

QUELQUES NOTÉS  
SUR  
L'EXPOSITION

ET LE

Congrès international des Ingénieurs

à GLASCOW en 1901

[62(063)(41) + 62(064)(41)]

---

Il ne peut être question de donner dès aujourd'hui, et dans cette livraison qui doit paraître quelques semaines<sup>o</sup> seulement après la clôture du Congrès, un compte-rendu complet de ces importantes réunions où ont été traitées tant de questions intéressant l'art des Ingénieurs. Outre que l'espace et le temps nous manquent, les travaux présentés, — et dont beaucoup n'ont pu être que résumés sommairement dans les séances du Congrès, — n'ont encore été distribués que partiellement et en épreuves incomplètes.

Nous nous réservons de revenir plus tard sur certains d'entre eux qui sont plus spécialement susceptibles d'intéresser les lecteurs des *Annales des Mines de Belgique*.

Nous voulons cependant ne pas tarder à donner un aperçu sommaire de la physionomie de ce Congrès, en jetant ça et là un coup d'œil sur l'Exposition qui en était l'occasion.

L'un et l'autre d'ailleurs étaient intimement liés. De la terrasse des superbes bâtiments de l'Université où se tenaient les sections du Congrès, on pouvait embrasser d'un seul coup d'œil l'ensemble de l'Exposition. D'abord, de nombreux pavillons dévalant vers le fond vert où coule la rivière Kelvin, affluent de la Clyde; puis, de l'autre côté de cette vallée : A droite, la *Galerie des machines*; au centre,

et faisant vis-à-vis à l'Université, l'élégant *Musée des Beaux-Arts*, construction permanente en grès rouge, édifiée, dit-on, avec les bénéfices de l'exposition précédente qui avait eu lieu au même endroit en 1888; à gauche, le grand *Hall industriel*, la salle des concerts, les pavillons étrangers, etc., aux dômes multiples et aux toitures bigarrées, dont le soleil, à qui le ciel enfumé de Glasgow avait bien voulu permettre ces jours là, sans doute en l'honneur des congressistes, d'assez fréquentes apparitions, faisait étinceler les ors et éclater les couleurs.

Sans être d'une importance comparable à celle des grandes expositions de Paris, de Chicago, etc., l'exposition de Glasgow faisait fort bonne figure. Disposée avec goût sur un emplacement pittoresque (le *Kelvingrove Park*), elle rassemblait assez d'objets intéressants et présentait assez d'attractions diverses pour justifier la vogue dont elle paraissait jouir; le soir surtout, les halls, brillamment éclairés, et les jardins, tout rutilants d'illuminations, étaient envahis par une foule compacte et animée, à travers laquelle la circulation était souvent malaisée.

Le Congrès des Ingénieurs (*International Engineering Congress*) comprenait les neuf sections suivantes :

- |            |  |
|------------|--|
| Section I. | Chemin de fer;                               |
| » II.      | Voies navigables et travaux maritimes;       |
| » III.     | Mécanique;                                   |
| » IV.      | Constructions navales et marine;             |
| » V.       | Le fer et l'acier;                           |
| » VI.      | Les mines;                                   |
| » VII.     | Hygiène des villes. — Hygiène sociale, etc.; |
| » VIII.    | Le gaz;                                      |
| » IX.      | L'électricité.                               |

Les travaux du Congrès se composaient essentiellement de séances de lecture et de discussion qui avaient lieu, comme nous l'avons dit, dans les divers locaux de l'Université, et de visites aux mines ou aux établissements industriels situés à portée.

Certaines de ces visites se faisaient en corps, d'autres isolément; un très grand nombre d'établissements industriels, dont la liste était donnée au programme, étaient ainsi ouverts aux membres du Congrès.

Ajoutons que quelques excursions, fort bien organisées, aux fiords

de l'embouchure de la Clyde, au pont du Forth et dans la région des lacs, reposaient agréablement des âpretés techniques du Congrès, ouvrant aux Congressistes quelques échappées sur cette région de poésie et de rêve qu'est le Highland écossais.

Nous ne pouvons non plus ne pas mentionner les *entertainments*, réceptions splendides faites aux congressistes et plus particulièrement aux délégués des gouvernements étrangers, et nous saisissons cette occasion pour témoigner au Comité du Congrès notre gratitude pour l'aimable accueil qui a été fait aux délégués du gouvernement belge.

La cérémonie d'ouverture a eu lieu dans la grande salle (*Bute Hall*) de l'Université. Après la présentation des délégués étrangers et des membres honoraires, le Président du Congrès, M. JAMES MANSBERGH, a prononcé une allocution sur le rôle des ingénieurs dans la société moderne, puis le LORD PROVOST de Glasgow a souhaité aux congressistes la bienvenue dans son industrieuse et prospère cité.

Les travaux des sections ont commencé immédiatement après cette cérémonie.

Le congrès dans son entièreté comprenait, comme nous l'avons dit, un vaste ensemble de matières traitées. Nous ne nous occuperons ici que des travaux des sections V, VI et IX.

#### SECTION V. — Le fer et l'acier.

Cette section était organisée par le célèbre *Institut du fer et de l'acier*, si connu par l'importance de ces travaux et la notoriété d'un grand nombre de ses membres.

Les mémoires présentés ont été les suivants :

1. *Sur les industries du fer et de l'acier de l'Ouest de l'Ecosse*, par LE COMITÉ DE L'INSTITUT DU FER ET DE L'ACIER DE L'OUEST DE L'ECOSSE ;
2. *Sur la nomenclature de la métallographie*, par LE COMITÉ DE L'INSTITUT DU FER ET DE L'ACIER ;
3. *Sur les alliages de fer et de cuivre*, par J.-E. STEAD ;
4. *Sur l'influence du cuivre dans les aciers pour la tréfilerie*, par J.-E. STEAD et F.-H. WIGHAM ;
5. *Sur la méthode Brinell pour la détermination de la dureté et des autres propriétés du fer et de l'acier*, par AXEL WAHLBERG (Stockholm) ;
6. *Sur la présence du calcium dans le ferro-silicium à haute teneur*, par G. WATSON-GRAY ;

7. *Sur le spectre des flammes aux différentes périodes pendant le soufflage du Bessemer basique*, par le professeur W.-N. HARTLEY, F. R. S., et HUGH RAMAGE ;

8. *Sur le traitement rationnel de l'acier*, par C.-H. RISDALE ;

9. *Sur la bonne utilisation de la puissance des gaz des hauts-fourneaux*, par B.-H. THWAITE ;

10. *Sur la variation du carbone et du phosphore dans les lingots d'acier*, par AXEL WAHLBERG (Stockholm) ;

11. *Sur les efforts internes du fer et de l'acier*, par ARTHUR WINGHAM.

Nous nous proposons de résumer ces diverses notices, d'un grand intérêt d'actualité; dans ce premier article nous nous contenterons de dire quelques mots de celles reprises sous les numéros 2, 4 et 6.

### *La nomenclature de la métallographie.*

Par suite du développement de la métallographie, la nomenclature est devenue de plus en plus embrouillée. Le Conseil de l'Institut du fer et de l'acier, à l'instigation de M. J.-E. Stead, a chargé un Comité composé de M. William Whitwell, président, M. F.-W. Harbord (Englefield Green), M. E. Heyn (Charlottenburg), M. T.-W. Hogg (Newburn), le professeur H.-M. Howe (New-York), le baron H. von Juptner (Donawitz, Autriche), le professeur H. Le Chatelier (Paris), M. Walter Rosenhain (Birmingham), M. E.-H. Saniter (Middlesbrough), le Dr A. Stansfield (Londres), M. J.-E. Stead (Middlesbrough), et M. Bennet H. Brough, secrétaire, d'étudier la question et d'examiner s'il ne serait pas possible de rendre la terminologie moins compliquée et plus précise.

Un glossaire a été composé dans l'espoir qu'il contribuera à faire avancer l'unification des termes, la simplification de ceux en usage et l'élimination de beaucoup d'entre eux.

Le glossaire ainsi proposé sera sans doute modifié, avant sa publication définitive dans le *Journal de l'Institut du fer et de l'acier*, par suite des observations des membres que la chose concerne.

Autant que possible, on a ajouté les équivalents français et allemands. Cette addition sera d'une grande utilité pour les personnes qui ont l'habitude de consulter les mémoires étrangers dans leurs originaux.

Ce travail sera aussi d'un grand secours à l'éditeur du grand dictionnaire technique international que l'on est occupé à préparer sous

la direction et aux frais de la *Société des Ingénieurs allemands*, qui est la société d'ingénieurs la plus nombreuse du monde; elle compte 16,000 membres. L'Institut du fer et de l'acier a entrepris de collaborer, autant que possible, à ce grand travail, et, en composant un glossaire qui ferait autorité dans la branche la plus récente de la métallurgie du fer, cette institution fera une chose extrêmement utile.

Basées sur l'examen microscopique de minces sections de minéraux et de roches, des observations ont été enregistrées, en 1858, par le D<sup>r</sup> H.-C. Sorby, membre de l'Institut du fer et de l'acier, dans un mémoire sur la structure intime des cristaux, en indiquant l'origine des minéraux et des roches et, en octobre 1867, par feu M. David Forbes, membre du Conseil et secrétaire étranger de l'Institut du fer et de l'acier. Ces observations donnèrent naissance à la science spéciale connue sous le nom de « pétrographie ».

Etant donné que les corps métalliques sont analogues aux roches, la connaissance exacte des métaux réclamait la création d'une science correspondante de métallographie, dans laquelle les pionniers furent le D<sup>r</sup> Sorby, dont les publications remontent à 1864, et le professeur Martens, en 1878. En 1880, l'usage du microscope était introduit aux usines de Creusot, et M. F. Osmond et M. J. Werth commencèrent des investigations qui furent continuées depuis cette époque dans la voie tracée par le D<sup>r</sup> Sorby.

La métallographie est aujourd'hui cultivée dans les principaux pays métallurgiques. Partie du laboratoire scientifique, elle s'est répandue de plus en plus dans les laboratoires des usines où elle deviendra, sans aucun doute, un auxiliaire indispensable aux analyses chimiques et aux essais physiques.

En raison de son étroite analogie avec la pétrographie et avec l'étude des fers météoriques, la métallographie nécessite l'usage de termes techniques analogues et conséquemment les termes familiers aux minéralogistes et aux géologues devraient, si possible, être employés pour décrire la structure des métaux et des minerais et l'invention de nouveaux mots ne devrait pas être permise.

Le rapport du Comité se termine par une liste alphabétique contenant les termes les plus importants employés par les auteurs des mémoires traitant de la métallographie.

*De l'influence du cuivre sur le fil d'acier.*

Les auteurs du mémoire relatif à cette question rapportent les résultats d'expériences effectuées sur des séries d'aciers avec et sans cuivre, préparés en prenant l'acier fini dans chaque série, à l'état fondu, en faisant deux parts dans l'une desquelles on ajoutait du cuivre. La quantité de ce métal ajouté à l'acier a varié entre 0.46 et 2 pour cent. Quatre séries ont été obtenues par le procédé Bessemer et une cinquième par mélange dans un creuset.

Les propriétés mécaniques des aciers ainsi obtenus sont données sous forme de tableaux, montrant la ténacité, la flexibilité et d'autres propriétés, après chaque passage à travers la filière. La conclusion à laquelle les auteurs arrivent est que le cuivre, dans les limites des quantités qu'ils ont expérimentées, n'améliore pas la qualité du fil, mais qu'il a, au contraire, en général, une influence nuisible, en présence d'une forte teneur en carbone. La seule propriété apparemment bonne que le fil d'acier cuivreux possède est qu'il n'est pas aussi rapidement corrodé que l'acier ordinaire. En conséquence, les auteurs estiment qu'il est désirable que de nouvelles expériences soient faites avec des quantités de cuivre inférieures à 0.5 pour cent, pour déterminer quelle quantité pourrait être admise sans inconvénient.

*Sur l'influence du calcium dans le ferro-silicium à haute teneur.*

Dans ces dernières années, des alliages de fer à haute teneur, spécialement ceux produits dans le fourneau électrique, ont révélé des particularités intéressantes pour le chimiste métallurgique et ont présenté, en même temps, quelques troubles à l'analyse.

L'auteur ayant récemment rencontré un ferro-silicium contenant du calcium et n'ayant pas connaissance que cet élément eût été signalé auparavant dans un alliage de fer, appelle, sur ce point, dans le mémoire présenté au Congrès, l'attention de ceux qui font usage des alliages de l'espèce.

