

SÉANCE SPÉCIALE DE LA SECTION DU GRISOU

du 21 juin 1904.

Présidence de M. A. Rutot, président.

La séance est ouverte à 8 h. 35.

Correspondance :

M. le *Gouverneur du Hainaut* nous annonce la liquidation des deux subsides spéciaux de 500 francs qui nous ont été alloués respectivement en 1900 et en 1904 par la province de Hainaut. — (*Remerciements.*)

M. *Mojsisowics* se met à notre disposition pour nous faire obtenir l'échange des publications de la « *Erdbeben Commission* » de Vienne.

La *Société Hibernia*, à Herne, nous renseignera, dès que son directeur général sera rentré de voyage, sur les conditions de fonctionnement de l'appareil à analyser les mélanges grisouteux placé dans la mine.

M. *Moureaux*, de l'Observatoire météorologique et magnétique du Val-Joyeux, à Villepreux (Seine-et-Oise), nous fournit des indications au sujet d'appareils pour l'enregistrement des variations magnétiques.

MM. *Harzé* et *Smeysters* s'excusent de ne pouvoir assister à la séance ; ce dernier confrère nous fait connaître le résultat d'une enquête faite au sujet des manifestations grisouteuses observées pendant la période du 19 au 31 mai écoulé.

M. *Kilian*, de Grenoble, promet de nous tenir régulièrement au courant des secousses qui seront enregistrées par le sismographe de Grenoble.

M. P. *Petit*, ingénieur en chef de la Société anonyme des Houillères de Saint-Étienne, nous adresse une lettre de laquelle nous extrayons le passage suivant relatif à son autocapteur de grisou.

«... Avec la présente, j'ai l'avantage de vous adresser une note, publiée par les *Annales des Mines* (1) et par le *Bulletin de la Société de l'Industrie*

(1) P. PETIT, Note sur un autocapteur ou appareil servant à effectuer automatiquement, de façon continue, des prises d'air grisouteuses ou de gaz quelconques (*Ann. des Mines de France*, livr. de février 1896, pp. 289-297, pl. VII, 9^e sér., t. IX).

minérale (COMPTES RENDUS MENSUELS), sur un appareil que j'ai dénommé *autocapteur*, et que j'ai combiné en vue d'effectuer *automatiquement*, et de façon *continue*, des prises d'air grisouteux.

Depuis l'année 1895, toutes les mines de notre Société sont munies d'un ou plusieurs appareils de ce genre, dont deux spécimens figuraient à l'Exposition universelle de 1900. Ces appareils, d'une simplicité extrême, d'une régularité de fonctionnement parfaite, nous donnent entière satisfaction, et nous permettent de construire avec précision la courbe journalière de la variation des teneurs en grisou, soit du retour général, soit d'un retour partiel, soit d'un point critique qu'on désire soumettre à l'observation.

Je crois que l'étude des questions encore si obscures du dégagement du grisou ferait un grand pas en avant, si l'emploi de cet appareil de contrôle se généralisait dans les mines : beaucoup d'exploitants hésitent à l'installer, parce que l'autocapteur est un mouchard ; mieux vaut, selon moi, être fixé sur l'étendue des risques qu'on court que de se faire illusion à soi-même ...

Personne mieux que vous, Monsieur, n'est acquis par avance à ce raisonnement, puisque vous vous efforcez d'établir une corrélation entre le phénomène du dégagement du grisou et les causes multiples qui peuvent le produire. Saisir l'effet d'une façon *continue*, pour en analyser les causes, voilà le but véritable de mon appareil.

Veillez agréer, etc.

P. PETIT. »

En réponse à une demande ultérieure, M. l'ingénieur *Petit* a encore fourni les renseignements suivants :

« Je n'ai pas de constructeur attitré pour la fabrication de mon appareil ; si vous le désirez, j'en ferai établir deux exemplaires par l'ouvrier que j'ai chargé de construire ceux qui, depuis cinq années, sont en service courant dans les divers chantiers de nos mines grisouteuses.

Le prix d'un autocapteur, muni de 6 flacons, est de 150 francs. Les appareils pourraient vous être livrés, dans un mois environ, parfaitement réglés et prêts à fonctionner. Le coût d'un flacon de prise de gaz, muni de ses deux robinets en cuivre, est de 5 francs. Si, au lieu de 6 prises par jour, vous vouliez faire 24 prises, il vous faudrait au moins 12 flacons : le prix total de l'autocapteur serait d'environ 190 francs.

Si votre budget vous permet de faire l'acquisition d'un ou deux appareils, je me tiens à votre entière disposition pour la commande.

Les brochures que je vous adresse sont, je crois, assez complètes

pour qu'à leur lecture votre Comité du Grisou saisisse aisément le principe du fonctionnement de l'autocapteur et les avantages qu'il est à même de procurer pour une étude scientifique et méthodique des dégagements grisouteux.

Veillez agréer, etc.

P. PETIT. »

Des remerciements sont votés à M. l'ingénieur *Petit* pour ses précieux renseignements et pour ses offres si obligeantes.

Enfin, d'une lettre de M. *Paul Habets*, nous extrayons le passage suivant, faisant ressortir la grande complexité des recherches qu'entraînera notre étude en ce qui concerne les méthodes et instruments pour déterminer les variations du dégagement de grisou dans les mines.

« Jusqu'à ce jour, notre Comité ne semble s'être préoccupé que des observations sismiques à faire, des instruments à employer et du lieu de leur établissement; mais ce n'est là qu'un côté relativement simple de la question. La complexité des recherches sera bien plus grande lorsqu'il s'agira de fixer les méthodes et instruments pour déterminer les variations du dégagement de grisou dans les mines. Cette matière est de la compétence des mineurs, et non seulement un concours financier, mais encore le concours d'un nombreux personnel attaché aux mines sera nécessaire. Il faut évidemment, si tant est que l'on entreprend sérieusement l'étude des corrélations qui pourraient exister entre les mouvements sismiques et le dégagement du grisou, arriver à *élucider complètement* le problème, et pour cela il faut que *dans un groupe de mines* aussi étendu que possible des *observations méthodiques* soient pratiquées d'une façon *constante*. Jusqu'à ce jour, rien d'irréfutable n'a été fait dans cet ordre d'idées, et les observations d'Anzin elles-mêmes ne sont pas de nature à enlever toute espèce de doute sur les résultats qu'elles ont donnés. De simples constatations de coïncidence d'activité endogène avec un accroissement de la teneur en grisou de telle mine ou de tel chantier de mine est sans valeur aucune, s'il n'est démontré que cet accroissement ne peut être dû à une des nombreuses causes qui dans une mine peuvent influencer sur la quantité de grisou présente dans l'atmosphère souterraine. Une mine est par sa nature même si complexe, tant de facteurs interviennent pour modifier les conditions de sa ventilation, que l'isolement d'un phénomène est chose toujours très difficile.

L'étude du problème que la Section permanente du grisou s'est proposée exige des observations attentives et continues et des plus minu-

tieuses des conditions de ventilation et de l'état de l'atmosphère souterraine.

Dans la plupart des cas, ces observations seront à faire sur des teneurs très faibles de grisou ; nos mines sont aujourd'hui très puissamment aérées, et la teneur générale est souvent inférieure à 0.5 % CH_4 . Voyez de quel ordre d'importance peuvent être les variations d'une telle teneur, et cependant une teneur de 0.5 % pour un débit de 30 mètres cubes par seconde conduit à un dégagement de gaz très important par vingt-quatre heures.

Des observations à l'aide de lampes grisoumétriques seront toujours insuffisantes pour l'observation de très faibles écarts qui peuvent cependant conduire à des variations très notables du dégagement ; il est impossible de se rendre compte de ce dernier si l'on ne connaît les quantités d'air dans lesquelles le gaz est dilué. Ces quantités d'air sont variables, non seulement d'un jour à l'autre, mais suivant la nature du travail effectué dans la mine. Des observations, quant au volume d'air circulant dans la mine, s'imposent en même temps que l'on détermine la teneur de cet air en grisou. De nombreux appareils et des méthodes diverses de mesure existant pour les unes et pour les autres, pour avoir des résultats comparables, il convient que les mêmes instruments, les mêmes méthodes soient employés dans toutes les observations. Le dégagement est certes le point capital de l'étude, mais ne faudrait-il pas y adjoindre des observations sur le grisou dans son gisement lui-même ? Ici encore les méthodes d'investigation existent. Elles sont plus ou moins connues des mineurs. C'est là toute une série de questions des plus importantes que l'on aurait pu élucider. Il y a longtemps, en 1898, je vous ai déjà écrit à ce sujet et vous ai proposé de présenter à la Section permanente des extraits de mes leçons sur l'aérage des mines afin d'amorcer la discussion des divers points ; vous avez sans doute jugé qu'il fallait d'abord résoudre les questions qui se rattachent à la sismologie. Je crois qu'il est temps de se préoccuper des questions qui se rattachent au domaine du mineur et pour lesquelles le concours des exploitants vous sera indispensable.

