aucun charbonnage n'a gagné ce bénéfice moyen et ceux qui ont gagné un bénéfice se rapprochant de ce bénéfice moyen ne représentent qu'une faible proportion de la production.

Les bénéfices des charbonnages résultant en très grande partie des conditions plus ou moins favorables du gisement constituent une rente, mesurée par la surface A B C du diagramme. La rente totale s'est élevée, en 1920, 148 millions 700,000 francs pour une production vendable de 16 millions de tonnes environ. Elle a donc été en moyenne de fr. 9,30.

Cette rente a comme contre partie une perte, dont le montant s'élève à 32,8 millions de francs pour une production de 3,5 millions de tonnes. (La perte est proportionnelle à la surface C D E du diagramme.) La perte est d'environ fr. 9,40 par tonne pour les charbonnages en perte.

Si, toutes choses égales d'ailleurs, la valeur du charbon avait été inférieure en 1920 de fr. 5,92 à ce qu'elle a été, cette différence de prix, de 6 1/2 % seulement de la valeur, aurait eu pour conséquence que les charbonnages belges considérés comme une seule entreprise, auraient clôturé l'exercice sans bénéfice ni perte. Cependant, des charbonnages représentant plus de la moitié de la production, auraient fait des pertes importantes pour certains d'entre eux; tandis que des exploitations favorisées par la nature auraient encore réalisé des bénéfices — touché une rente — de plus de 20 francs par tonne vendue.

La courbe des prix de revient se relève fortement aux environs de la valeur du charbon; ce qui prouve que même pendant l'année favorable de 1920, beaucoup d'exploitations se sont trouvées dans le voisinage de la limite de l'exploitabilité. On doit en conclure que tout enchérissement du prix de revient qui ne sera pas compensé par une hausse des prix de vente, de même que toute diminution du prix de vente qui ne pourra pas être rattrapé par une compression équivalente des prix de revient auront pour conséquence l'abandon de certains charbonnages c'est-à-dire une diminution de la production.

L'aplatissement de la courbe dans la région des hauts prix de revient indique d'autre part qu'un relèvement de la valeur du prix du charbon n'est pas susceptible de provoquer une augmentation sensible de la production.

La partie de la courbe A C du prix de revient représente la *courbe de l'offre* des charbons belges. Il serait intéressant d'opposer à cette courbe celle de la *demande* des charbons belges, c'est-à-dire des quantités qui pourraient être absorbées, en fonction des prix de vente. On ne peut connaître qu'un point — le point D — de cette courbe théorique. On sait, en effet, qu'en 1920, tandis que le prix de vente était de fr. 91,42, 19,5 millions de tonnes de charbon belge furent consommées. Cette courbe s'abaisse dans le sens des abscisses croissantes, puisque la consommation diminue quand les prix grandissent; on peut même admettre qu'elle plonge fortement. En effet, les consommateurs de charbon belge sont, en ordre principal, les industries belges. Ces industries travaillent en très grande partie pour l'exportation et doivent par conséquent avoir un prix de revient très bas et ne résisteraient pas à un accroissement des dépenses résultant d'une augmentation sérieuse du prix du charbon. Elles résisteraient d'autant moins qu'en général le prix du combustible représente une

fraction importante de leur prix de revient ; la plupart de ces industries sont en effet basées sur l'emploi du combustible car notre développement industriel s'est fait à une époque où le charbon était abondant et bon marché chez nous.

Il résulte de là que le prix du charbon ne peut pas augmenter fortement, même dans le cas où la compétition des combustibles étrangers viendraient à faire défaut.

La conclusion qui se dégage de cette étude est que toute diminution des prix du charbon qui ne sera pas compensée par une compression équivalente des prix de revient sera la condamnation à mort de nombreux charbonnages belges. D'autre part, une augmentation de la valeur du charbon, plus forte que celle des prix de revient, augmentation qui ne pourra jamais être très importante, n'est pas susceptible de développer beaucoup la production actuelle.

NOTE EXPLICATIVE

1. — Le prix de revient a été déduit des renseignements fournis par les exploitants pour l'établissement de la redevance ; ces renseignements ont été contrôlés avec soin et comparés, chaque fois que cela a été possible, avec les éléments du bilan de la société exploitante.

2. — Le prix de revient établi est celui de la tonne de charbon vendable ; le charbon consommé à la mine n'y intervient pas.

3. — La charge résultant des frais de premier établissement constitue un des éléments du prix de revient.