L'auteur a reconnu, il y a quelque temps, la présence du magnésium et de l'aluminium dans des ferro-chrome, mais le calcium y faisait défaut. Il y a pas lieu de s'étonner de la rencontre, dans ces alliages, de l'existence du magnésium et de l'aluminium, étant donné que les minerais de chrome en contiennent en grandes proportions et la réduction des minerais susdits étant faite dans le fourneau élec-

trique. On peut s'attendre à un fait analogue avec le ferro-silicium, attendu que les composés du calcium entrent, sans aucun doute, pour une grande partie dans la constitution du fondant.

Le ferro-silicium à haute teneur ne contenant qu'un très petit pourcentage de calcium peut être obtenu au fourneau électrique et, si la présence d'un grand pourcentage est nuisible, les fabricants auront à agir en conséquence. L'auteur est néanmoins porté à croire que la présence du calcium sera plutôt avantageuse, mais c'est là un sujet d'essais pratiques pour ceux qui font usage des alliages de l'espèce.

Tandis que le calcium peut être considéré comme donnant un caractère spécial à quelques types de ferro-silicium à haute teneur, beaucoup d'autres impuretés, telles que le chrome, le nickel, le tungstène, sont simplement accidentelles et proviennent des résidus de charges antérieures d'alliages de fer non complètement retirés du fourneau. Leur estimation peut néanmoins toujours être négligée.

L'auteur donne ensuite des résultats d'analyses de ferro-silicium contenant 0.79 - 3.29 - 7.12 - 6.96 - 14.40 et 2.32 pour cent de calcium pour les quantités respectives suivantes de fer et de silicium :

Fer : 61.30 - 45.28 - 28.35 - 24.40 - 9.91 - 12.64.

Silicium : 31.90 - 44.05 - 56.70 - 62.90 - 68.65 - 78.80.

Il décrit ensuite une nouvelle méthode pour effectuer les analyses des ferro-silicium à haute teneur qui ne peuvent être attaqués par les solutions acides. Pour les attaquer par voie ignée, il propose d'employer le carbonate de potassium afin d'éviter l'introduction du calcium et du magnésium.

La réaction chimique est alors la suivante :



L'analyse se poursuit comme dans tous les cas analogues sauf quelques points de détail dont l'auteur fait mention et dont l'examen sort quelque peu de la question, du moins en ce qui nous concerne.

## SECTION VI. — Les Mines.

Les travaux de cette section se faisaient sous les auspices de l'*Institution of Mining Engineers*, qui, comme on le sait, réunit en une seule fédération les principales sociétés d'ingénieurs des mines existant dans le Royaume-Uni. Cette fédération, qui a son siège à

Newcastle-on-Tyne, et qui a pour secrétaire M. WALTON BROWN, compte environ 2,500 membres.

Voici la liste des travaux présentés :

1. *Adresse présidentielle*, par SIR THOMAS LEWIS BART ;
2. *Les schistes oléifères du Lothian*, par H. M. CADELL ;
3. *Les gisements de charbon du calcaire carbonifère du West Lothian*, par H. M. CADELL ;
4. *Les mines d'or de Tarquah (Côte d'Or)*, par A. H. SAWYER ;
5. *La fabrication des briques*, par GEORGE L. ALLAN ;
6. *Les gisements zincifères de la région de Zark (Etats-Unis)*, par H. FORSTER et P<sup>r</sup> VAN HISE ;
7. *La partie Nord des gisements aurifères de Klerksdorp (Transvaal)*, par WILLIAM SMITS ;
8. *Un nouveau théodolite pour les levés dans les mines et à la surface*, par H. D. HOSKOLD ;
9. *Orientation des plans de mines par rapport à la surface*, par G. R. THOMSON ;
10. *Les ressources minérales de la province de Québec*, par J. OBALSKI ;
11. *L'exploitation et le traitement des minerais de cuivre aux mines de Walkaroo et de Moonta (Australie du Sud)*, par H. J. HANCOCK ;
12. *Un nouveau diagramme pour le travail de la ventilation*, par H. W. A. HALBAUM ;
13. *Les courants alternatifs et leurs applications possibles dans les mines*, par S. F. WALKER ;
14. *La fabrication du coke à l'usine Oliver Fayette et C<sup>o</sup> (Pennsylvanie)*, par F. C. KERGHLY ;
15. *Sur un procédé de concentration de l'huile*, par A. S. ELMORE ;
16. *Description des travaux des mines de Sydney Harbour*, par J. RAG ;
17. *Géologie des gisements minéraux du Transvaal*, par D<sup>r</sup> G. B. F. MALISSGRAAFF ;
18. *Exploitation de la houille sous la mer et la rivière Hunter, près de Newcastle (Nouvelle-Galles du Sud)*, par A.-A. ATKINSON.

Comme nous l'avons fait pour la section V, nous n'effleurons aujourd'hui que quelques-uns des nombreux sujets traités.

*L'adresse présidentielle.*

Sir W. LEWIS, le président sortant, a donné, dans son discours d'ouverture, des aperçus très substantiels sur l'industrie houillère anglaise.

Après avoir constaté avec satisfaction qu'un progrès important a été réalisé sous le rapport de la sécurité du travail des mines, la proportion des vies perdues par des accidents miniers n'ayant plus été que de 9 par 1,000,000 de tonnes extraites en 1900, contre 19 en 1851 (1). M. Lewis a fait remarquer que d'un autre côté le prix de revient de l'exploitation a augmenté et que l'effet utile de l'ouvrier a diminué. Si l'on compare l'effet utile en Amérique et en Angleterre, l'infériorité de ce dernier pays est évidente; alors que le nombre de tonnes extraites par ouvrier occupé a été en moyenne, en Angleterre, de 382, elle a été en Amérique de 490 tonnes (en Pensylvanie, en 1899, ce nombre a atteint 818 tonnes et en Virginie 978 tonnes). Cette différence peut résulter partiellement, dit M. Lewis, de ce qu'en Amérique la puissance moyenne des couches est plus grande et la journée des ouvriers plus longue, mais elle résulte surtout, croit-il, de ce que les engins mécaniques sont beaucoup plus employés, pour l'abatage du charbon, en Amérique qu'en Angleterre.

Dans le Royaume-Uni le nombre de haveuses mécaniques a été, en 1900, de 311, dont 240 mues par l'air comprimé et 71, par l'électricité, tandis que, dans le seul district de Pensylvanie, il y avait 3,125 haveuses mécaniques; la production des charbonnages employant ces engins était de 45,000,000 de tonnes, quadruple de ce qu'elle était il y a 4 ans.

(1) En Belgique le progrès a été plus marqué encore. D'après la statistique de M. le Directeur général honoraire des mines, EM. HARZÉ, publiée dans cette livraison même des *Annales des Mines de Belgique*, voici quelles ont été, dans les périodes écoulées, les proportions d'ouvriers tués dans nos mines de houille (fond et surface réunis), par un million de tonnes extraites :

Période	1831—1840.	33.88
»	1841—1850.	26.44
»	1851—1860.	24.09
»	1861—1870.	18.90
»	1871—1880.	16.82
»	1881—1890.	11.41
»	1891—1900.	8.02
»	1896—1900.	6.35

Evidemment, continue Sir Lewis, dans les districts où les couches sont épaisses et n'exigent aucun havage, l'avantage des machines est problématique, à moins que la main-d'œuvre ne soit rare ; mais, dans les couches minces où le havage est indispensable, les haveuses mécaniques procureraient, non seulement une économie notable, mais un rendement plus fort en gros. Ce dernier avantage est d'autant plus sensible à l'heure actuelle que, par suite de ce que les ouvriers ne sont plus admis aussi jeunes qu'autrefois dans les mines, leur habilité professionnelle est moindre et les haveurs actuels produisent une proportion de menu considérable, ce qui diminue la valeur du charbon.

M. Lewis touche aussi à la question des exportations, et la note dominante de son discours est alarmante pour l'Angleterre qui voit de plus en plus envahir par des étrangers, les marchés où elle régnait jadis sans rivale ; le droit d'exportation de 1 shilling par tonne, qui menace de devenir une taxe permanente, intervient pour une part dans cette situation défavorable. Il va de soi, dit-il, que les étrangers n'achètent pas notre charbon uniquement parce que c'est du charbon anglais ; ils achètent des calories, et, s'ils trouvent ailleurs un nombre égal de calories à un prix plus modéré, ils achèteront ces calories, qu'elles viennent ou non d'Angleterre.

M. Lewis a poursuivi son discours en développant des considérations diverses sur d'autres points, surtout intéressants au point de vue anglais, entre autres la question des réserves en charbon des districts miniers et des moyens à employer pour prolonger la durée de cette réserve, notamment la reprise des couches relativement minces délaissées jusqu'ici par les exploitants, dont les contrats avec les propriétaires du sol sont souvent de trop courte durée.

Son discours terminé, M. Lewis a cédé la place à son successeur en présidence, M. JAMES DIXON, qui a débuté par un don important à l'Université de Glasgow, pour une chaire d'exploitation des mines.

Les divers travaux ont ensuite été présentés. Après les deux communications de M. CADELL sur les bassins du *Lothian*, on a passé au n° 5 du programme :

### *La fabrication des briques.*

M. G.-J. ALLEN a traité ce sujet d'une façon méthodique. Il divise les briques en deux catégories sous le rapport de leur fabrication.

Dans la première, l'agglomération est obtenue par *crystallisation*

*naturelle*; dans l'autre par la pression ou par une *cohésion artificielle*.

Une brique faite d'argile tendre et plastique, dit-il, contient une quantité d'eau considérable. Les particules de l'argile, qui sont infiniment petites, sont entourées d'eau dans une certaine mesure, de telle sorte que, lorsque la brique commence à sécher, une cristallisation partielle de l'argile commence à la surface, et, tandis que l'évaporation se poursuit, la cristallisation ou l'attraction de cohésion augmente jusqu'à ce que la brique soit considérée comme sèche. C'est là *la cristallisation naturelle*.

Si maintenant nous prenons cette brique sèche, que nous la mettons dans une presse et que nous la soumettions à une pression de 1 ou 2 tonnes, elle s'écrasera; si nous augmentons la pression jusqu'à 10 tonnes, les particules de l'argile commenceront à prendre leur position naturelle de cohésion; au fur et à mesure qu'on augmentera la pression, la cohésion s'accroîtra progressivement jusqu'à ce qu'elle devienne parfaite, et la brique, qui, un moment auparavant, formait une masse disloquée de cristaux brisés, est devenue maintenant un corps parfaitement dense et solide. C'est *la cohésion artificielle*.

Autrefois, le premier procédé était le seul en usage; aujourd'hui, les briques obtenues par compression sont de plus en plus nombreuses.

M. Allen introduit une troisième catégorie, intermédiaire entre les deux précédentes et dans laquelle rentre une bonne partie des briques faites en Angleterre; c'est là le cas où l'argile n'est, à proprement parler, ni plastique, ni sèche. Elle n'est pas assez molle et humide pour permettre une agglutination parfaite des particules, et, d'autre part, en raison de l'intervention de l'eau entre les particules, l'argile ne peut recevoir de cohésion parfaite par la pression.

L'auteur de la communication entre alors dans les détails de la fabrication de ces trois catégories de briques, depuis l'extraction de l'argile jusqu'à la calcination, exposant les méthodes les plus récentes, les mieux appropriées à la nature de l'argile.

Il signale aussi la fabrication des briques au moyen des schistes houillers retirés des travaux et s'accumulant inutilement sur les terris. On sait que cette fabrication existe depuis fort longtemps en Allemagne, où elle est très répandue et où elle donne d'excellents résultats.

Dans son travail, M. Allen attire l'attention sur ce point: qu'il

importe d'étudier avec soin, avant d'adopter telle ou telle méthode ou tel ou tel matériel de fabrication, les matières premières auxquelles on a affaire, les procédés de fabrication devant différer notablement suivant la nature et la qualité de l'argile que l'on doit traiter.

Il termine sa notice par divers conseils pratiques sur la façon dont doit être envisagée une entreprise dès le début. La fabrication des briques, comme toute autre industrie, dit-il, doit reposer sur un principe unique, logiquement et systématiquement appliqué du commencement à la fin, depuis l'extraction de l'argile jusqu'à la calcination et l'expédition de la marchandise.