Veuillez agréer, Monsieur, mes sincères salutations.

PAUL HABETS. »

M. Van den Broeck croit utile, avant de passer aux communications inscrites à l'ordre du jour, de signaler et même de reproduire *in extenso* dans le présent Procès-Verbal le compte rendu analytique fait par M. Verney à la séance du 5 mai 1900 de la *Société de l'Industrie miné-*

rale d'une étude publiée dans le *Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen*, relative à un appareil *inscripteur* de la proportion de grisou contenue dans l'air des mines.

Sur l'avis favorable de l'Assemblée, cet article de M. Verney est reproduit ci-dessous avec la figure qui l'accompagne.

NOTE

SUR UN

Appareil destiné à analyser les mélanges grisouteux (1)

PAR

M. l'Ingénieur VERNEY.

La plupart du temps, on cherche la teneur en formène des mélanges gazeux au moyen de l'analyse chimique ou de la lampe Pieler. L'analyse présente l'inconvénient qu'elle ne peut être faite que par un spécialiste et dans un laboratoire; la lampe Pieler ne donne qu'une approximation insuffisante. L'appareil décrit plus loin peut être employé sans aucune connaissance spéciale et permet de lire, à un instant quelconque, avec autant de facilité qu'on voit l'heure sur une montre et avec une approximation de 0.05 %, la teneur en grisou d'un courant d'air déterminé. Il peut être installé en un endroit quelconque où l'on puisse amener par un tube l'air à analyser.

Le principe de la méthode repose sur la différence de poids de deux colonnes gazeuses, l'une d'air pur, l'autre d'air chargé de grisou, différence révélée par un micromanomètre de haute sensibilité. Le même appareil sert, avec des dimensions différentes, à doser l'acide carbonique dans les gaz des foyers de chaudières.

L'appareil (voir la figure ci-après) se compose essentiellement de deux tubes verticaux a et b de même diamètre et d'une hauteur de 5 à 6 mètres, mesurée de k en x ; f est un robinet mettant le tube a en communication avec un tube d d'où vient l'air de la mine; e met en communication le tube b avec l'air pur extérieur. L'aspiration de l'air de la mine, d'une part, et de l'air extérieur, d'autre part, est produite

(1) D'après le *Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen*.

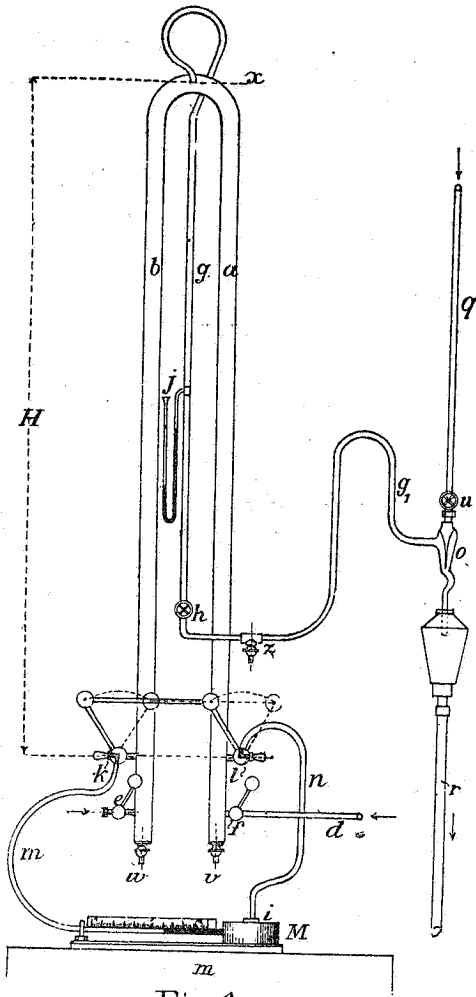


Fig. 1

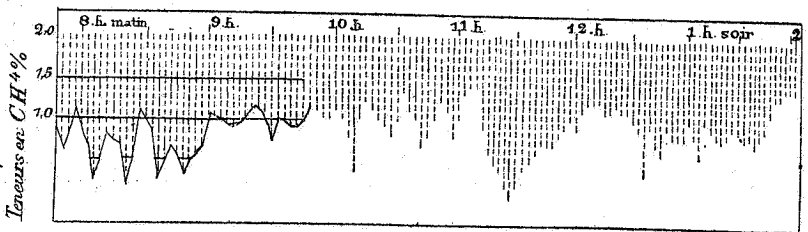


Fig. 2

par la trompe à eau *o*. Sur le tube *g*, qui réunit le sommet des tubes *a* et *b* à la trompe, sont placés un manomètre ordinaire et un robinet. Un petit robinet *z* permet d'expulser l'eau condensée dans le tuyau *g*.

A la distance *H*, sous le point *x*, sont placés deux robinets coudés *k* et *l*. Ils peuvent mettre en communication chacun des tubes *a* et *b* avec les deux branches du micromanomètre, ou bien fermer les tubes *a* et *b* et faire communiquer les deux branches du manomètre avec l'air ambiant. Les deux robinets *k* et *l* sont manœuvrés simultanément par une tige qui en réunit les poignées.

Le micromanomètre se compose d'une boîte *M* de 10 centimètres de diamètre, formant la première branche, réunie à un tube de verre gradué, de très faible diamètre et incliné, *m*, qui est la seconde branche, et remplie d'alcool de 0.80 de densité. L'inclinaison du tube *m* est inversement proportionnelle à la sensibilité de l'instrument; elle est de $\frac{1}{400}$ dans le cas ordinaire.

Supposons donc les deux tubes *a* et *b* remplis, au moyen de la trompe, l'un, *a*, d'air pur, l'autre, *b*, d'air de la mine.

Suivant la loi de l'équilibre hydrostatique, le liquide va s'élever dans la branche *m*, et d'autant plus qu'il y aura dans le tube *b* un gaz plus léger par rapport à celui qui remplit le tube *a* : ces deux gaz se trouvant dans les mêmes conditions de pression et de température. Le niveau du liquide dans le tube *m* indiquera donc directement la différence de densité des deux colonnes *a* et *b* et, partant, la teneur en grisou de l'air enfermé en *b*.

En effet, 1 mètre cube d'air pèse 1 295^{gr},06 à 0° et 760 millimètres, 1 mètre cube de CH⁴ pèse, dans les mêmes conditions, 715^{gr},06; 1 mètre cube d'air renfermant 10 % de CH⁴ pèsera par conséquent 1 235^{gr},26, soit 57^{gr},80 de moins que 1 litre d'air.

Or, si les colonnes gazeuses, dans l'appareil, avaient seulement 1 mètre de haut, une différence de poids de 1 000 grammes par mètre cube entre elles produirait une élévation de 1 millimètre d'eau dans la petite branche du manomètre. Comme elles ont 6 mètres, et que la différence de poids est de 57^{gr},8, l'élévation de la colonne liquide dont la densité est très rapprochée de celle de l'eau sera de :

$$\frac{6 \times 57,8}{1000} = 0,3468.$$

L'inclinaison du tube étant de $\frac{1}{400}$, le liquide se déplacera dans ce tube de :

$$400 \times 0,3468 = 138,72.$$

Pour chaque unité de CH^4 % dans le mélange, on obtient un déplacement du liquide de :

$$\frac{138,72}{10} = 13,87.$$

Il suffirait, pour retrouver ce résultat, d'écrire l'équation d'équilibre des fluides dans l'appareil, considéré comme formant un système de vases communicants.

Le micromanomètre porte à côté de la graduation en millimètres une échelle où se trouvent, en regard des indications de l'échelle précédente agrandie, les teneurs correspondantes en CH^4 depuis 0 jusqu'à 2.8 %, avec des divisions en millièmes, ce qui permet d'apprécier $\frac{1}{2}$ millième.