Comme ces frais de premier établissement varient beaucoup d'une année à l'autre et sont pratiquement amortis en un nombre d'années plus ou moins grand, il n'est pas possible de les porter dans les dépenses d'un seul exercice, lorsque l'on veut comparer les prix de revient de plusieurs charbonnages.

Pour en tenir compte, on a ajouté uniformément aux dépenses ordinaires d'exploitation, la somme de fr. 5,62 qui représentent le coût moyen des dépenses de premier établissement pour l'ensemble des charbonnages du pays en 1920. On peut dire que la courbe tracée est celle des dépenses ordinaires d'exploitation que l'on a déplacée parallèlement à elle-même, d'une quantité de fr. 5,62, suivant la direction de l'axe des abscisses pour tenir compte des dépenses de premier établissement. Si l'on pouvait tenir compte exactement du coût de l'amortissement des immobilisations dans le prix de revient, la courbe que l'on obtiendrait ne serait pas très différente de celle qui a été tracée. Il n'existe pas, semble-t-il, un rapport entre le montant des dépenses ordinaires et l'importance des travaux de premier établissement, et ce n'est qu'un rapport de cette espèce qui pourrait rompre le parallélisme entre la courbe des dépenses ordinaires d'exploitation et celle du prix de revient comprenant l'amortissement des immobilisations.

4. — Le charbon n'est pas de la même qualité dans tous les charbonnages et l'on ne peut comparer cependant que les prix de revient de produits semblables. Pour tenir compte de ces différences de valeur, il faut affecter le prix de revient et la production d'un charbonnage d'un coefficient de qualité. L'exemple suivant montrera comment ce coefficient a été calculé et appliqué.

Le charbonnage A produit 211.090 tonnes de charbon vendable et à un prix de revient de fr. 82,60. La valeur marchande de ce charbon est de fr. 83,98. La valeur moyenne du charbon vendable de l'ensemble des exploitations belges a été de fr. 91,42. Le rapport

$$\frac{91,42}{83,98} = 1.089$$

est le coefficient de qualité du charbonnage A. Il signifie que 1.089 kilogr. de houille du charbonnage A valent 1 tonne de charbon standard et cette quantité de 1.089 kilogr. devient l'unité pour le prix de revient et pour la production.

Le prix de revient du charbonnage A est donc

$$82,60 \times 1.089 = \text{fr. } 89,95$$

et sa production

$$\frac{211.090}{1.089} = 192.000 \text{ unités.}$$



Sondages et Travaux de Recherche

DANS LA PARTIE MERIDIONALE

DU

BASSIN HOULLER DU HAINAUT

(19^{me} suite) (1)

N° 57. — SONDAGE D'ESTINNES-AU-MONT (Moulin)

Altitude approximative de l'orifice : + 104 mètres.

Sondage exécuté à Estinnes-au-Mont pour la *Société anonyme des Charbonnages Réunis de Charleroi*, à Charleroi, par la *Société Tréfor*, de Bruxelles.

Coupe dressée par M. X. STAINIER au moyen des éléments suivants :

De 0 à 698 mètres, échantillons et notes du chef sondeur ; de 698 mètres à 1,011 mètres, d'après les déterminations des échantillons faites par MM. R. GAMBIER et X. STAINIER ;

De 1,011 mètres à 1,272^m,80, d'après les notes du chef sondeur, les échantillons ayant été perdus par suite de la guerre.

Sauf indication contraire, les échantillons de 0 à 698 mètres ont été recueillis au trépan. De 698 mètres à 1,272^m,80, les échantillons consistent en carottes obtenues à la couronne diamantée.

(1) Voir t. XVII, 2^e livr., p. 445 et suiv. ; 3^e livr., p. 685 et 4^e livr. p. 1137 ; t. XVIII, 1^{re} livr., p. 253 ; 2^e livr., p. 597 ; 3^e livr., p. 935 et 4^e livr., p. 1219 ; t. XIX, 1^{re} livr., p. 238 ; 2^e livr., p. 507 et 3^e livr., p. 803 ; t. XX, 4^e livr., p. 1434 ; t. XXI, 1^{re} livr., p. 77 ; 2^e livr., p. 763, 3^e livr., p. 1111, et 4^e livr., p. 1501 ; t. XXII, 1^{re} livr., p. 185 ; 2^e livr., p. 605 ; 3^e livr., p. 923 ; 4^e livr., p. 1197.