### *Les levés des plans de mines.*

Les deux communications faites respectivement par M. Hoskold et par M. Thomson, et indiquées ci-dessus dans les numéros 8 et 9, ont un intérêt commun. Il s'agit de rechercher le meilleur moyen pour raccorder les levés souterrains avec une direction déterminée à la surface.

C'est là, comme on sait, une difficulté qui n'a pas encore été résolue d'une façon satisfaisante, et tous ceux qui s'occupent de mines savent quels désagréments, quelles catastrophes même, ont été la conséquence des erreurs de levés dans les travaux de mines.

La boussole est l'instrument généralement employé; elle a l'avantage précieux de porter avec elle une direction fixe, celle du méridien magnétique.

Malheureusement cette direction n'est pas *absolument fixe* et invariable. Il y a d'abord les déviations qui peuvent résulter des déplacements du méridien magnétique, déplacements qui, dans le cas « d'orages magnétiques », peuvent être fréquents et avoir une certaine amplitude. A la rigueur cette cause d'erreur peut être combattue par l'observation simultanée au jour, pendant tout le temps du levé souterrain, de l'aiguille aimantée d'après une direction fixe établie à la surface. C'est une précaution que l'on pourrait prendre aisément quand il s'agit de levés soignés et de grande importance.

On peut aussi, par des précautions minutieuses et en faisant usage d'instruments bien construits, réduire dans de fortes proportions, les erreurs de lecture et d'observation.

M. Thomson donne, sous ce rapport, d'utiles indications en signa-

lant des procédés au moyen desquels on peut réduire ces erreurs à quelques secondes; telle la détermination d'une direction tant au fond qu'à la surface par la lecture d'azimuts sur des directions aboutissant en un seul point, et par le relevé au théodolite des angles que forment ces diverses directions entre elles. La moyenne de ces lectures donne une approximation fort grande.

Mais il est des causes d'erreurs auxquelles il est d'autant moins facile d'obvier, qu'elles ne sont soumises à aucune loi connue; ce sont les déviations de l'aiguille aimantée en profondeur. Ces déviations se produisent même en des endroits où les causes perturbatrices ordinaires: le fer, les courants électriques, etc., ne peuvent intervenir. A quoi faut-il les attribuer? Il est extrêmement probable que la nature des roches y est pour quelque chose. Mais la profondeur aussi semble exercer une influence, et cela avec une certaine constance. La preuve en est dans ce qui se passe dans les levés des plans de certains charbonnages en Belgique, où les couches sont en plateures régulières et où les voies de niveau se succèdent parallèlement en profondeur. Les levés étant faits par la voie inférieure, on constate, à la remise au plan, que la voie de retour d'air, qui n'est autre que la costresse de l'étage immédiatement supérieur, ne concorde pas avec cette voie, et que, tandis qu'au levant elle s'écarte de celle-ci, au couchant, au contraire, elle rentre dans l'exploitation supérieure comme s'il existait un recoutillage augmentant d'importance à mesure qu'on s'écarte du bouveau.

Si ce fait se vérifiait partout de la même façon, on pourrait peut-être, par un examen attentif, en déduire une loi qui permettrait de corriger, dans une certaine mesure, cette cause d'erreur; mais, on n'a pas pu encore jusqu'ici déterminer cette loi qui probablement n'est pas constante et qui dépend sans doute en partie, comme nous le disions, de la nature extrêmement variable des terrains avoisinants.

Ces considérations nous écartent quelque peu des travaux que nous analysons; elles n'y sont cependant pas tout-à-fait étrangères et ne font que confirmer l'avantage qu'il y aurait à employer des méthodes indépendantes de l'aiguille aimantée.

M. Thompson passe en revue les diverses méthodes; en dehors de l'aiguille aimantée, il y a l'emploi des deux fils à plomb suspendus dans un puits et l'emploi du théodolite à observation verticale permettant de viser de la surface deux points situés en profondeur, près des parois opposées du puits et vivement éclairés.

M. Thompson examine encore le cas où l'on peut suspendre des

plombs dans deux points différents, ou bien, où les travaux communiquent avec la surface par des plans inclinés; mais ces cas ne présentent aucune difficulté sérieuse, vu qu'il est toujours possible, dans de telles circonstances, de faire entre les deux points aboutissant à la surface et au moyen d'instruments de précision, un levé soigné qui fixe l'orientation à l'intérieur des travaux.

Quant aux deux fils à plomb suspendus dans le puits, M. Thompson y voit l'inconvénient grave qu'ils peuvent ne pas indiquer la verticale absolue et cela sous l'influence de l'aérage qui peut imprimer à l'un de ces fils ou aux deux réunis une déviation qu'il est impossible de combattre et dont on ne peut mesurer exactement l'importance. On peut cependant se faire une idée de celle-ci par l'emploi de plombs de poids différents, ou simplement la supprimer, quand c'est possible, par la suppression momentanée de l'aérage.

Il reste l'observation directe du haut en bas du puits au moyen du théodolite; et c'est pour de telles observations que le *transit-théodolite* de M. HOSKOLD est construit, des dispositions particulières lui étant données en vue d'observations verticales précises.

Nous ne pouvons entrer ici dans les détails de cette méthode sur laquelle nous pourrions revenir plus tard. On comprend, en tout cas, qu'elle est fort délicate.

Dans la discussion qui a suivi la lecture de la notice, diverses observations ont été présentées.

M. LONGDEN insiste sur l'importance de la question et sur les mécomptes donnés par l'emploi de la boussole.

M. J. STIRLING signale que, dans l'Etat de Victoria (Australie) qu'il représente, des levés souterrains ont été exécutés avec beaucoup de soin dans plusieurs charbonnages. La boussole pouvait d'autant moins être utilisée que les gisements de la contrée sont interrompus par des roches éruptives contenant des proportions notables de magnétite.

On a d'abord déterminé avec grande précision à la surface, la direction de la méridienne et la position des puits. Puis, on s'est servi de deux fils de cuivre munis de poids et dont on a observé les vibrations à divers niveaux; les poids étaient immergés dans des bains d'huile. Des vibrations résultaient, à la vérité, des dériviations du courant d'air qui se faisaient aux divers niveaux, mais des observations multiples à chacun de ceux-ci permettaient de corriger les erreurs, et l'on est arrivé à des résultats satisfaisants.

M. LOUIS signale l'emploi de lunettes à visée absolument verticale et remplaçant ainsi le fil à plomb.

M. BARTON rappelle qu'au tunnel de la Mersey, on logeait les fils à plomb dans des tubes. De cette façon ils n'étaient pas influencés par le courant d'air.

M. DIXON (président) déclare que dans diverses circonstances il a pu constater que la boussole, bien construite et employée avec soin, était susceptible de donner des résultats satisfaisants. Il a essayé d'autres systèmes, mais il a dû généralement finir par avoir recours à l'aiguille aimantée.

*Un nouveau diagramme du travail de la ventilation  
dans les mines.*

M. Halbaum, frappé des services qu'avait rendus, aux ingénieurs-mécaniciens, le diagramme de Watt, pour étudier la détente dans les machines à vapeur, a cherché s'il ne serait pas possible de trouver un diagramme analogue pour représenter le travail de la ventilation dans les mines.

On sait que le diagramme de Watt est constitué par une hyperbole équilatère dont l'équation est  $xy = \text{constante}$ , et dans laquelle  $x$  et  $y$  représentent respectivement la pression et le volume de la vapeur aux divers points de l'expansion de celle-ci dans le cylindre.

Il rappelle que le volume de l'air circulant dans les galeries d'une mine, que nous représentons par  $V$ , est lié à la dépression qui provoque le mouvement de l'air et que nous désignons par  $h$ , à l'aide de l'expression mathématique ci-après  $\frac{V^2}{h} = \text{Constante}$ , constante que nous désignerons par la lettre  $m$  pour adopter les mêmes notations que l'auteur. Celui-ci fait remarquer que cette équation, dans laquelle  $V$  et  $h$  sont les variables, est celle d'une parabole ayant  $m$  pour paramètre. L'équation de la parabole rapportée à son axe et à la tangente au sommet est en effet  $y^2 = 2px$ , dans laquelle  $2p$  est le paramètre.

Dans l'étude de la ventilation des mines, on rencontre d'autres expressions paraboliques :

Dans la formule de Murgue, de la force vive imprimée à l'air par un ventilateur, la dépression théorique et la vitesse tangentielle sont

reliées entre elles par une fonction parabolique. Cette dépression que nous appellerons  $H$  a, en effet, pour valeur, en appelant  $u$  la vitesse périphérique par seconde en mètres,  $w$  le poids du mètre cube d'air ou  $1^{\text{st}}20$ ,  $g$  l'accélération de la pesanteur = 9.81,

$$H = \frac{w u^2}{g} \text{ ou } \frac{u^2}{H} = \frac{g}{w} = g'$$

$g'$  est le paramètre de cette nouvelle parabole ; en exprimant la relation en colonne d'air et non en poids on trouve, comme l'auteur,  $\frac{u^2}{H} = g'$ .

Le rapport *manométrique* ou *pouvoir déprimant* est le rapport qui existe entre la dépression théorique ou initiale  $T$ , calculée en fonction de la vitesse tangentielle de la turbine, et la dépression  $H$  fournie par celle-ci à son ouïe ; nous appellerons  $k$  ce rapport ; on trouve

$$k = \frac{H}{T} = \frac{H}{\frac{w u^2}{g}} = \frac{H g'}{u^2}$$

d'où 
$$\frac{u^2}{H g'} = \frac{1}{k} \text{ et } \frac{u^2}{H} = \frac{g'}{k}$$

soit encore une parabole dont le paramètre est  $\frac{g'}{k}$ . En admettant, avec l'auteur, que  $H$  est exprimé en colonne d'air et non en poids, on a  $\frac{u^2}{H} = \frac{g'}{k}$ . De plus, dans le ventilateur où la perte de pression  $l$  varie avec  $V^2$ , selon la théorie de Murgue, nous obtenons une autre parabole  $\frac{V^2}{l} = M$ , dans laquelle le paramètre est  $M$ . Finalement, si nous considérons la mine entière et le ventilateur, en conservant les mêmes termes que ci-dessus, nous trouvons une parabole de hauteur  $H$ , dont le paramètre est  $M$ , dont les coordonnées à partir du sommet sont  $V$  et  $l$ , et dont les coordonnées à partir de la base sont  $V$  et  $h$ .

Cette parabole peut être construite à deux points de vue différents :

- 1) Pour représenter le travail théorique d'un ventilateur donné sur plusieurs mines ;
- 2) Pour représenter le travail de différents ventilateurs sur une même mine.

Dans la parabole de la mine dont le paramètre est  $m$ , l'ordonnée

est  $V$  et l'abscisse est  $h$ ; dans la parabole du ventilateur, le paramètre est  $M$ , et  $l$  est l'abscisse pour le même volume  $V$ . De là résulte que, dans les deux courbes, la ligne de pression se trouve dans l'axe; de plus, puisque  $h + l = H$  ou la pression initiale, la somme des abscisses dans les deux paraboles est  $H$ ; en outre, puisque  $V$  dans la mine égale  $V$  dans le ventilateur, les deux paraboles ont une commune ordonnée  $V$ . Maintenant, si  $H$  est constant,  $h$  et  $l$  ne peuvent augmenter ou diminuer ensemble; au contraire, tout incrément négatif ou positif dans une valeur doit coïncider avec une réduction équivalente, négative ou positive, de l'autre. Il en résulte que la courbe d'une parabole diverge de l'axe dans la direction

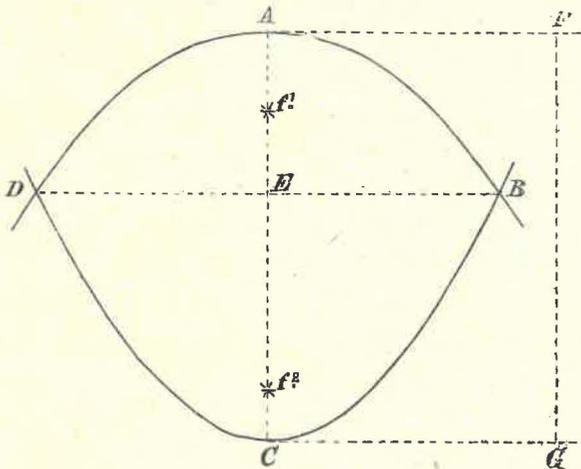


FIG 1

opposée à celle suivie par la courbe de l'autre. Conséquemment, les relations géométriques des deux courbes paraboliques sont : a) leurs axes se trouvent sur une même ligne droite, à savoir  $H$ ; b) elles ont une commune ordonnée  $V$ ; c) la somme de leurs abscisses à la commune ordonnée  $V$  est  $H$ ; d) leurs courbes affectent des directions opposées de l'axe commun  $H$ ; d'où e) nous pouvons conclure qu'une des paraboles est renversée, comme le montre la figure 1 ci-dessus.