Pour avoir les variations de teneur en grisou du courant d'air à examiner, il est nécessaire d'envoyer dans l'instrument un courant ininterrompu. Mais dans ce cas, la trompe n'a pas à surmonter les mêmes résistances pour aspirer l'air pur dans le tube *a*, l'air de la mine dans le tube *b*; ce dernier est, en effet, à une pression moindre. Il y aurait donc là une cause d'erreur qui fausserait les indications du micromanomètre si l'on n'avait le moyen de l'éliminer. C'est à cela que sert le manomètre *j*. La trompe est d'abord mise en mouvement, puis on ouvre le robinet *e* entièrement et l'on observe la dépression qui s'établit en *j* (40^{mm} par ex.). On ouvre alors *f* graduellement et on le laisse dans une position telle que cette même dépression reste établie.

Enregistrement automatique des indications de l'instrument. — On obtient cet enregistrement par un procédé photographique qui donne, de trois en trois minutes, la teneur en CH^4 indiquée par le micromanomètre et dont nous allons dire quelques mots.

L'alcool contenu dans le manomètre est rendu imperméable à la lumière par une couleur noire d'aniline et une source lumineuse éclaire vivement le tube. Un objectif photographique envoie de ce tube une image un peu agrandie sur la périphérie d'un cylindre tournant autour d'un axe horizontal à raison de un tour en douze heures. Il se dessine ainsi, suivant une génératrice, un trait continu représentant la colonne liquide suivie d'une série de petits traits transversaux, image des divisions tracées en noir sur le tube de verre. Si le cylindre est couvert de papier sensible à l'action de la lumière, on obtiendra sur toute sa périphérie un négatif où restera en blanc la surface balayée par l'image de la colonne liquide. Mais cette image, à un instant donné, a 3 millimètres de largeur, ce qui correspond à une rotation du cylindre de

trois minutes, de sorte que, comme il suffit de dix secondes pour impressionner le papier, on a peu de netteté et l'on n'obtient que l'indication du maximum de hauteur du liquide pendant un certain intervalle de temps.

Pour remédier à cet inconvénient, il fallait, ou bien agrandir le tambour, ou bien augmenter la vitesse de rotation, ou bien se contenter d'obtenir des épreuves à des intervalles de temps déterminés. C'est à cette dernière solution qu'on s'est arrêté comme étant la plus pratique.

Le cylindre est recouvert, d'abord d'une couche de papier sensible, puis d'une feuille présentant des fentes suivant les génératrices et distantes entre elles d'une distance correspondant à une rotation du cylindre de trois minutes. Elles sont assez larges pour que l'image s'y projette pendant le temps nécessaire à l'impression du papier.

On obtient ainsi un diagramme présentant une série de traits interrompus et qui sont les images négatives successives de la partie du tube de verre dans laquelle il n'y a pas de liquide, avec ses divisions. On peut réunir les extrémités de ces traits par une ligne continue pour donner plus de netteté à la figure. (Voir p. 450, fig. 2.)

Les feuilles mesurent 52 centimètres de long pour douze heures et ont une largeur de 8^{cm},5.

Le papier est au platinobromure d'argent. On le fixe avec des bains spéciaux de composition simple, qui permettent de faire toutes les opérations nécessaires en vingt minutes.

Cet appareil est breveté D R P et D R G M et construit par Schultze, à Berlin (S. W.). Il fonctionne en particulier à la mine Hibernia, à Herne.

Communications des membres :

M. le professeur *Eug. Lagrange* fait la communication suivante :

Rapport sur les travaux de la première réunion de la Commission permanente sismologique à Strasbourg (avril 1901)

I. — HISTORIQUE.

Les conclusions de ce rapport autorisent, pensons-nous, un court historique de cette création scientifique nouvelle : la *Commission permanente sismologique*.

Le XIX^e siècle a vu se développer en même temps, d'une manière remarquable, grâce à la marche progressive de la science physique, la géodésie, qui étudie en elle-même la forme du globe, et la sismologie, qui s'attache à ses déformations dynamiques. Ces deux sciences sont en rapport étroit entre elles et avec la géologie elle-même. C'est de la sismologie que nous avons à nous occuper ici.

Depuis de longs siècles, on savait que certaines régions du globe sont soumises à des mouvements brusques et temporaires qui sont du ressort du vulcanisme; l'Italie, le Japon, la côte occidentale de l'Amérique du Sud notamment, sont des régions soumises aux tremblements de terre, que l'on y considère comme des phénomènes en quelque sorte habituels et réguliers. Mais ce que la seconde moitié du XIX^e siècle nous a appris, c'est que les mouvements sismiques produits en ces régions se propagent sur d'énormes surfaces et traversent de part en part le globe lui-même; en outre, le perfectionnement des instruments récepteurs (microsismomètres et microsismographes) nous a montré que dans son ensemble le globe tout entier se modifie périodiquement sous des actions diverses, sur une échelle très faible il est vrai. En un mot, la terre est encore une masse vivante et non pas une masse morte et inerte. L'étude de ces petites déformations a agrandi énormément le champ de la sismologie. Celle-ci est devenue actuellement une science nouvelle, complète en elle-même et qui prête son appui à la géodésie.

Sans entrer dans aucun détail relatif au développement de la sismologie, nous dirons que l'Italie et le Japon ont les premiers, depuis de longues années, abordé ces études, et que les géophysiciens allemands, en dernier lieu, en ont agrandi et généralisé le domaine; je rappellerai ici les noms de Von Rebeur, de Ehlert, du professeur Schmidt, etc... Les brochures que je joins à ce rapport donneront quelque appui à cette thèse (1).

Frappé du grand rôle de la science nouvelle, comprenant que l'organisation d'un système général d'observations sur toute la surface du globe se présentait comme étant de la plus haute importance, convaincu que le moment était venu de réunir les efforts des savants dans une voie commune, M. le professeur Gerland (Strasbourg) conçut, dès 1894, le projet d'une entente entre les sismologues de tous les pays. Après avoir exposé ses idées devant le Congrès de géographie d'Iéna, en 1894,

(1) *Programme de recherches géophysiques.* (BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE, 1898.) *Les stations géophysiques en Belgique.* (ANNUAIRE DE LA SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE, 1898.)

de Londres, en 1896, il publiait en 1898 un appel au monde savant, signé d'illustres adhérents. Enfin, en 1899, il faisait adopter, par le Congrès géographique de Berlin, la création d'une *Commission permanente sismologique*, chargée d'étudier l'organisation internationale à donner au système général d'observations.

Dès 1896, je m'étais attaché, dans notre pays, aux études sismologiques; jusqu'à cette époque, personne ne s'était chez nous occupé de ces questions nouvelles; tout au plus avait-on rassemblé, comme M. Lancaster, le directeur bien connu du Service météorologique, les données historiques relatives aux tremblements de terre sensibles ressentis en Belgique. La Commission permanente me fit l'honneur, en 1899, de m'appeler dans son sein; à cette date, j'avais pu déjà, grâce à un généreux Mécène de la science, M. E. Solvay, créer la station géophysique d'Uccle. J'avais aussi, dans des conférences faites devant les Sociétés d'Astronomie et de Géologie, développé un programme de recherches et préconisé la création d'autres stations en Belgique. J'avais, notamment, demandé la création d'une station souterraine à grande profondeur. Grâce à la Société de Géologie et surtout à M. E. Van den Broeck qui, au point de vue de l'étude du grisou, s'intéressait depuis longtemps aux questions sismologiques, elle sera prochainement fondée.

La Commission permanente sismologique s'est réunie à Strasbourg, sous la présidence de M. Gerland, les 11, 12 et 13 avril, et M. le Ministre de l'Intérieur a bien voulu m'y envoyer comme délégué du Gouvernement belge.

II. — PREMIÈRE RÉUNION DE LA COMMISSION PERMANENTE SISMOLOGIQUE.

Les trois journées des 11, 12 et 13 avril 1901 ont été consacrées, d'une part, aux questions d'organisation, d'autre part, à de nombreuses conférences techniques, dont le détail est trop spécial pour que nous l'exposions ici, mais qui ont montré combien est grand déjà l'acquis de la science nouvelle, quels nombreux travaux elle a suscités et quel champ elle ouvre à l'activité scientifique. J'ai eu l'honneur d'y exposer ce qui avait été fait en Belgique, et de montrer que notre pays n'était pas resté, dans la voie du progrès, en arrière de ses voisins, qu'il avait même déjà réalisé ce que d'autres grands pays, la France notamment, ne possédaient pas encore.

Dans cette communication, faite à la Commission permanente sismo-

logique, j'ai montré comment, grâce aux travaux de M. E. Van den Broeck et à son active impulsion, l'attention scientifique s'était attachée, dans le monde des géologues belges, aux questions sismologiques. C'est à lui et à l'intervention de la Société de Géologie que nous devons l'installation des stations nouvelles qui seront incessamment créées et auxquelles également s'intéresse vivement le corps des mines.

Mais la question d'organisation des travaux de la Commission sismologique doit attirer principalement notre attention.

La réunion de Strasbourg avait un but bien déterminé, qui nous avait été indiqué depuis plusieurs mois, de manière que nos discussions pussent être profitables. Ce but était la création d'un *organisme international* destiné, d'une part, à guider, suivant des règles communes, les observations sismiques de toute nature, et, d'autre part, à leur donner dans certains cas une impulsion dans une direction déterminée.

L'ordre du jour, qui avait été élaboré par M. le professeur Gerland, présentait cet organisme comme une *Société internationale de sismologie* dont la *Commission permanente internationale* eût constitué la représentation permanente. Mais dans l'esprit de plusieurs sismologues les plus réputés, et je citerai notamment le professeur Omori, de Tokio (Japon), s'était fait jour l'idée de créer un organisme plus important et de remplacer la *Société de sismologie* par une *Association sismologique internationale*. L'état actuel de la science sismologique justifiait d'ailleurs en tous points une semblable création, qui mettrait les études sismologiques sur le même rang que les études géodésiques consacrées par l'*Association géodésique internationale*.

Cette question primordiale ayant été soulevée dès l'origine des délibérations, l'Assemblée nomma une commission spéciale chargée de décider ce point essentiel. Cette commission comprenait MM. Gerland (Allemagne), Lehwald, délégué du Ministère de l'Intérieur allemand, général Pomerantzeff (Russie), Omori (Japon), De Koukdi (Autriche-Hongrie), Wagner (Allemagne), Lagrange (Belgique), Forel (Suisse). Les deux membres français de la Commission permanente (MM. de Lapparent et Kilian) ne s'étaient pas rendus à Strasbourg pour des motifs divers; quant à M. Oddone (Italie), il n'était pas encore arrivé. Sur la proposition de MM. Omori et Pomerantzeff, la Commission adopta le projet de création d'une Association internationale de sismologie.

Cette décision fut ratifiée à l'unanimité par l'assemblée générale de la Commission permanente, qui exprima un vœu destiné à être transmis

au Gouvernement allemand et qui est conçu à peu près en ces termes :

La Commission permanente sismologique internationale réunie à Strasbourg exprime, au Haut Gouvernement de l'Empire d'Allemagne, le vœu de la création d'une *Association sismologique internationale* des divers États, conçue dans les termes généraux qu'indique le programme annexé, et demande au Gouvernement allemand d'intervenir diplomatiquement auprès des nations étrangères pour obtenir sa réalisation.

M. Lehwald, délégué du Ministre de l'Intérieur, s'était entièrement rallié à ces propositions, qui, grâce à l'appui acquis dès aujourd'hui de l'Allemagne, du Japon et de la Suède, seront probablement suivies d'exécution par la voie diplomatique.

Il résulte de l'expression de ce vœu que le Gouvernement belge sera prochainement saisi, par le Gouvernement allemand, de la question de cette création scientifique nouvelle et de tout ce qui y a rapport. Chaque pays serait représenté dans la *Commission permanente*, expression de cette association, par un seul et unique délégué. Si le Gouvernement juge à propos de me demander des éclaircissements à ce sujet, j'ai l'honneur de me tenir à son entière disposition.

J'ajouterai, enfin, que le *délégué* du Gouvernement belge a reçu du Gouvernement de l'Alsace-Lorraine, dans cette occasion, les marques les plus flatteuses de déférence qui s'adressaient à la Belgique, et auxquelles, à ce titre, il a été extrêmement sensible.

Après la communication de ce rapport, M. *Lagrange* a attiré l'attention des membres de la Commission sur l'existence des cartes de *failles* qui ont été dressées pour quelques régions de l'Allemagne. Il met sous les yeux des membres la carte tectonique du Sud-Ouest de l'Allemagne (en quatre feuilles), publiée par la Société géologique du Haut-Rhin (1), et fait ressortir l'importance qu'aurait, au point de vue des études sismologiques de toute nature, la mise sur pied d'une semblable carte pour la Belgique et les régions limitrophes (2).

En même temps, il se sert de cette carte comme de base explicative pour entretenir quelques instants la Commission d'une étude très intéressante de M. *Futterer* sur le tremblement de terre du 22 janvier 1896, dans le pays de Bade (3). Cette étude, qui a fait l'objet d'une des plus

(1) *Tektonische Karte (Schollenkarte) Südwestdeutschlands.*

(2) Il a appris depuis que M. *Prinz* avait déjà, en 1898, dans *Ciel et Terre*, signalé ces cartes tectoniques et leur importance.

(3) Dr *FUTTERER*, *Das Erdbeben von 22. Januar 1896 im Baden.* Karlsruhe.

belles conférences données devant le Congrès de Strasbourg, présente le grand intérêt de mettre en évidence, de la manière la plus nette, les liaisons étroites qui existent entre les mouvements sismiques sensibles d'une région, au point de vue de leur extension, et les failles des terrains.

Création du « Bulletin de la Station géophysique d'Uccle ».

M. E. Lagrange présente enfin à la Commission et fait hommage à la Société belge de Géologie du premier numéro du *Bulletin de la Station géophysique d'Uccle*. Il expose comment la composition du *Bulletin* est conçue et montre qu'il n'est destiné qu'à indiquer les principaux microsismes (insensibles) et, quand la chose est possible, les phases principales qui les caractérisent, avec les instants de leur origine et de leur fin. L'agitation sismique générale, quelles qu'en soient les causes, y est aussi renseignée. Ces données serviront, avec les résultats semblables consignés par les stations sismiques étrangères, de documents pour l'étude de la propagation des microsismes à laquelle tant de problèmes sont intimement liés. Il est bien entendu que l'étude des mouvements lents de l'écorce terrestre ne peut se faire que sur les courbes elles-mêmes et que le *Bulletin* ne pourra rien renseigner à cet égard.

M. le *Président* félicite chaleureusement M. Lagrange de l'initiative dont il a fait preuve par la publication du *Bulletin mensuel de la Station géophysique d'Uccle*, lequel est le premier de l'espèce et pourra conséquemment servir de modèle aux autres à venir.

E. VAN DEN BROECK. — État actuel de la question de l'étude en Belgique des corrélations grisouto-sismiques et création d'un réseau de stations appropriées à cette étude. — Dons généreux reçus des membres du Comité de patronage à cet effet.

Par suite de l'abondance des matières à l'ordre du jour et dans le but de faire gagner du temps, M. Van den Broeck renonce à développer oralement la communication qu'il comptait faire sous ce titre, et, en remplacement, il dépose sur le Bureau le texte manuscrit d'une communication orale qu'il a faite récemment à la Société géologique de France sur le même sujet.

Il réclame l'autorisation d'en extraire et d'en faire figurer au Procès-Verbal les principaux passages que voici, remis au point pour l'impression dans notre *Bulletin* :

La communication que M. Van den Broeck a faite à Paris, avait surtout pour but d'apporter à la Société géologique de France la primeur d'une intéressante nouvelle relative à l'état actuel, en Belgique, de l'étude de la Géophysique et de la Météorologie endogène, spécialement appliquées à la recherche des corrélations grisouto-sismiques. Il en a profité pour faire un appel à Paris en faveur de l'utile extension géographique à donner à ces études, spécialement en France, où, il y a déjà quinze ans, une première tentative a fourni de précieux éléments d'appréciation.