$DAB$  peut être considéré comme la parabole du ventilateur ayant son sommet en  $A$  et son foyer en  $f^1$ , et  $DCB$  est la parabole de la mine avec son sommet en  $C$  et son foyer en  $f^2$ . Les

courbes se coupent en  $D$  et en  $B$  quand  $l = AE$  et  $h = CE$ . Au point d'intersection, nous avons l'ordonnée commune  $V = EB$ . Nous ne pouvons avoir plus d'une commune ordonnée parce que  $EB = ED$ , bien que nous puissions faire varier sa valeur en faisant varier la valeur de  $FG$ , c'est-à-dire, en faisant varier la vitesse du ventilateur. Car, puisque  $FG = AE + CE = l + h = H$ , tout accroissement dans la vitesse du ventilateur écartera l'un de l'autre les sommets  $A$  et  $C$  des paraboles considérées et déterminera l'intersection des courbes à une plus grande distance de l'axe commun. Mais nous pouvons nous dispenser d'une de ces paraboles, celle de la mine ou  $DCB$ , par exemple.

Nous connaissons son ordonnée  $V$ , parce qu'elle est commune aux deux paraboles et nous pouvons obtenir  $V$  du diagramme du ventilateur; et si nous connaissons son abscisse dans le diagramme du ventilateur, nous connaissons l'abscisse  $h$  dans la parabole de la mine, car les sommets sont séparés par la distance  $H$ , et  $h = H - l$ . Ainsi, si nous traçons le diagramme du ventilateur jusqu'à la hauteur  $H$ , nous obtenons la connaissance complète du travail de ce ventilateur sur toutes les mines possibles et nous pouvons construire son diagramme théorique de travail sur toute mine donnée et à toute vitesse donnée. En outre, les valeurs de  $M$  et de  $k$  pour ce ventilateur peuvent être déterminées au début avec une grande facilité en adoptant la méthode parabolique.

Cette méthode peut maintenant être illustrée par un exemple, en faisant remarquer d'abord qu'il est seulement nécessaire de prendre la courbe d'un seul côté de l'axe et que le zéro de la dépression utilisée dans la mine  $h$  se trouve sur la base de la parabole du ventilateur à une distance totale  $H$ .

*PROBLÈME : Trouver le paramètre  $M$  et le rapport manométrique  $k$ , pour un ventilateur donné, par la méthode parabolique.*

Dans la figure 2, soit la ligne  $AB$  la base de la parabole, dont la hauteur  $H$  et le paramètre  $M$  doivent être trouvés.

Si le ventilateur tourne sur une mine à une vitesse uniforme, il produira une dépression  $h$  et un volume  $V$ . Si  $h = AC$  et  $V = CD$ , cette ligne sera une ordonnée de la courbe cherchée.

Modifions ensuite l'orifice équivalent de la mine par des obstructions et faisons tourner le ventilateur à la même vitesse qu'auparavant. Le volume  $V$  sera réduit, par exemple, à l'ordonnée  $EF$ , mais

la dépression atteindra la valeur de l'abscisse  $AE$ ; le point  $F$  est un second point de la courbe cherchée.

Mais, comme nous ne connaissons pas la hauteur du sommet, nous ne pouvons mesurer l'abscisse correspondante. Pour déterminer cette dernière, nous appliquerons une propriété bien connue de la parabole ainsi définie : Le produit de la somme par la différence de deux ordonnées quelconques divisé par la distance qui les sépare est égal au paramètre.

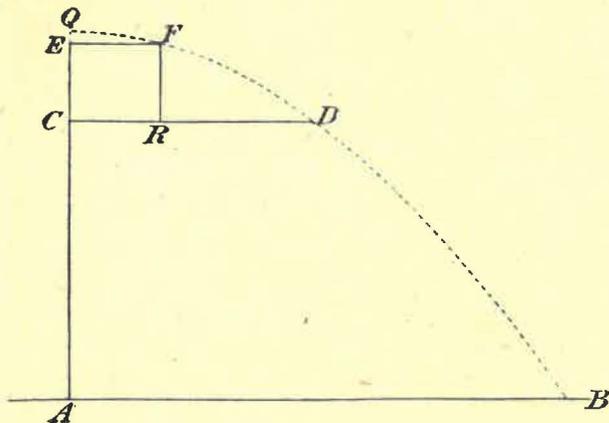


FIG. 2.

Nous rappellerons, en effet, que la formule de la parabole est  $y^2 = 2px$ .

Pour un point dont les coordonnées sont  $x_1$  et  $y_1$ , on a :  $y_1^2 = 2px_1$ ,  
et pour un second point dont les coordonnées sont  $x_2$  et  $y_2$ , on a :  
 $y_2^2 = 2px_2$ .

d'où  $y_1^2 - y_2^2 = 2p(x_1 - x_2)$ ,

puis  $(y_1 + y_2)(y_1 - y_2) = 2p(x_1 - x_2)$

et enfin  $\frac{(y_1 + y_2)(y_1 - y_2)}{x_1 - x_2} = 2p$  ou le paramètre *c. q. f. d.*

Remplaçons les coordonnées algébriques par les lignes de la figure précitée et appelons  $M$  le paramètre comme indiqué précédemment, nous trouvons :

$$M = \frac{(CD + EF)(CD - EF)}{EA - CA} = \frac{(CD + EF)RD}{CE}$$

La figure 3 permet de déterminer graphiquement ce paramètre.

Les triangles semblables ROW et OCE nous donnent en effet :

$$\frac{RW}{OE} = \frac{OR}{CE};$$

$$\text{d'où } RW = \frac{OR \times OE}{CE} = \frac{(CD + EF) RD}{CE} = M$$

RW peut être mesuré et la courbe, figure 2, peut être complétée; le sommet Q peut conséquemment être déterminé; la dépression initiale

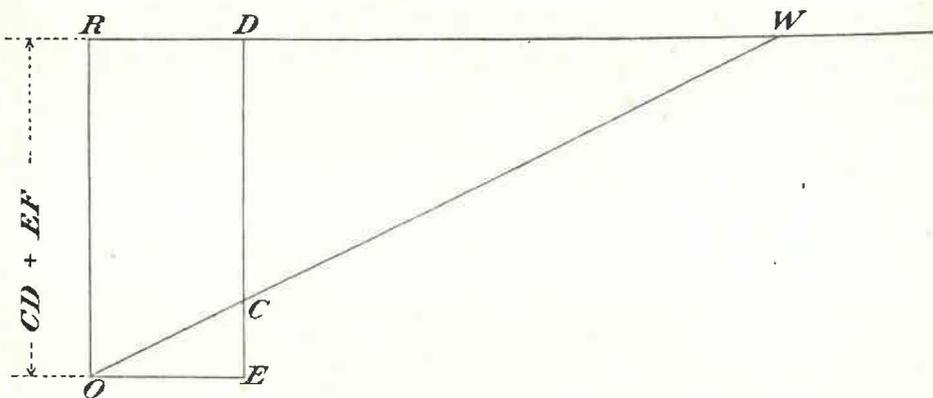


FIG. 3.

est ainsi  $H = AQ$  et les constantes sont connues. Si la vitesse périphérique est  $u$  par seconde, nous savons que :

$$h = \frac{H}{u^2} g = \frac{AQ}{u^2} g \text{ et } M = RW.$$

Dans la formule de la chute des corps,  $v^2 = 2gh$ ; nous pouvons appeler  $2g$  le coefficient de transformation, c'est-à-dire que l'énergie représentée dans la pression potentielle  $h$  est transformée dans l'énergie de mouvement en  $v^2$  et que le coefficient de la transformation est  $2g$ . Dans la formule de la force vive, théoriquement due à la vitesse tangentielle d'un ventilateur, nous avons  $u^2 = gT$  et  $g$  est le coefficient de transformation par rapport à la dépression théorique  $T$ . Mais, en pratique, nous obtenons seulement  $H$  au lieu de  $T$  et

$$H = \frac{ku^2}{g}, \text{ d'où } u^2 = \frac{Hg}{k}.$$

Ainsi, par rapport à la relation de  $u$  et de  $H$ , nous pouvons appeler  $\frac{g}{k}$  le coefficient de la transformation de la vitesse dans la pression.

Il conviendra de faire usage de ce coefficient au lieu de  $k$ , pour des raisons qui apparaîtront immédiatement.

Après avoir établi ce qui précède, le diagramme du travail sur une mine donnée, à une vitesse donnée, peut être construit pour le ventilateur dont le paramètre est  $M$  et dont le coefficient de transformation est  $\frac{g}{k}$ .

Ce coefficient de transformation est, comme nous l'avons déjà fait remarquer, le paramètre d'une troisième parabole.

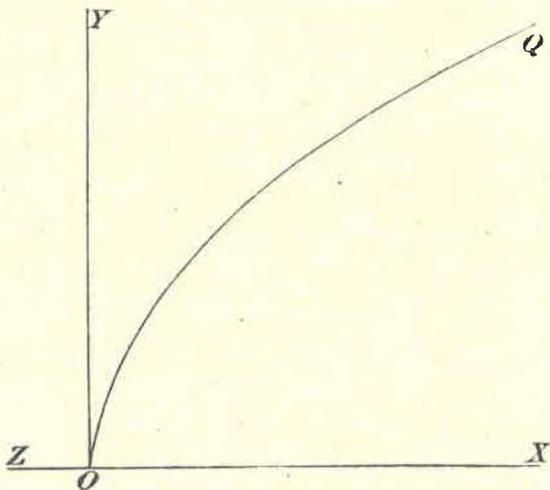


FIG. 4.

Le tracé élémentaire d'un tel diagramme est très simple et est représenté dans la figure 4.  $OQ$  est la courbe parabolique dont le paramètre est  $M$  et dont le sommet est en  $O$  et elle est la courbe des volumes  $V$ ;  $OX$  est la ligne des pressions de la colonne d'air. L'axe  $OX$  et la courbe  $OQ$  peuvent être tracés à une longueur indéfinie;  $OY$  est la ligne des vitesses tangentielles  $u$  et peut conséquemment aussi être employée à mesurer les volumes, en cas de besoin;  $OZ$  est le coefficient de transformation  $\frac{g}{k}$ . Quand  $M$  et  $k$  sont connus, un tel



coefficient de transformation étant 16.5, nous le mesurons égal à  $OK$  sur la ligne  $OZ$ . Nous joignons les points  $U$  et  $K$  par une droite sur laquelle nous élevons une perpendiculaire en  $U$  qui coupe la ligne  $OX$  en  $H$ . La dépression initiale à cette vitesse est  $OH = 50^m90$  d'air. Les triangles semblables  $OKU$  et  $UOH$  donnent en effet :

$$\frac{UO}{OH} = \frac{KO}{UO} \text{ d'où } \overline{UO}^2 = OH \times KO \text{ et } u^2 = H \times \frac{g}{k}$$

$$OH = H \text{ conséquemment.}$$

Pour trouver à quel point la dépression initiale se divise en  $h$  et  $l$ , nous traçons à partir du point  $H$ , la ligne  $HT$  égale et perpendiculaire à  $OH$ . Avec une base  $ST$ , nous construisons un petit triangle de

dimension, telles que  $\frac{RS}{ST} = \frac{M}{m + M}$ .

Menons l'hypothénuse de ce triangle; elle coupe l'axe de la parabole en  $L$ ; alors on trouve que  $l = OL$  et  $h = LH$ , et l'ordonnée  $LP$  élevée du point  $L$  coupe la courbe  $OQ$  au point  $P$ , le volume est ainsi trouvé =  $LP$ .

Par de simples mesures, sans aucun calcul, nous obtenons les résultats ci-après :

Dépression initiale . . . . .	$H = OH = 50^m90$ d'air ou $61$ m/m d'eau.
Dépression effective . . . . .	$h = LH = 41^m15$ d'air ou $49$ m/m d'eau.
Perte de pression . . . . .	$l = LO = 9^m75$ d'air ou $12$ m/m d'eau.
Volume d'air . . . . .	$V = LP = 31^m86$ par seconde.
Travail utile du rectangle . . . . .	$HLP \times W = 1,548$ kilogrammètres.
Travail perdu, ou le rectangle $\triangle OLP \times W =$	$379$ kilogrammètres.
Travail aérodynamique total on le rectangle . . . . .	$EHO \times W = 1,927$ kilogrammètres.
Effet utile aérodynamique . . . . .	$\frac{HLP}{EHO} = \frac{LH}{OH} = 81$ % environ.