Vu l'ampleur du programme des études de la Géophysique, science cependant née il y a à peine un quart de siècle; vu aussi la multiplicité des points de vue à traiter dans l'exposé des corrélations, étroitement liées, qu'elle évoque et qui intéressent à la fois le géologue, le physicien, le météorologue et bien d'autres encore, tels que le mineur, il n'est pas entré dans les développements d'un exposé général, même synthétique. Les curieuses révélations fournies par l'étude des résultats obtenus par les pendules horizontaux et autres destinés à la recherche des déviations de la verticale, comme de ceux obtenus par les instruments microscopiques et magnétiques, pourront faire l'objet d'une causerie ultérieure complémentaire. M. Van den Broeck s'est donc cantonné dans le domaine des corrélations paraissant exister entre certains phénomènes sismiques et les dégagements grisouteux. Il a fait remarquer à ses collègues de France que telle est l'étude qu'a entreprise, au sein de la Société belge de Géologie, en 1898, la *Section permanente d'études du Grisou*, constituée en vue de la recherche des lois éventuelles de prévision des périodes d'activité grisouteuse et de danger minier.

Faisant l'historique des recherches et des travaux destinés à signaler ou à mettre en relief les phénomènes dûment constatés de corrélations grisouto-sismiques, travaux qui ont suivi les premières indications sur la matière, exposées en 1874 par M. M.-S. de Rossi, en Italie, M. Van den Broeck a passé en revue ce qui s'est dit et fait depuis lors dans divers pays miniers et relate les travaux de MM. Davison, Milne et Walton Brown, en Angleterre; de Chantcourtois, Chesneau, Lallemand, F. Laur, Canu et Fortin, en France; Milne au Japon; Zenger

en Hongrie; Forel en Suisse (1). En Belgique, enfin, la récente mise en discussion, en 1898, par MM. L. Gérard, E. Harzé, E. Lagrange et E. Van den Broeck de la question des corrélations grisouto-sismiques, avait été précédée, depuis 1887, d'appels et d'exposés dus à M. A. Lancaster et à d'autres, qui ont ainsi mis en lumière dans leur patrie le vif intérêt qui s'attache à ces recherches de corrélations endogènes, que d'aucuns persistent toutefois à ne considérer que comme de simples coïncidences.

Au point de vue expérimental et de la vérification scientifique, trois pays ont tenté des essais pratiques dans cette direction : l'Angleterre, la France et le Japon. Ce sont respectivement : l'insuffisance et la non-appropriation des appareils, la décroissance locale de l'activité grisouteuse et une catastrophe ayant détruit les installations qui ont, à Marsden (Durham), à Hérim (Anzin) et à Takoshima, empêché la continuation normale des expériences.

Celles-ci, malgré des conditions défavorables, ont fourni, à Marsden comme à Hérim, des données irrécusables montrant non seulement la réalité de certaines corrélations, mais encore la possibilité de trouver dans l'avertissement préalable microsismique un véritable *précurseur* de l'activité grisouteuse. Dans le cas très net de ce genre, qu'il a signalé en 1898, d'après M. Chesneau, dans sa conférence faite devant la Société Géologique du Nord, à Béthune, et qui est relatif à des phénomènes constatés en décembre 1886, simultanément à Hérim, à Marsden, et en Belgique, M. Van den Broeck a rappelé qu'en contraste avec l'avertissement microsismique fourni dans les deux postes français et anglais, la dépression barométrique considérable qui a accompagné ces phénomènes endogènes, les a *suivis* et non *précédés* dans la marche chronologique des trois maxima microsismique, grisouteux et de dépression barométrique. Le premier s'est montré à Hérim neuf heures *avant* le second, qui a été *suiwi* à douze heures d'intervalle du dernier!

Cette question des rapports existant entre les dégagements grisouteux et les dépressions barométriques, qui précèdent parfois, en effet, certaines des manifestations du grisou, a fait couler beaucoup d'encre et a donné lieu, en divers pays, à de vifs débats contradictoires. Ceux-

(1) C'est l'Académie des sciences de Paris qui, en 1887, a publié le texte de la loi de Forel « *disant qu'il faut redoubler de précautions contre le grisou les jours qui suivent un tremblement de terre, dont l'aire sismique s'est étendue jusqu'au territoire de la mine à protéger* ».

ci cependant eussent pu être évités si l'on n'avait pas été conduit à vouloir *généraliser* des observations s'appliquant à des cas très différents dans leur essence. M. Van den Broeck est entré, à ce sujet, dans des détails précis autant que curieux pour les non-initiés, montrant la différence profonde qui existe entre les conditions où se trouve le grisou à faible pression et de débit relativement restreint, emmagasiné dans les déblais, remblais, vieux travaux, chantiers abandonnés, etc., et le grisou occlus, peut-être à l'état *liquide* ou *solide* ou, en tous cas, en tension considérable, dans les pores du charbon, où le manomètre appliqué au trou de sonde, soi-disant purgeur, le montre exister avec des écarts parfois considérables de pression pour de très minimes distances. C'est la détente brusque, le changement d'état de ce grisou (qui, sous cette forme, échappe aux variations de la pression atmosphérique) qui est le grand fléau du mineur, et tel est surtout le phénomène dont il s'agit de rechercher les causes, sans doute multiples.

Grâce aux perfectionnements incessants apportés, dans les régions minières de la plupart des pays, aux facteurs matériels de l'éclairage, de l'aérage, du tir des mines, de l'organisation des travaux préparatoires et de la conduite des travaux d'exploitation, le grisou à faible pression, le seul qui puisse se montrer influencé dans ses phases d'activité par les dépressions atmosphériques, n'est plus aujourd'hui, pour le mineur, un ennemi bien dangereux. Mais il n'en est nullement de même pour le grisou renfermé à *haute pression* dans la roche, où on l'y trouve parfois dénoncé par le manomètre comme existant à 20, 30 et 40 atmosphères et plus encore.

L'ennemi, en un mot, c'est le grisou des *dégagements instantanés*, ce fléau de certaines régions minières belges en particulier et qui se présente aussi sous des formes parfois un peu différentes dans d'autres pays, comme les « Sudden Outburst » en Angleterre, les phénomènes de l'espèce en Allemagne et ailleurs; fléau dont enfin certains charbonnages du bassin de la Loire, comme à Saint-Étienne, commencent à leur tour à être incommodés.

C'est l'étude corrélatrice de divers phénomènes microsismiques et plus spécialement de certaines *ondes ou vagues terrestres* d'origine interne — décelées par les merveilleux instruments dont dispose actuellement la Géophysique, tels, par exemple, que le PENDULE HORIZONTAL TRIPLE — qui, plus encore que la répercussion directe des secousses sismiques proprement dites, paraît devoir constituer l'objectif des chercheurs en tant qu'*ausculto-précurseur* de l'exaltation grisouteuse.

Les études et recherches de la Géophysique se trouvent ainsi intimement rattachées à celles des relations grisouto-sismiques.

Déjà, grâce à la généreuse intervention de M. E. Solvay, le grand industriel et philanthrope bruxellois, M. Eug. Lagrange, professeur de physique à l'École militaire, a pu se trouver matériellement à même de réaliser le projet conçu par lui d'un observatoire souterrain de Géophysique, organisé et outillé suivant un plan qui depuis lors paraît avoir été adopté dans ses grandes lignes par la *Commission internationale* dont fait partie, pour la France, M. le Prof^r Kilian, de Grenoble. Ce poste souterrain, érigé à Uccle (Bruxelles), à proximité de l'Observatoire royal de Belgique, est dirigé scientifiquement par son créateur M. E. Lagrange, et malgré une fâcheuse interruption forcée, heureusement terminée depuis peu, il a déjà fourni les résultats les plus encourageants.

De son côté, la *Société belge de Géologie*, à l'aide des ressources spéciales dont elle dispose à cet effet, par suite de multiples libéralités, s'occupe en ce moment d'organiser le poste souterrain grisouto-sismique qu'elle avait, dès 1898, décidé d'établir dans les profondeurs du charbonnage grisouteux de l'Agrappe, près Mons. La récente catastrophe du Grand-Buisson, à Wasmes (Hainaut), a de nouveau attiré l'attention du public belge sur les utiles travaux de la Société, et M. Van den Broeck en a profité pour faire, par la voix de la presse, un chaleureux appel, qui a été entendu. De nouvelles libéralités faites à la Société belge de Géologie et dues à M. *Beernaert*, ministre d'État et Président de la Section permanente d'études du Grisou, ainsi qu'à d'autres donateurs, ont encore augmenté les ressources dont dispose la Société en faveur de son œuvre humanitaire autant que scientifique. Les généreux philanthropes qui, avec M. E. Solvay, constituent le *Comité de patronage* de la Section du Grisou, viennent enfin, ces jours derniers, de donner un noble exemple, dont M. Van den Broeck est heureux de les remercier ici publiquement. M. G. *Montefiore-Levi*, le sénateur éclairé qui a doté l'enseignement universitaire de Liège du magnifique Institut d'électricité que l'on sait, vient de mettre une somme de 2 000 francs à la disposition du Comité du Grisou pour la réalisation d'un des principaux desiderata de la Société : l'organisation d'un poste externe géophysique et de comparaison qui sera situé sur le bord méridional de la grande faille du midi, au bois de Colfontaine, et à proximité du poste souterrain (à 819 mètres) actuellement en organisation à l'Agrappe et situé au Nord de ladite faille. Pour l'édification de ce poste à profondeur minière, l'Administration de la Société

anonyme des Charbonnages belges, son éminent directeur M. I. Isaac et son personnel technique (M. l'ingénieur *Abrassart* en tête) se sont mis à l'entière disposition de la Société belge de Géologie.

De son côté, M. *Ad. Urban*, administrateur directeur de la Société anonyme des carrières de Quenast, outre l'octroi d'un don personnel fort important, s'est engagé à faire édifier, organiser et outiller complètement un poste géophysique de comparaison, qui présentera cet intérêt spécial, exceptionnel même, d'être établi sur un massif cristallin éruptif, qui le mettra ainsi en relation directe avec les parties internes profondes de l'ossature du globe et avec leurs manifestations endogènes propres.

Enfin, M. *Ad. Greiner*, le directeur général de la Société Cockerill, aidé par quelques amis, exploitants de houillères du bassin de Liège, se met à la disposition du Comité pour organiser de même, aux frais de ce groupe régional, un poste souterrain grisouto-sismique, identique à celui de l'Agrappe, et qui sera installé dans une mine grisouteuse du bassin de Liège et en même temps peut-être qu'avec un poste complémentaire et externe de comparaison.

Ce magnifique et généreux élan, dans lequel *l'initiative privée* s'est largement vue aidée par certains de nos pouvoirs provinciaux, et qui permet actuellement à la Société belge de Géologie de réaliser le projet que lui avait soumis, il y a trois ans, M. Van den Broeck, constitue un réconfortant exemple, dont la Belgique a le droit d'être fière et dont les résultats dépasseront peut-être un jour en intérêt humanitaire et économique tout ce que l'optimisme des initiateurs peut prévoir aujourd'hui. Quant à ceux qui douteraient encore de l'opportunité de s'engager résolument dans ces voies nouvelles, mais dont la France peut s'honorer d'avoir déjà, dès 1886, éclairé expérimentalement les premières étapes, on peut se contenter de leur répondre par ces paroles d'un collègue sceptique, éminent et haut fonctionnaire des Mines belges, actuellement en retraite, qui, tout en ne partageant par les espérances des initiateurs de la Société belge de Géologie, a répété à l'occasion de nos recherches et de nos espoirs, cette noble pensée d'un illustre savant français, déclarant que celui qui, en dehors des sciences mathématiques, *prononce le mot impossible, commet une imprudence.*

En terminant sa communication, à Paris, M. Van den Broeck a émis l'espoir que cette organisation, qui va s'effectuer en Belgique, d'un réseau d'observatoires géophysiques et grisouto-sismiques destinés à l'étude des phénomènes affectant certaines parties du vaste bassin

houiller franco-belge, aura sa répercussion et son extension, si désirable, dans les *parties françaises* du bassin. Il l'espère d'autant plus que c'est dans l'une des fosses du charbonnage d'Anzin qu'a été fournie, naguère, la démonstration de l'existence réelle de certaines corrélations grisouto-sismiques et de la possibilité des prévisions espérées. Celles-ci se fussent montrées plus constantes et plus frappantes encore si l'on avait possédé alors les appareils spéciaux dont dispose la science d'aujourd'hui et si, d'autre part, les dégagements grisouteux de la fosse d'Hérin, où se firent ces premières expériences, ne s'étaient pas graduellement amoindris, au point de les voir finalement classés dans la catégorie de ceux à très faible pression et de minime débit qui échappent pour ainsi dire complètement à l'influence des actions endogènes et sismiques.

M. *Lagrange* estime que l'on pourrait, dès maintenant, remercier les personnes qui se sont particulièrement intéressées à nos recherches, et notamment MM. les Membres du Comité de patronage et leur exprimer la reconnaissance profonde de la Société belge de Géologie en émettant le vœu que les stations d'Uccle, de Colfontaine, de Quenast et de l'Agrappe portent dorénavant les noms de : *Station Solvay*, *Station Montefiore Levi*, *Station Urban* et *Station Beernaert-Isaac*.

M. le *Président* remercie M. *Lagrange* de sa généreuse intention, qui sera sans doute acceptée par les intéressés, et dans le but de réaliser ce vœu, il charge le Bureau de demander à MM. les Membres sus-indiqués du Comité de Patronage de vouloir bien accepter cette marque de sympathie.

M. l'ingénieur P. *Habets* fait la communication que nous reproduisons ci-contre et dont l'Assemblée décide, vu sa grande importance et les multiples points de vue qu'elle soulève, que la *discussion* n'aura lieu qu'après l'impression dans le *Bulletin* et la distribution aux membres de la Commission permanente d'études du Grisou.

DES OBSERVATIONS CONTINUES A INSTITUER

POUR

LA DÉTERMINATION DES QUANTITÉS DE GRISOU

DÉGAGÉES DANS UNE MINE

PAR

Paul HABETS

Ingénieur des mines, professeur à l'Université de Bruxelles.

En vous exposant l'état actuel de la question de l'étude, entreprise par la Société belge de Géologie, des corrélations grisouto-sismiques, M. le Secrétaire général vous a fait connaître que l'on pouvait considérer comme résolues les questions qui se rattachent aux observations sismiques que cette étude comporte. C'est là un point important dont la solution était toutefois relativement facile, car elle ne comportait que le choix judicieux d'un appareil enregistreur et de son installation sur divers points du Houiller à la surface et dans la profondeur des travaux miniers. M. Lagrange nous a montré que ce choix, qu'il a inspiré, et que les installations faites sous sa direction compétente sont pleines de promesses en ce qui concerne les documents à recueillir sur les moindres mouvements du sol et sous-sol houiller.

Pour mettre les observations auxquelles il va être procédé en parallèle avec les dégagements du grisou dans nos mines, il reste un second point à résoudre, c'est la détermination des quantités de grisou dégagées et l'isolement des nombreuses causes de variation de ces quantités, afin de mettre en lumière, d'une façon indiscutable, celles de ces variations qui pourraient être attribuées aux mouvements sismiques.

Ce second problème est d'une solution qui me paraît beaucoup moins aisée que le précédent, à cause de la complexité des observations à organiser. Mon but, dans la communication que je vais avoir l'honneur de vous présenter, n'est pas de vous faire connaître des choses

neuves, mais de poser en quelque sorte les données du problème, afin de montrer les multiples éléments dont il est nécessaire de tenir compte et d'ouvrir la discussion sur les moyens les mieux appropriés à le résoudre en donnant aux résultats une valeur indiscutable.

I. — *Dégagement du grisou dans les mines de houille.* — Il s'agit d'observer les variations du dégagement de grisou dans les mines; de connaître toutes les causes qui ont pu agir sur ce dégagement ou amener une variation que l'on pourrait être tenté d'attribuer à des mouvements sismiques, ces causes étant immédiatement déterminables par les conditions mêmes dans lesquelles l'exploitation de la mine s'est effectuée.

Voyons d'abord dans quelles conditions de milieu s'effectue le dégagement du grisou dans une mine. Celle-ci est constituée par un ensemble d'excavations souvent fort compliqué, comportant des puits, des galeries à travers bancs, sur lesquelles s'embranchent, à la rencontre des couches de charbon, les galeries d'exploitation. Ces dernières constituent le plus souvent un réseau très complexe dont les divers éléments ne sont séparés les uns des autres que par des remblais de roches stériles qui forment le remplissage des vides créés dans le déhouillement. Ces galeries creusées dans la couche et dans les roches encaissantes constituent des vides réservés dans les remblais pour les besoins des services de l'exploitation, transports et accès faciles des divers points des travaux. Certaines n'ont qu'une durée éphémère; on les abandonne lorsqu'elles n'ont plus d'utilité, laissant aux éboulements le soin de les combler lorsque l'on ne dispose pas de pierres en excès qui puissent servir à les remblayer. Les galeries d'exploitation aboutissent aux chantiers d'abatage du charbon, elles s'allongent et se modifient avec la progression des fronts résultant du déhouillement des couches.