Dans ce qui précède,  $W$  est le poids d'un mètre cube d'air ( $1^s20$ ), les abscisses sont en mètres d'air, les vitesses en mètres par seconde, et les ordonnées de la courbe en mètres cubes aussi par seconde; toutefois, l'échelle des vitesses et des hauteurs des colonnes a été doublée dans la figure 5, et toutes les valeurs ont été transformées en mesures métriques pour la facilité des personnes non initiées aux mesures anglaises. Il en est de même de la figure; les paramètres diffèrent conséquemment de ceux donnés par l'auteur; de même que l'expression  $\frac{g}{k}$ .

Le volume qui traverserait le ventilateur aspirant à l'air libre à la vitesse considérée, serait  $HA$ ; le volume théorique ainsi appelé  $= 72^{\text{m}^3} 2$  par seconde. Le diagramme de travail sur toute autre mine,  $m_1, m_2, m_3$ , etc., à toute autre vitesse donnée  $u_1, u_2, u_3$ , etc., peut être construit de la même manière.

Un semblable diagramme est fourni très exactement par des ventilateurs dont la surface d'échappement est soigneusement réglée par une vanne ou volet assorti à la mine. Les expériences de Murgue, sur les ventilateurs de Bessèges, montrent que de tels ventilateurs peuvent être établis de manière à se conformer de très près au diagramme parabolique théorique dans leur fonctionnement. Dans le cas de ventilateurs ayant une surface constante d'échappement, la concordance avec la loi parabolique est exactement la même que la concordance avec l'orifice équivalent, ni plus ni moins.

Les divergences sont très considérables, comme on peut l'observer dans le travail des ventilateurs essayés par le *Comité des ventilateurs mécaniques* constitué au sein de l'*Institut des Ingénieurs des mines* (1).

L'auteur espère être en mesure d'élucider, à bref délai, le problème de la loi d'écoulement quand ces ventilateurs, tournant à l'air libre, agissent sur différentes mines. En attendant, il propose le diagramme parabolique pour les ventilateurs réglés.

La fonction parabolique permet de grouper les divers facteurs considérés dans la ventilation des mines en une forme compacte et facile à employer. Par exemple, dans la figure 5, il n'a été tracé à dessein qu'une seule courbe, la parabole dont le paramètre  $M = 102.4$ , mais effectivement et au point de vue de l'utilité, nous avons les points cherchés sur trois courbes paraboliques : a) le point  $P$  sur la parabole dont le paramètre est  $M$  et dont le sommet est  $O$ ; b) les points  $L$  et  $P$  dans la parabole dont le paramètre est  $m$  et dont le sommet est en  $H$ ; et c) les points  $O$  sur l'axe et  $U$  sur la courbe de la parabole dont le paramètre est  $\frac{g}{k}$  et dont le sommet est en  $H$ .

Comme méthode de combiner et de coordonner divers facteurs de tout système de ventilation, la méthode parabolique serait ainsi d'une application pratique presque illimitée.

(1) *Mechanical ventilators*, Report of the Committee by WALTON BROWN.

*Des courants alternatifs et de leur application possible  
à l'art des mines.*

M. S.-F. Walker, l'auteur de ce mémoire dont la rédaction n'est pas encore terminée, explique d'abord que la distribution de l'énergie par les courants alternatifs présente deux avantages principaux : celui de sa production dans une usine centrale et celui de son emploi possible avantageusement dans les travaux souterrains. Tant en Angleterre qu'en Amérique, les usines métallurgiques possèdent des exploitations charbonnières, et jusqu'à présent, des chaudières étaient placées de part et d'autre pour la production nécessaire à des pressions variant de 2 à 5  $\frac{1}{2}$  atmosphères. Des raisons d'économie commandent maintenant d'employer de la vapeur à plus haute pression et de la produire dans un atelier central pour distribuer l'énergie à consommer aux divers sièges.

Quand il s'agit de distribuer la puissance mécanique sur une vaste échelle et à de grandes distances, il est absolument indispensable de faire usage de courants électriques à haute tension, attendu que l'économie varie approximativement comme le carré de la tension. D'autre part, une tension supérieure à 2,000 volts ne peut convenir avec les courants continus par suite de difficultés d'isolement lesquelles ne se présentent pas avec les courants alternatifs; on n'est pas ainsi limité par la question de la tension.

L'auteur signale qu'en Amérique on fait usage de tensions s'élevant jusqu'à 10,000 volts et, faisant allusion à l'emploi de ces courants pour les travaux souterrains, il fait remarquer que les moteurs d'induction à courant alternatif présentent deux avantages particuliers : la partie tournante (ou *rotor*) n'est traversée que par un courant de basse tension, là précisément où les difficultés d'isolement existent, et de plus il ne se produit pas d'étincelles. Toutefois on fait quelquefois usage d'un dispositif permettant l'introduction de résistances dans l'induit pour le démarrage du moteur sous charge, ce dont on peut se dispenser en cas d'inconvénients.

La possibilité d'un danger provenant de la rupture d'un câble est légèrement en faveur du courant alternatif puisque l'étincelle produite, dans le cas de l'emploi de ce courant, persiste moins longtemps que celle en courant continu, dans les mêmes conditions.

À la suite d'interpellations, M. WALKER réplique qu'il serait difficile de fixer les limites dangereuses des courants alternatifs. De même que pour les courants continus, cela dépend entière-

ment de la manière dont on reçoit la secousse. On peut affirmer qu'un courant de 100 volts, soit continu, soit alternatif, serait capable de donner la mort à un homme s'il traversait le cerveau. Dans le cas d'un conducteur portant du courant à 500 volts, un homme qui le toucherait tête nue serait probablement tué. D'autre part, il est possible de supporter une très haute tension si, par exemple, on est chaussé de bottes épaisses et sèches, et muni de gants isolants. Toutefois, au point de vue des secousses, le courant alternatif paraît plus dangereux que le courant continu, ceci dit d'une façon générale.

Les moteurs polyphasés ne donnent pas d'étincelles, si ce n'est par le bris d'un fil, ce qu'on peut éviter en faisant usage de barres; on peut supprimer aussi l'emploi de collecteurs, comme il a été dit précédemment.

Il explique pour quel motif un courant alternatif de 1,500 à 2,000 volts pourrait être dangereux, alors qu'un courant analogue de 10,000, 20,000 et même 100,000 volts ne serait pas dangereux. Cela dépend de la fréquence, c'est-à-dire du nombre de périodes par seconde. Quand les alternances sont au nombre d'environ 500 par seconde, le courant peut suivre dans le corps une voie qui l'empêche d'être mortel, mais il est très probable qu'avec le nombre de périodes généralement employé — 40 ou 50 par seconde — un courant de 10,000 volts tuerait beaucoup plus promptement qu'un courant de 1,500 volts.

M. WALKER ajoute qu'en ce qui concerne la difficulté du démarrage sous charge du moteur d'induction à courant alternatif, on peut y obvier de deux manières. On peut d'abord faire usage d'un rhéostat de démarrage comme dans tous les autres moteurs. Il y a aussi le moyen simple d'avoir un moteur considérablement au-dessus de sa puissance. Avec un rhéostat, on peut introduire une résistance dans le circuit du moteur, mais de cette façon on neutralise partiellement l'avantage mentionné.

Le grand avantage que les moteurs électriques présentent sur les autres machines, c'est que l'effet utile n'y diminue pas aussi rapidement avec la charge, par suite de la minime dépense de transformation initiale.

L'un des membres, M. MITCHELL, ajoute qu'aux Etats-Unis, où l'électricité est beaucoup plus employée pour le transport de l'énergie, on fait très grandement emploi des courants alternatifs; cela plaide suffisamment en faveur de ce système.

*L'excursion aux charbonnages du district  
d'Hamilton.*

Les congressistes ont visité, le 5 septembre, divers charbonnages dans le bassin houiller du Sud-Est de Glasgow.

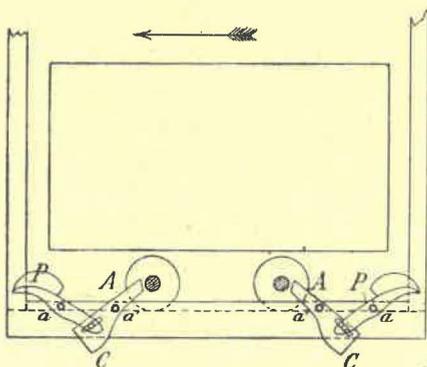
D'abord, le charbonnage de *Botwell Castell* à Blantyre, comté de Lanark.

Les puits, au nombre de deux, sont enfoncés jusqu'à la profondeur de 400 mètres. Entre les profondeurs de 300 à 400 mètres, on a recoupé un faisceau de 7 couches d'une puissance variant de 0<sup>m</sup>75 à 1<sup>m</sup>10.

La machine d'extraction est à tambour cylindrique avec câble d'équilibre. Le frein est actionné par un long levier muni d'un contrepoids ; il est maintenu en temps ordinaire par un support que l'ouvrier peut déclancher.

Les cages contiennent deux wagonnets placés à côté l'un de l'autre.

La cliche de retenue mérite d'être mentionnée à cause de la rapidité de sa manœuvre qui paraît réduite au minimum.



Elle se compose (voir le croquis approximatif ci-joint) de deux pièces pour chaque essieu de roue, réunis par une petite coulisse : la pédale *P* et l'arrêt-essieu *A* qui maintient l'essieu en son milieu entre les deux roues ; *a* et *a* sont les axes fixes, autour desquels pivotent les deux pièces entre les rails de la cage.

La partie renflée *C* forme contrepoids.

Les wagonnets sont introduits par la droite et sortent par la gauche. L'ouvrier placé en *O*, pour attirer à lui le chariot, appuie sur la pédale *P* ; du coup l'arrêt *A* s'efface et dégage le premier essieu ; quand le second essieu arrive vis-à-vis de l'arrêt, c'est le premier

essieu qui appuie sur le renflement en quart de cercle de la pédale *P* et l'arrêt *A* s'efface de nouveau. Le wagonnet peut donc sortir sans que l'ouvrier ait eu autre chose à faire qu'à appuyer un instant sur la pédale *P* en attirant le wagonnet à lui.

Quant à l'autre wagonnet, il suffit de le pousser dans la cage, les essieux abaissant d'eux-mêmes la pédale et l'arrête-essieu, qui reprennent leur position sous l'action des contrepoids.

La ventilation se fait par un ventilateur Waddle, de 9 mètres de diamètre, tournant à 45 tours par minute.

Les épaissements se font par des pompes électriques souterraines.

Le transport souterrain se fait par des cordes sans fin, mues par des moteurs électriques souterrains.

La mine étant grisouteuse, les lampes sont des lampes Marsaut à benzine. Le rallumage se fait, sans ouvrir la lampe, au moyen d'un fil de platine qui passe près de l'orifice du porte-mèche et qu'on fait rougir en posant la lampe sur un appareil électrique.

Rappelons que ce système avait déjà été essayé en Belgique ; mais, avec des lampes à huile grasse, il n'avait pas donné de bons résultats.

Les excursionnistes se sont ensuite rendus au *Whistlebury Colliery* où l'on exploite cinq couches, dont une de 2<sup>m</sup>25 de puissance, à la profondeur de 325 mètres. La surface est disposée pour la rapidité des manœuvres. Des plans inclinés sont aménagés sur tout le parcours des wagonnets qui se rendent ainsi d'eux-mêmes de la cage à la bascule, de là au culbuteur, de là de nouveau au puits en passant d'abord sur un graisseur automatique, puis à une chaîne sans fin munie d'ergots qui les remontent au niveau de la recette.

Le troisième charbonnage visité est l'importante mine d'Hamilton, où M. Dixon a reçu les congressistes en leur donnant à la fois la nourriture intellectuelle..... et l'autre ; la première sous forme d'une conférence, avec cartes à l'appui, sur la composition du gisement, l'autre sous forme d'un lunch excellent et qui a été très apprécié.

L'installation est importante ; la production du siège n° 1 est de 1,000 tonnes par jour.