Le réseau des excavations souterraines d'une mine est ainsi continuellement modifié ou en mouvement, si l'on peut s'exprimer ainsi.

Afin d'assurer la viabilité dans ces excavations, le mineur y fait circuler des quantités d'air considérables. Tout le volume pénètre généralement dans la mine par un puits et ressort par un autre, après avoir été appauvri en oxygène et s'être chargé d'anhydride carbonique et de toutes les émanations gazeuses de la mine et des êtres qui s'y trouvent.

L'air introduit dans la mine est réparti dans le réseau des galeries des différentes couches exploitées, il est conduit aux chantiers d'abatage et forme des circuits plus ou moins bien déterminés par le barrage de certaines galeries à l'aide de portes obturatrices. Afin d'assurer la

circulation dans certains circuits plus résistants que d'autres, le mineur est souvent obligé d'obstruer partiellement ces derniers par des portes de répartition présentant des ouvertures plus ou moins grandes.

L'ensemble de la circulation de l'air qui constitue ce que l'on appelle l'aérage de la mine, est influencé par de nombreuses causes, telles que la variation de marche des appareils de la ventilation, la direction du vent, la température, etc. La répartition souterraine des courants se modifie par suite des variations des chantiers et du réseau qui les dessert avec la progression du déhouillement, par suite de l'ouverture des portes, par suite d'éboulements qui peuvent survenir dans les galeries ou d'obstructions qui se produisent dans les chantiers lorsque le dégagement du charbon abattu est momentanément insuffisant.

La circulation de l'air dans la mine subit donc non seulement de lentes variations avec le temps, mais des variations plus ou moins brusques et momentanées.

C'est dans ce milieu, que je serais tenté de qualifier d'instable par suite de ses modifications continuelles, que se produit le dégagement du grisou.

Voyons maintenant comment ce dégagement s'opère.

Quiconque a visité les chantiers d'une mine à grisou a été frappé du bruissement que, dans le silence, on entend aux fronts d'abatage. Ce bruissement est dû à l'écrasement du charbon sous le poids des roches qui le surmontent. Le charbon gémit en se fendillant, de petits éclats s'en détachent en crépitant, et des mille fissures qui se forment le grisou s'échappe parfois avec une violence suffisante pour que le souffle de la veine soit sensible. On attribue souvent au grisou lui-même l'action du déchirement de la houille; la pression du gaz ferait éclater les cellules charbonneuses dans lesquelles il se trouve occlus.

De longue date, l'attention des mineurs a été attirée sur les conditions du gisement du grisou dans les couches de charbon.

Dès avant 1878, M. Soupart et, en 1879, M. Cornet (1) signalaient les pressions élevées dans lesquelles le grisou se trouve renfermé dans la houille; en 1881, M. Lindsay Wood (2) entreprenait des expériences pour déterminer cette pression à l'aide de trous de sonde forés dans les couches. M. Mallard (3) tira de ces expériences une théorie du

(1) CORNET, *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2^e série, t. XLVII, mai 1879.

(2) *Proceedings of the North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers*, t. XXX, p. 163, 1881.

(3) *Annales des Mines*, 8^e série, t. I, p. 530, 1882.

dégagement du grisou qu'il comparait à la transmission de chaleur d'un corps chaud soumis à un refroidissement superficiel.

Des études expérimentales par trous de sonde, en mesurant la pression du grisou et le volume de gaz dégagé, ont été poursuivies en Belgique par MM. Watteyne et Macquet en 1885-1887; le compte rendu en a été présenté par M. Schorn (1); plus récemment, M. Paul Petit (2), à Saint-Étienne, et M. A. Simon, à Liévin (3), ont repris des recherches analogues.

De l'ensemble des observations faites par ces nombreux expérimentateurs, on peut conclure : que le grisou est inégalement réparti dans les masses charbonneuses, ou tout au moins que la perméabilité des diverses parties de ces masses est très variable. On constate, en effet, des pressions et des débits très différents en des points d'un même front fort rapprochés. La pression augmente avec la profondeur du trou de sonde et avec la compacité du charbon. Les pressions observées sont des plus diverses, depuis quelques centimètres de mercure jusqu'à plusieurs atmosphères ($42 \frac{1}{2}$).

La pression ne diminue que très lentement, surtout dans le charbon compact. Elle est plus élevée et se maintient mieux dans les trous percés, dans les fronts des galeries de traçage que dans les trous forés dans les fronts plus développés des tailles, où la pesanteur des roches du toit se fait sentir plus profondément en fendillant le charbon par écrasement. Ce ne sont pas les trous où l'on observe la plus haute tension qui engendrent le plus grand débit; celui-ci dépend surtout de la perméabilité du charbon à laquelle on peut donner pour mesure le rapport du volume de grisou en mètres cubes débité par heure et par mètre carré de surface de dégagement à la pression en kilogrammes par centimètre carré observée. Remarquons que dans la pratique l'on n'a égard qu'au débit de grisou et que, par suite, les couches réputées les plus grisouteuses ne sont pas celles qui renferment les plus grandes quantités de ce gaz, mais bien celles qui en dégagent le plus dans l'atmosphère de la mine.

C'est sous l'action de la pression du grisou et en raison de la porosité ou de la perméabilité de la houille que se produit le *dégagement normal*. Ce dégagement est assez régulier et sensiblement proportionnel aux surfaces de charbon mises à nu par le déhouillement. Il occasionne la sortie de quantités de gaz souvent très considérables

(1) *Annales des Travaux publics de Belgique*, t. XLIV, p. 351, 1888.

(2) *Bulletin de la Société de l'Industrie minière*, t. VIII, p. 737, 1894.

(3) *Annales des Mines*, 9^e série, t. VIII, p. 218, 1898.

atteignant jusqu'à 30 000 mètres cubes par vingt-quatre heures ; pour certaines mines, la valeur calorique du grisou dégagé est plus considérable que celle du charbon extrait.

Remarquons incidemment que la comparaison de la quantité de grisou dégagée à la quantité de charbon extraite permettrait d'établir un classement des mines à grisou indépendant des conditions d'aérage qui serait moins arbitraire que celui que l'on base en Belgique sur des appréciations personnelles ne reposant sur aucune observation méthodique.

Les quantités de grisou déversées dans l'atmosphère de la mine par le dégagement normal ne subissent que des variations lentes en corrélation avec les développements des chantiers.

La teneur en grisou de l'atmosphère de la mine peut varier assez notablement, même dans des temps assez courts, par suite des circonstances qui influent sur l'aérage de la mine et sur ses conditions d'activité. Le charbon abattu continue à dégager du grisou ; dans certaines mines, ce charbon n'est pas évacué au fur et à mesure de la production ; il s'accumule dans les chantiers, dans les galeries au pied des tailles ou dans les cheminées obstruant plus ou moins la circulation de l'air. A une quantité plus grande de grisou dégagé correspondra à ce moment une moindre circulation d'air dont la teneur en grisou se trouvera majorée. Cet air chargé de grisou pourra être entraîné par bouffées dans le courant de sortie de la mine, qui marquera alors des teneurs variables.

Il en sera de même des accumulations de grisou qui peuvent se produire dans les chantiers abandonnés et non balayés par le courant d'aérage, que toute augmentation de volume provoquée par une réduction de pression lancera partiellement dans la circulation de la mine.

L'ouverture de certaines portes réglant la circulation d'air peut amener des éclusages d'air pur entre le courant d'entrée et celui de sortie, qui, par suite, verra sa teneur en grisou momentanément amoindrie. Ces causes de variations pourront généralement être aisément discernées si l'on observe d'une façon continue la quantité d'air qui circule dans la mine et la teneur en grisou de cet air.

L'influence que les mouvements microsismiques peuvent avoir sur le dégagement normal du grisou, en provoquant ou en facilitant la désagrégation du charbon et en augmentant ainsi sa perméabilité favorable à la sortie du grisou, pourrait ainsi être mise nettement en lumière, si à des accroissements d'activité sismique correspondaient des majorations perdurantes des quantités absolues de grisou dégagées, qu'aucune des

causes résultant des conditions d'aérage et d'activité de la mine ne pourrait expliquer.

S'il était circonscrit dans les limites ci-dessus, le problème serait d'une solution relativement simple, mais malheureusement le dégagement normal du grisou n'est pas le seul que l'on observe dans les mines grisouteuses.