Le trainage souterrain se fait par câble sans fin et par corde-queue, le système le plus employé en Angleterre où, comme on sait, le trainage mécanique souterrain est d'un usage général ; une des machines motrices, actionnant les câbles sans fin, est installée à la surface. Les corde-queue sont actionnées par des moteurs électriques au fond.

L'épuisement se fait par 21 pompes souterraines actionnées par l'air comprimé, puisant l'eau des travaux en vallée et la ramenant au puits, d'où elles sont remontées à la surface par une machine d'épuisement compound, avec maîtresse-tige.

La ventilation se fait au moyen d'un ventilateur Guibal, de 9 mètres de diamètre et de 3 mètres de largeur, faisant 48 tours par minute.

Dans une autre excursion les congressistes ont eu l'occasion de contempler, au charbonnage de Farme, non loin de la station de Rutherglen, une machine « atmosphérique », de Newcomen. Ce vénérable engin, placé en 1809, a une verte vieillesse ; il sert en effet, aujourd'hui encore, malgré son grand âge et sans avoir subi d'importants remaniements, à l'extraction des charbons à la dite mine.

Il paraîtrait, cependant, d'après le *Colliery Guardian*, que cette machine serait dépassée en ancienneté par une autre que l'on peut voir, servant à l'épuisement, aux charbonnages de Caprington et Auchlocham, à Kilmarnock. Cette machine a été installée à cette mine en 1806, par M. Hugh Dunn, le grand-père du directeur actuel.

### *Les mines à l'Exposition.*

Nous avons peu de chose à dire sur la partie de l'Exposition qui a trait à l'art des mines. Il s'y trouvait d'ailleurs, si ce n'est sous le rapport des applications de l'électricité dont nous dirons quelques mots plus loin, moins de choses nouvelles et intéressantes qu'on aurait pu le supposer dans ce centre de Glasgow, non loin duquel l'industrie minière est si développée.

Il est vrai que Glasgow est plus encore, et surtout, un centre important de constructions navales ; aussi la partie de l'Exposition qui concernait cette spécialité était-elle une des plus remarquables.

Les COLONIES exhibaient des descriptions de gisements et de nombreux échantillons de minerais, sans doute fort intéressants à regarder, mais dont il y a peu de chose à dire dans un compte rendu du genre de celui-ci.

A mentionner cependant les expositions de *Queensland*, de *Rhodésia* et de *West-Australia* qui étaient vraiment remarquables et arrêtaient le visiteur par l'intérêt et l'heureuse disposition des objets exposés.

Deux mines anglaises : CORY BROTHERS LIMITED, à Cardiff, et COLIN DUNLOP & C<sup>o</sup>, *Quarter-Colliery*, à Hamilton, montraient des blocs de houille et de minerais et des coupes de gisements.

Plusieurs firmes exposaient des *câbles de mines*, notamment la firme ALLAN WHYTE & C<sup>o</sup>, à Glasgow, dont l'exposition, qui montrait

la fabrication en même temps que des échantillons de câbles neufs et d'autres ayant subi l'usure par un certain temps de service, présentait beaucoup d'intérêt.

A mentionner aussi sous ce rapport la CALEDONIAN WIRE ROPE C<sup>o</sup>., les firmes NEWALL & SON, W.-D. HOUGHTON, etc.

Diverses *perforatrices*, mues par l'air comprimé ou par l'électricité étaient aussi exposées, notamment la perforatrice des *Cornouailles* de MM. HALMAN FRÈRES, la *perforatrice Ingersohl-Sergeant*, la perforatrice *Hercule*, etc.

La Compagnie NOBEL avait une exposition très importante de ses explosifs, de leur fabrication, de leurs usages, etc.

La firme BICKFORD exposait des *étoupilles* destinées à rivaliser avec l'amorçage électrique pour le tir simultané de plusieurs mines. Dans cette disposition, l'étoupille ordinaire aboutit à une capsule d'où partent des bouts de mèche à propagation rapide aboutissant aux diverses mines. La rapidité de transmission du feu dans ces mèches tend à réaliser une quasi-simultanéité malgré les différences de longueur pouvant exister dans ces dernières,

La Compagnie HARDY, de Sheffield, étalait un choix considérable de ses outils et de ses engins.

Des *ventilateurs Capell* et des *pompes Barklay* étaient exposés par la firme ANDREW, BARKLAY SONS & C<sup>o</sup>.

La TEMPERLEY TRANSPORTER C<sup>o</sup> montrait des spécimens de ses *transporteurs aériens* et de ses *déchargeuses*, appareils légers et d'une grande simplicité de manœuvre.

Beaucoup de ces choses ont été vues et décrites à propos d'autres expositions; de sorte que nous croyons pouvoir passer rapidement dans cette revue sommaire et que d'avance nous déclarons fort incomplète.

#### SECTION IX. — L'électricité.

Après une courte adresse du Président, la première séance comprenait la lecture d'une notice de M. W. B. SAYERS, *Sur les objets électriques figurant à l'Exposition Internationale de Glasgow* et une visite sommaire des dits objets. Dans le cours des autres séances, l'ordre du jour comportait la lecture et la discussion des mémoires relatifs à des questions toutes d'actualité et dont voici l'énumération :

1. *Les chemins de fer à grande vitesse*, par M. LASCHE, Ingénieur à Berlin;
2. *La protection des lignes de trolley*, par M. le professeur JAMIESON, de Glasgow;

3. *Les compteurs d'électricité du type électrolytique*, par M. J. R. DICK;
4. *Les instruments de mesure de Lord Kelvin*, par M. le professeur MACLEAN;
5. *Les avantages relatifs des systèmes triphasés, biphasés et monophasés pour l'alimentation des circuits à basse tension*, par M. B. FIELD;
- 6 et 7. *Deux mémoires relatifs au calcul des dynamos*, par M. H. M. HOBARD et M. H. A. MAVOR.

Nous nous bornerons pour le moment à dire quelques mots de l'Exposition de Glasgow, en ce qui concerne les objets relatifs à l'électricité, et nous résumerons le mémoire publié par le professeur Jamieson, sur la protection des lignes de tramway.

### *L'Electricité à l'Exposition de Glasgow.*

Actuellement, dans toutes les expositions, l'électricité occupe une place prépondérante, tout d'abord parce qu'elle sert exclusivement à produire l'éclairage des locaux et des jardins; les génératrices du courant électrique servent ainsi non seulement à assurer un éclairage brillant et intensif, mais contribue encore pour une grande part à former tout l'intérêt de la halle des machines, même au point de vue mécanique.

Tous les types de machines dynamos se rencontraient à Glasgow, et de dimensions très variées; mais on n'y remarquait aucun système nouveau. Les alternateurs étaient même en nombre relativement restreint et on n'en voyait aucun qui présentât les dimensions colossales des nombreux appareils de l'espèce exposés en 1900 à Paris. Les courants alternatifs, et notamment les moteurs polyphasés paraissent d'ailleurs moins connus en Grande-Bretagne que sur le continent et notamment qu'en Allemagne et en Suisse.

Comme intérêt spécial, nous signalerons l'exposition de la BRITISH SCHUCKERT ELECTRIC COMPANY LIMITED, à Londres.

Dans la halle des machines, cette firme exposait une grande variété de types d'électromoteurs et de génératrices, dont une partie tournait à vide et une partie sous charge.

Elle appelait surtout l'attention du public sur quelques appareils accessoires de distribution d'énergie électrique qui ont une réelle importance.

Il y avait d'abord un *appareil indicateur du synchronisme pour la mise en phase des générateurs à courants triphasés*. Nous ne

pouvons insister dans cette publication sur la description détaillée de cet appareil. Nous le signalons toutefois, parce que la mise en phase de deux ou plusieurs alternateurs est une question importante, notamment pour l'industrie minière, parce que celle-ci paraît devoir faire de plus en plus usage des courants préindiqués.

Cet appareil est très simple et se compose d'un certain nombre de lampes à incandescence disposées en cercle sur un tableau; la progression de l'onde rotative lumineuse renseigne sur la marche des alternateurs et le moment qui convient à la mise en parallèle peut être reconnu de loin par l'apparition d'un certain groupe de lampes.

La firme expose ensuite son *interrupteur automatique pour le service des transformateurs*. Cet appareil permet de ne mettre un transformateur sous tension que s'il doit débiter du courant, ce qui relève notablement le rendement annuel de l'installation en économisant l'énergie qu'il faudrait dépenser autrement d'une façon permanente pour l'aimantation des noyaux.

Nous signalerons aussi, sommairement, les *compteurs* construits par la dite firme. Celle-ci revendique sa spécialité dans la construction des *compteurs-moteurs*. Les appareils de l'espèce pour courants alternatifs sont construits suivant le système Ferraris, qui est d'une grande simplicité. Bien que les avantages du compteur-moteur en général soient considérables, ils sont particulièrement importants dans les compteurs à courants alternatifs construits d'après le principe ci-dessus indiqué.

Le compteur Schuckert est un wattmètre absolu, c'est-à-dire qu'il indique exactement l'énergie consommée, que les appareils en service présentent ou non un retard de phase, que la charge consiste en lampes à incandescence, en lampes à arc avec bobines à réaction ou en moteurs.

Plus spécialement encore, le compteur pour courants triphasés de la dite firme est le premier qui permet de lire immédiatement sur un seul cadran la totalité des kilowatts réellement consommés dans un système utilisant les dits courants, quelle que soit la répartition des charges sur les trois phases et que ces charges soient ou non inductives.

Auparavant, pour mesurer la consommation d'énergie dans les réseaux triphasés non équilibrés, on employait généralement deux compteurs à courant monophasé. Cette disposition présente de graves défauts résultant des frais d'achat, d'entretien et de montage plus élevés et l'inconvénient de devoir lire et additionner algébriquement les données de deux compteurs, opérations qui entraînent faci-

lement des erreurs. Dans certains cas, il peut arriver que, par suite d'un décalage de phase, l'un des compteurs démarque et donne ainsi des indications complètement fausses.

Il serait oiseux de donner ici une description détaillée de ces appareils qui n'intéressent que les grandes distributions d'énergie, d'une ville, par exemple.

Parmi les applications industrielles de l'électricité, la firme dont il s'agit revendique un *nouveau mode de traction de véhicules pour tramways* et qui serait employé à Munich, depuis une couple d'années.

Les dangers résultant des conducteurs aériens dans les villes sont parfaitement connus et des raisons d'esthétique interviennent également pour en demander la suppression. Malheureusement, les installations à prise de courant souterraine présentent en général toute une série de difficultés, tant pour assurer une parfaite sécurité de fonctionnement que pour éviter de trop grandes dépenses de premier établissement.

Le système dont il s'agit se distingue des autres du même genre, par sa simplicité et la modicité des dépenses de premier établissement. Il paraîtrait, d'autre part, que l'application faite à Munich fonctionne parfaitement, malgré des circonstances étrangères très dévantageuses.

La firme Schuckert a donné à ce système le nom intelligible de « The Contact Stud System » ou système à plots de contact. Nous ne pouvons qu'en donner une description très sommaire. Il consiste à placer entre les rails, à des intervalles d'environ 3 mètres, des plots de contact en fer dans le pavement des rues. Ces plots traversent des blocs de granit montés sur une traverse reliée aux rails au moyen de coussinets, de manière à assurer une position solide et uniforme entre le plot de contact et l'assise des rails. Des bouts de câble partent des contacts de rue susmentionnés aux boîtes de distribution dans lesquelles sont logés des relais, au nombre de 30 à 35, se rendant aux plots de contact. Une petite batterie d'accumulateurs est portée par la voiture et est destinée à produire le premier contact. Quand les contacts suivants sont touchés par le collecteur de courant logé sous la voiture, les relais correspondants aux plots sont automatiquement connectés avec le feeder d'alimentation et le courant est ainsi amené au moteur. Avant que celui-ci abandonne un plot de contact, le relai correspondant au dit plot est vivement mis hors circuit et le contact suivant est mis en circuit. Conséquemment un plot de contact non couvert par la voiture ne peut

jamais retenir son courant. Il en résulte également que chaque section étant vivement déconnectée du feeder avant que le dispositif du contact ait quitté ce dernier, il ne se produit aucune étincelle aux relais. Dans le but d'empêcher que tout plot de contact ne reste sous courant éventuellement, les extrémités de la voiture sont pourvues de dispositifs de coupe-circuits pour le cas où un appareil ne fonctionnerait pas; alors un interrupteur à maximum entre en fonction immédiatement pour couper le courant sur la section correspondante de la ligne de tramway.

Ce coupe-circuit est logé dans une boîte en fonte appliquée contre une maison ou un mur et peut être trouvée facilement et rapidement. Cet appareil est muni d'un dispositif de sûreté qui ne permet de rétablir le courant que quand les appareils de la boîte de distribution correspondante sont revenus à leur position normale.

La firme en question exposait dans un pavillon spécial une *pompe de mine* en action *du système Ehrhardt et Sehmer*. Ce type de pompe est actuellement l'objet d'un grand intérêt pour les exploitations souterraines, surtout en vue de la commande par les moteurs électriques.

Avec les pompes Bergman et Riedler-express dont il a été beaucoup question à la suite de l'Exposition de Paris de 1900, la pompe Ehrhardt et Sehmer a été imaginée pour fonctionner à grande vitesse et ainsi supprimer les manèges d'engrenages qui constituent un grave inconvénient dans l'emploi des pompes souterraines ordinaires, c'est-à-dire à faible vitesse, quand on doit les accoupler à des moteurs électriques, les moteurs de l'espèce tendant à se répandre de plus en plus dans les installations minières d'épuisement.

La pompe exposée à Glasgow fonctionnait à la vitesse de 146 tours par minute; elle était actionnée directement par un moteur à courant continu sous la tension de 500 volts et avec une intensité de 970 ampères, soit d'une puissance de 485 kilowatts. Il serait évidemment plus rationnel, dans une application minière, de commander une pompe de cette importance par un moteur à courant polyphasé à 2000 volts par exemple, afin de diminuer l'intensité du courant et la dépense résultant de la canalisation.

La pompe Ehrhardt et Sehmer est formée de trois corps de pompes ordinaires accouplés à 120°. Il n'est adoptée aucune disposition spéciale pour permettre le fonctionnement à grande vitesse. Dans ce but les constructeurs se sont bornés à étudier avec soin les dimensions

et les dispositions des soupapes, leurs levées, ainsi que la forme intérieure des conduits, de manière à éviter les chocs qui peuvent se produire, tant dans les colonnes d'aspiration que dans les colonnes de refoulement.

Malgré l'ingéniosité de la pompe Riedler-express, il semble, par l'exemple de la pompe Ehrhardt et Sehmer, que l'obtention de vitesses qui peuvent déjà être considérées comme élevées puisse avoir lieu avec succès sans aucun dispositif réellement spécial.

Les constructeurs appellent l'attention sur le fait que, dans le cas de commande des pompes par un moteur électrique, l'existence d'une quantité suffisante d'air dans les réservoirs est particulièrement d'une grande importance. Dans ce but, il convient de munir la pompe d'un compresseur d'air indépendant de celle-ci et qui est commandé par un petit moteur électrique spécial.

Parmi les autres objets intéressant l'art des mines ou les usines, nous signalerons l'exposition, au même pavillon, de deux *locomotives électriques* pour voies à section étroite. Pour en montrer le fonctionnement, on avait installé une voie de 60 mètres de longueur ; une des locomotives était alimentée par le courant pris à un fil de trolley et possédant deux moteurs fonctionnant avec un courant normal de 18 ampères à la tension de 250 volts. L'autre locomotive était alimentée par une batterie d'accumulateurs, d'une puissance de cinq chevaux ; l'effort de traction était de 226 kilogrammes et la vitesse de 1<sup>m</sup>60 par seconde.

La batterie d'accumulateurs, ainsi que la caisse qui les contient, peut être déplacée et replacée à l'aide d'un dispositif spécial ; elle est composée de 39 éléments et possède une capacité de 63 ampères-heures. Le poids total, y compris la batterie, s'élève à 3,300 kilogrammes ; l'écartement des roues est de 0<sup>m</sup>50.

Tous ces appareils (pompes et locomotives) ne présentaient aucun dispositif spécial pour éviter le danger des étincelles aux balais des machines dynamos qui les activaient en vue de leur emploi éventuel dans les mines grisouteuses.

Avant de terminer cette première et courte notice des objets exposés, nous mentionnerons encore les *lampes à incandescence* Nernst, dont l'invention est due au docteur NERNST, de Göttingen, et qui sont fabriquées par l'« Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft », de Berlin, représentée en Angleterre par « l'Electrical Company Limited », de Londres.

La lampe Nernst présente, d'après les renseignements recueillis, les avantages suivants sur les autres sources de lumière actuellement connues : 1° une lumière plus agréable; 2° possibilité de hauts voltages; 3° un grand effet utile. En ce qui concerne ce dernier point, la consommation d'énergie des lampes construites à ce jour est seulement de 1 1/2 watt par bougie, soit plus de moitié moins que les lampes à incandescence ordinaires, surtout après quelque temps d'usage. Primitivement la lampe Nernst n'était pas automatique au point de vue de l'allumage à cause de l'insuffisance de conductibilité à froid du filament qui la constituait; il devait être chauffé artificiellement auparavant, ce qui était un très grave inconvénient. Les lampes en question sont actuellement pourvues d'un dispositif d'allumage automatique par le courant lui-même. Le filament lumineux consiste en un mélange de terres réfractaires, telles que celles provenant du zirconium, du thorium, etc. Un fil de platine est placé en parallèle avec le filament et chauffé ce dernier par rayonnement, et en quelques secondes le filament rendu conducteur devient incandescent; quand l'allumage est terminé, un interrupteur automatique coupe le circuit du fil de platine.

Les lampes en question sont actuellement fabriquées pour des tensions de 110 à 220 volts et de puissance lumineuse de 25, 40, 65 et même 135 bougies et ne réclament pas de vide, les globes en verre servant seulement de protection mécanique et contre les courants d'air.

La firme MAVOR & COULSON LIMITED, à Glasgow, exposait notamment pour ce qui nous concerne plus spécialement, une *haveuse électrique* pour charbonnages. Cette machine est du type à barres, d'après le brevet de Hurd. La machine exposée était du modèle moyen et disposée pour haver sur une profondeur de 4 pieds 6 pouces (1<sup>m</sup>37); mais on en construit de trois modèles, le plus grand permettant un havage de 5 pieds 6 pouces (1<sup>m</sup>68) et le plus petit de 3 pieds 6 pouces (1<sup>m</sup>07).

La barre coupante tourne à une vitesse de 400 révolutions par minute. Cette machine est renseignée, par les constructeurs, comme ayant reçu un emploi très étendu dans les charbonnages anglais. Il convient de rapprocher cette déclaration de celle des auteurs d'un rapport au Congrès des mines et de la métallurgie tenu à Paris en 1900, faisant connaître que la haveuse à barres, système Jeffrey, était abandonnée en Amérique pour être remplacée par la machine à chaînes, bien supérieure à la précédente au point de vue de l'économie et de la solidité.

Une autre *haveuse* était exposée par la firme CLARKE STEAVENSON & C<sup>o</sup>. Celle-ci est à roue coupante; elle permet, selon le type adopté, des havages de 0<sup>m</sup>60, de 1<sup>m</sup>00, de 1<sup>m</sup>30 et de 1<sup>m</sup>70. Un certain nombre de ces *haveuses* sont en activité dans les mines des districts du Yorkshire et du Derbyshire.

### *Des dangers des fils de trolley et de leur prévention.*

Dans un premier chapitre, l'auteur, M. JAMIESON, examine les récents accidents survenus et conclut à la nécessité de protéger les fils de trolley des tramways du contact possible avec les conducteurs supérieurs servant principalement à la téléphonie.

Les dangers signalés sont assez connus pour que nous n'insistions pas sur ce sujet; dans notre pays nous avons eu plusieurs exemples d'accidents de l'espèce.

Dans un deuxième chapitre, l'auteur examine les méthodes qui ont été adoptées pour la protection contre les contacts avec les fils de trolley.

Il indique d'abord le système de garde adopté jusqu'à présent à Liverpool, à Leeds, etc. Ce système est représenté dans la fig. 1a. Il consiste en languettes de bois découpées comme le montre la section transversale et supportée par des griffes en cuivre qui sont soudées à la surface supérieure du fil de trolley à des intervalles convenables (0<sup>m</sup>65 environ). Bien que ce système ne soit pas coûteux et qu'il ne nuise guère à l'esthétique des rues, son inefficacité comme moyen de protection contre le bris des fils téléphoniques élastiques de bronze a été établie lors de la catastrophe du 4 février 1901, survenue à Liverpool, qui a occasionné la mort à deux hommes et des blessures à une douzaine d'autres, indépendamment de l'électrocution de deux chevaux.

Les lignes pointillées de la section transversale et de la vue longitudinale représentées en la dite figure, servent à indiquer comment les fils de téléphone se bouclent et peuvent prendre contact avec le fil du trolley, ou bien encore comment ils peuvent entrer en connection avec ce dernier par l'intermédiaire d'un véhicule qui vient à passer. En fait, pour empêcher le courant du fil du trolley de pénétrer dans les conducteurs qui viennent à tomber, la résistance d'isolement des languettes en bois devrait être considérable sous toutes les conditions atmosphériques, les fils brisés devraient être écartés du fil de trolley et rester libres jusqu'après réparation. Mais de semblables précautions sont d'application difficile dans des temps d'orage ou de neige et en cas de trafic intense.

L'auteur signale ensuite le nouveau moyen de protection adopté, depuis la catastrophe précédemment rapportée, par la municipalité de Liverpool. La figure 1<sup>b</sup> représente ce moyen, sans qu'il soit nécessaire de fournir d'autres explications.

Le directeur général des tramways de Liverpool fait connaître qu'en suite d'arrangements pris avec la Compagnie des téléphones,

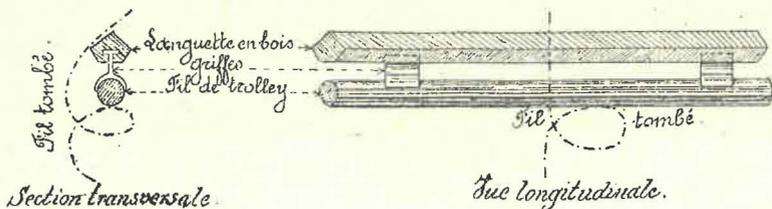


Fig. 1<sup>a</sup>. — Système de garde adopté jusqu'à ce jour à Liverpool et Leeds, etc.

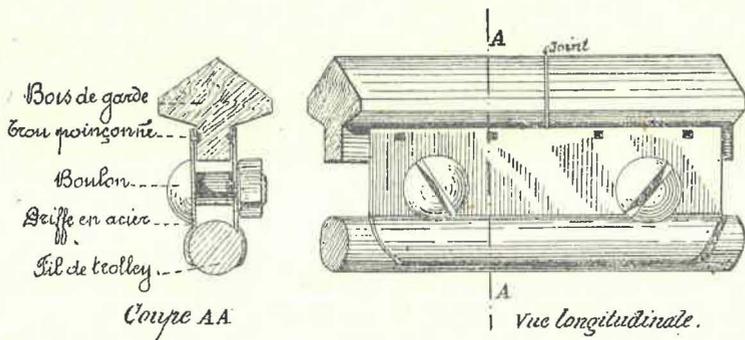
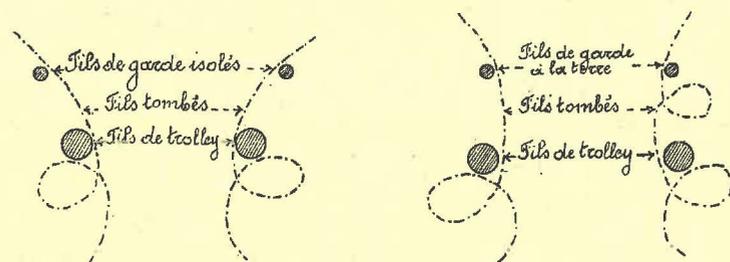


Fig. 1<sup>b</sup>. — Système de garde employé actuellement à Liverpool

pour le 1<sup>er</sup> septembre 1902, tous les croisements se feront par canalisation souterraine. Il conclut que, de son expérience personnelle, le croisement des fils de trolley par des fils superposés doit toujours être considéré comme une cause de danger, quel que soit le mode de protection employé.

Les figures 2 et 3 montrent les deux méthodes de disposer les fils de garde qui ont été essayés à Glasgow et dans beaucoup d'autres installations. Partout où des fils téléphoniques ou d'autres analogues sont suspendus au dessus et en travers des fils de trolley, chacun de ces derniers est gardé par un fil n° 7 S. W. G. ( $4^m/m4$ ), en acier galvanisé, porté parallèlement et à environ  $0^m60$  au dessus des lignes de trolley. Au début, ces fils de garde étaient isolés de la terre et placé de  $0^m20$  à  $0^m30$  à gauche et à droite des lignes de trolley. Actuellement, ils sont raccordés à la terre et placés pour la plus grande partie d'aplomb avec les fils de trolley qu'ils sont destinés à protéger, comme le montre la figure 3. Mais, ainsi que la pratique l'a démontré et comme l'indiquent les lignes pointillées des figures 2 et 3, les légers fils élastiques des téléphones prennent contact, non pas seulement avec les fils de garde, mais encore avec les fils de



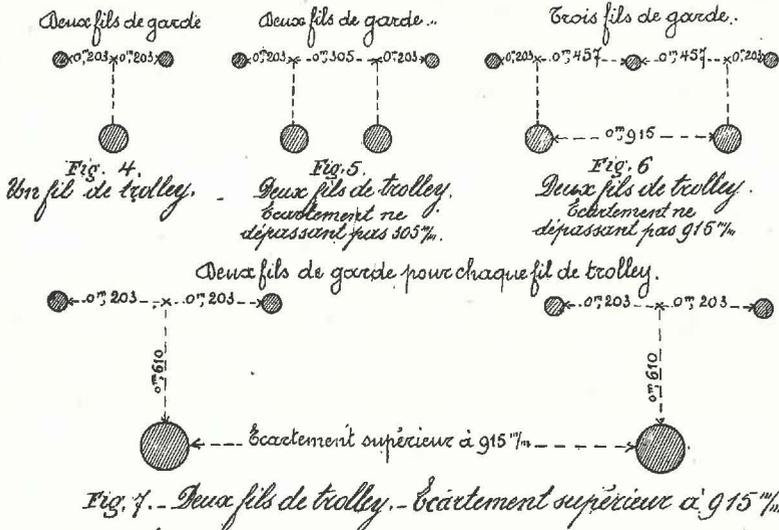
*Fig. 2 et 3. — Fils de garde adoptés à Glasgow et ailleurs.*

trolley. Quand les premiers étaient isolés, le courant des fils de trolley pénétrait dans les fils tombés et constituait non seulement une cause de danger pour les personnes et les animaux, mais pouvait encore déterminer un incendie dans une installation téléphonique dépourvue de fusibles ou quand ceux-ci sont inefficaces. Dans le cas où les fils de garde sont mis à la terre, la partie du fil tombé entrant en contact est exposée à fondre presque instantanément et l'extrémité tombe sur le sol sans accident. Ceci peut se produire sans affecter les fusibles ni les coupe-circuits des sous-stations ou de la station principale. Dans le cas où un grand nombre de conducteurs superposés prennent simultanément contact avec les fils de garde et de trolley, ces dispositifs de sûreté sont en état d'agir et de rendre ainsi le fil de trolley de la section neutre et sans danger.

Dans un troisième chapitre, le professeur Jamieson fait connaître les règles du « Board of Trade » et du « Post Office ».

Dans les « Electric Tramways Rules » du « Board of Trade », publiées en 1894, il n'y a pas d'autres règles édictées que celles concernant les fils de garde. Dans la deuxième édition revue et publiée en 1896, nous trouvons dans la clause 22, la prescription suivante concernant le croisement des fils : « Quand une ligne aérienne tra- » verse où se trouve à proximité d'une substance métallique, des pré- » cautions seront prises par les entrepreneurs contre la possibilité de » la mise en contact de la ligne avec la substance métallique ou de » celle-ci avec les lignes par suite de rupture ou de toute autre » manière. »

Les prescriptions des autorités du « Post Office », concernant les



Figures 4 à 7. - Illustration des règles du Post Office pour les fils de garde.

lignes télégraphiques et téléphoniques croisant les fils de trolley, antérieurement à août 1901, étaient les suivantes :

« 1) Quand il n'existe qu'un fil de trolley ou quand il en existe deux dont l'écartement n'excède pas 12 pouces ( $0^m305$ ), deux fils de garde devront être établis comme le montrent les figures 4 et 5.

« 2) Quand les fils de trolley sont écartés de plus de 12 pouces ( $0^m305$ ), sans excéder trois pieds ( $0^m915$ ), les fils de garde doivent être au nombre de trois, comme le montre la figure 6. »

« 3) Quand la distance séparant les fils de trolley dépasse 3 pieds ( $0^m915$ ), chaque fil doit être gardé séparément par deux fils comme le montre la figure 7. »

Si ces règles du Post Office étaient rigoureusement observées, il ne pourrait y avoir de doute que les chances d'une mise en contact des lignes télégraphiques ou téléphoniques avec celles de trolley des tramways fussent extrêmement minimales.

Les constructeurs, les compagnies de tramways, les municipalités et même le public font des objections à la multiplicité de ces fils, tant au point de vue de la responsabilité en cas d'accidents qu'au point de vue esthétique.

Dans un quatrième chapitre il est question de contacts entre les fils de garde brisés et les fils de trolley.

L'auteur expose d'abord les principales causes de ces accidents, qui sont d'un domaine trop spécial pour être rapportées ici. Il continue ensuite comme ci-après :

Depuis que les fils de garde sont généralement faits d'un fil d'acier galvanisé du n° 7 S. W. G. (diamètre  $4^{\text{m}}/_{\text{m}}4$ ) ayant une charge de rupture de moins de 2000 livres (907 k.), tandis que les fils de suspension qui traversent les rues sont composés d'un faisceau de sept fils d'acier, dont chaque fil est du n° 14 S. W. G. (diamètre  $2^{\text{m}}/_{\text{m}}1$ ) d'une résistance combinée de plus de 3,500 livres (1,588 k.), les chances sont que le fil de garde ou sa faible attache au câble de suspension se brise. Dans ces cas, le fil de garde vient en contact avec le fil de trolley. Si le premier est isolé et fixé originellement à environ 2 pieds ( $0^{\text{m}}61$ ) au dessus et environ 8 pouces à 1 pied ( $0^{\text{m}}203$  à  $0^{\text{m}}305$ ) à droite ou à gauche du fil de trolley, il y a chance qu'il tombe sans entrer en contact avec celui-ci. Le courant peut alors être coupé à la plus prochaine boîte de la section dans laquelle l'accident est arrivé et on peut refixer le fil de garde sans qu'il résulte aucun dommage. Si cependant le fil de garde était relié à la terre, soit au centre, soit aux extrémités de la section ou préféralement en plusieurs points, et s'il est supporté originellement dans l'aplomb au dessus du fil de trolley, il tombe naturellement sur ce dernier et le courant y pénètre et cause du trouble et du retard. Quand le fil de garde est seulement mis à la terre à chaque extrémité d'une section d'un demi-mille et que le contact se produit entre lui et le fil de trolley (vers le centre de la section), alors la résistance combinée du contact et des deux longueurs d'un quart de mille du fil de garde peut être assez grande pour que le courant passant à travers le contact n'augmente pas le courant normal du fil de trolley de manière à fondre les fusibles de la plus prochaine station ou pour déclancher le coupe-circuit automatique.

Le professeur Jamieson estime que les fils de garde et les fils de support devraient être faits en bronze siliceux au lieu du fer galvanisé habituel. Ils seraient plus solides pour la même section et n'auraient pas seulement une plus grande conductibilité, mais il s'opposeraient à la rapide corrosion que les atmosphères chargées de vapeurs chimiques exercent sur les fils d'acier galvanisé. Il est rare que les fils de trolley se brisent par une surtension provenant d'un mauvais établissement, ou même de l'action du mât de trolley. Ils sont généralement composés de cuivre dur étiré de 98 % de conductibilité, ayant un diamètre de  $9^{\text{mm}}/3$ , ce qui correspond au n° 3/0 S. W. G; la résistance à la traction que ce fil présente avant l'allongement est de plus de 54,000 livres (24,5000 k.). Mais quand il est sujet à des secousses incessantes, le très petit allongement de 4 % est accompagné d'une diminution graduelle de la section qui atteint 40 %. En tous cas, il y a comparativement peu de chance que le fil de trolley soit cassé par un effort accidentel, excepté quand il devient rapidement usé dans les rues en courbe prononcée. On doit exercer une surveillance spéciale en ces points, de manière que les fils de cuivre soient renouvelés en temps opportun.

Un cinquième chapitre est intitulé : Déclanchement, mise à la terre et autres dispositifs de sécurité.

Même en supposant que les fils de trolley et les fils de garde aient été faits avec les meilleurs matériaux et aient été établis de la manière la plus solide, que les premiers aient été divisés en sections d'un demi-mille dont un aussi petit nombre que possible sont alimentées par le courant de la station génératrice ou d'une sous-station par un simple feeder, il est néanmoins nécessaire de permettre de rendre chaque section inopérante ou « morte » aussitôt que possible après la manifestation de l'un ou l'autre accident.

Beaucoup de dispositifs ont été proposés et adoptés dans ce but, parmi lesquels on peut mentionner les suivants :

1) Fusibles et coupe-circuits automatiques aux stations d'alimentation. Mais, comme nous l'avons déjà rapporté, ceux-ci n'agissent pas toujours, à moins qu'un courant anormal ne soit produit par un court-circuit avec la terre ou avec le conducteur de retour ;

2) Fusibles ou interrupteurs automatiques ou simples interrupteurs à main dans chacune des boîtes de distribution de la section d'un demi-mille. Il y aurait aussi un téléphone ou une connexion pour un téléphone dans chacune de ces boîtes, de manière à pouvoir communiquer directement avec la station d'alimentation du courant ou avec le

bureau de l'ingénieur. Il n'est pas d'habitude de placer soit des fusibles, soit des interrupteurs automatiques dans ces boîtes, car beaucoup d'ingénieurs de tramways ne sont pas d'avis de multiplier de semblables dispositifs. C'est pourquoi ils insèrent simplement un interrupteur à main sur le feeder principal et un interrupteur à main de section de fil de trolley pour chaque ligne de voiture, plus un fil de connexion pour téléphone. De plus, les clefs pour ouvrir ces boîtes sont seulement données au personnel technique et conséquemment ni le conducteur, ni le perceuteur, ni les inspecteurs ne peuvent manœuvrer ces interrupteurs en cas d'accident.

Tout ce qu'ils peuvent faire, selon les circonstances, est d'employer leurs gants isolants et des tenailles, de mettre à la terre par les rails un fil tombé et de communiquer au bureau principal par le téléphone de la boîte la plus proche. Ce procédé cause une perte de temps et arrête le trafic aussi bien qu'il constitue une cause de danger pour les voyageurs. Il serait préférable de fournir des clefs aux employés et de donner à chacun d'eux des instructions imprimées et claires sur ce qu'ils ont à faire dans certaines circonstances ;

3) Dispositif de mise à la terre « Blackwell & Co ». Il est attaché à un braquet ou à une suspension de fil de trolley et il agit quand le fil de trolley casse, en le mettant mécaniquement en court-circuit avec les rails ;

4) Placement d'un commutateur de mise à la terre dans chaque voiture. Dans le cas d'une déconnexion d'un fil de trolley ou d'une chute de fils supérieurs, tout ce que le conducteur a à faire est de briser la glace de face d'une boîte spéciale et de tourner un commutateur ou d'insérer une cheville dans un trou métallique, pour mettre ainsi immédiatement à la terre le fil de trolley par les rails. Cette manœuvre amène immédiatement la circulation d'un courant anormal dans le feeder et fond les fusibles ou déclanche l'interrupteur automatique de la station. Ce dispositif paraît une des méthodes les plus simples et les plus directes de rendre neutre une section, en cas d'accident.

Malgré toutes ces mesures, le professeur Jamieson conclut qu'il ne peut y avoir de doute que le seul moyen absolument sûr est de placer souterrainement tous les conducteurs électriques à l'exception de ceux des tramways. Tout danger de contact disparaîtrait conséquemment et les accidents seraient évités dans la plus grande mesure. En attendant que cette solution puisse être généralisée le « Post

Office » et le « Board of Trade » étudient ensemble les règles qu'il conviendrait de formuler pour assurer la sécurité publique.

---

Nous terminons ici ce premier compte rendu, réservant pour des articles ultérieurs, ainsi que nous l'avons dit en commençant, l'examen plus approfondi de certaines des questions traitées.

Bruxelles, Octobre 1901.

J. LIBERT et V. WATTEYNE.

---