Des parties de couches d'allure tourmentée, des selles ou des renflements où le charbon a été broyé donnent lieu à des accroissements de dégagement au moment où le déhouillement les atteint.

Certaines couches de quelques mines situées sur la bordure Sud du bassin houiller belge ont pendant longtemps eu le triste monopole, actuellement partagé par les mines de Bessèges (1), de donner lieu à des dégagements aussi subits que violents, auxquels on a donné le nom de *dégagements instantanés*. Ces dégagements proviennent de massifs de charbons extra-perméables, explosifs pourrait-on dire, et englobés au milieu de charbon d'une grande compacité, qui peuvent abandonner instantanément de grandes quantités de gaz. La détente brusque du grisou, accompagnée généralement de projections plus ou moins abondantes de charbon pulvérulent, se produit au moment où les excavations minières s'approchent du massif explosif avant que par un drainage lent et continu on l'ait privé de ses dangereuses propriétés.

Ces conditions sont très nettement mises en lumière par les recherches expérimentales, dont il a été question plus haut, et les observations faites dans notre pays sur les dégagements instantanés.

Des ingénieurs qui ont fréquemment visité les chantiers de couches à dégagement instantané m'ont déclaré que ce n'est pas l'air qui a parcouru de tels chantiers qui présente les teneurs en grisou les plus élevées en temps normal, et M. Bouchez, l'ancien directeur des charbonnages de l'Agrappe, avait coutume de déclarer, lorsqu'il sortait de la mine et qu'il n'avait pas remarqué la présence de grisou dans les retours d'air, que la situation était dangereuse et qu'il fallait redoubler de précautions. A ces moments, les chantiers se trouvaient dans le charbon compact et peu perméable donnant lieu à peu de dégagement, et la rencontre d'un massif explosible était d'autant plus redoutable; une forte teneur en grisou dans le retour d'air était au contraire le signe que la couche était plus poreuse et se saignait plus facilement, de sorte que la présence d'un massif explosible isolé était moins à craindre.

On peut conclure de ce qui précède que l'action des microsismes ne

(1) *Annales des Mines*, 9^e série, t. I, p. 557, 1892.

peut guère avoir d'influence sur les dégagements instantanés, puisque ceux-ci ne peuvent se produire que par l'approche des travaux d'excavation du massif explosif avant que l'on se soit rendu compte de sa présence, circonstances qui sont certainement indépendantes de toute espèce de mouvements du sol. Ces derniers ne pourraient être la cause provocante du dégagement qu'en affaiblissant par dislocation la croûte de charbon compact qui, au moment où lesdits mouvements se produiraient, séparerait l'excavation minière du massif explosif. Et remarquons que si la croûte n'avait pas été réduite à des dimensions dangereuses par le déhouillement, l'action sismique pourrait être précisément inverse de celle que l'on serait tenté de lui prêter, car en désagrégeant un charbon compact qui enserme le massif explosif, elle pourrait faciliter le drainage lent et continu par lequel le danger pourrait être notablement amoindri. Ce drainage provoquerait sans doute une majoration de dégagement du grisou dans l'atmosphère de la mine, mais le danger spécial du dégagement instantané se trouverait sinon écarté, au moins réduit. J'estime que ce n'est que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles qu'un accroissement d'activité endogène pourra provoquer un dégagement instantané de grisou.

L'action favorable et en quelque sorte préventive des microsismes, que j'ai indiquée ci-dessus, est en concordance parfaite avec les mesures que les praticiens prennent pour éviter le danger, en donnant de grandes étendues aux fronts de taille et en réduisant au minimum l'avancement de ces fronts afin que l'affaissement des roches supérieures ait plus de temps pour produire la désagrégation du charbon compact, et que cette désagrégation en se faisant sentir plus loin en avant des chantiers facilite et régularise le dégagement du grisou en augmentant la perméabilité du charbon.

Les ingénieurs de Bessèges, MM. Ichou et Lombart (1), ont proposé dans un même ordre d'idées d'ébranler les roches, afin de solliciter le dégagement, au moyen des coups de mines tirés au toit et au mur de la couche ou encore par l'exploitation d'une couche inférieure ou supérieure voisine. Les microsismes provoqueraient, me paraît-il, un ébranlement analogue.

L'inefficacité des trous de sonde, réglementairement obligatoires, dans les couches à dégagements instantanés de notre pays, comme moyen de drainage, est reconnu tant par les ingénieurs belges que par les ingénieurs français (2). M. Petit a néanmoins montré leur utilité

(1) *Annales des Mines*, 9^e série, t. I, p. 557, 1892.

(2) SCHORN, ICHOU et LOMBART, P. PETIT et SIMON, *loc. cit.*

comme moyen préventif, parce que par les mesures de pression et le débit, ils permettent d'apprécier l'énergie du grisou à une certaine distance des fronts, dont il conviendra de régler l'avancement dans chaque couche d'après des conditions de pression et de débit déterminées.

Des couches de charbon peu grisouteuses se trouvent parfois dans le voisinage de lits charbonneux très riches en grisou appartenant soit aux roches du toit, soit aux roches du mur. Le creusement des bosseyements peut mettre ces lits à nu et amener un dégagement dans les excavations de la mine.

La communication peut également se produire soit par boursoufflement du mur, par l'action de la pression du grisou elle-même, ou par les pressions dues à la pesanteur, soit par l'affaissement et le fendillement des roches du toit. Dans nos mines, où les méthodes avec remblai sont uniquement appliquées, le dégagement par les fissures des roches encaissantes du grisou des lits charbonneux voisins des couches est rarement subit. Il se comporte généralement comme le dégagement normal, mais peut cependant, dans des circonstances particulières, occasionner des venues de grisou anormales. Dans les mines anglaises, où l'absence de remblai provoque des affaissements en masse des roches du toit, des dégagements considérables et subits (*Sudden Outburst*) accompagnent souvent de tels affaissements.

Les fentes et fissures des roches du terrain houiller, des grès notamment, peuvent être en relation avec des schistes bitumineux ou avec des lits charbonneux très grisouteux; ces fentes et fissures forment des réservoirs qui s'emplissent de grisou. Ce dernier s'en écoule lorsque les excavations de la mine mettent ces fissures à découvert. Il se produit ainsi une source de grisou, un *soufflard*. Après un débit très abondant dans le principe, le soufflard donnera lieu le plus généralement à une venue régulière qui peut perdurer des années. Des soufflards ont pu être captés et le gaz amené par des canalisations jusqu'à la surface de la mine pour y être utilisé à l'éclairage ou au chauffage; on évite ainsi que le grisou du soufflard se répande dans l'atmosphère de la mine.

D'après ce qui précède, on conçoit combien d'observations complexes et continues sont nécessaires, si l'on veut déterminer les causes des variations du dégagement de grisou d'une mine. Les ondulations micro-sismiques peuvent agir sur le dégagement normal et faciliter le drainage du grisou dans les couches à dégagement instantané; elles peuvent favoriser le décollement des roches du toit, le fendiller et amener ainsi dans les travaux des quantités anormales de grisou. En favorisant la

perméabilité des lits charbonneux avec lesquels les fentes sont en relation, elles peuvent provoquer une augmentation du débit des soufflards; mais par la création de fentes nouvelles établissant de nouvelles voies d'évacuation, elles peuvent tout aussi bien provoquer une réduction de débit. Un fait de même ordre a été observé par M. Macquet (1) dans des trous de sondes effectués dans la veine Joseph des charbonnages de Beauliensart à Fontaine-L'Évêque, dans lesquels des diminutions de la pression ont suivi ou précédé quatre dégagements instantanés qui se sont produits dans une excavation voisine.

Les ondulations microsismiques peuvent occasionner des faits analogues; leur action pourrait, on le voit, se manifester de façons diverses.

Il ne faut pas oublier que d'autres circonstances multiples, dues au travail de la mine lui-même, ainsi que les microsismes, dus aux affaissements qui affectent si souvent les terrains superficiels, peuvent provoquer des observations identiques et agir à tout moment sur le régime grisouteux d'une mine.

La connaissance exacte de toutes ces circonstances nécessite la présence permanente d'observateurs attentifs, car elles échappent à tout moyen d'enregistrement automatique.

La détermination des quantités de grisou dégagées dans l'atmosphère en mouvement de la mine nécessite des mesures délicates de volume et des dosages précis de faibles quantités de grisou. Examinons quels sont les procédés dont l'art des mines dispose pour opérer ces mesures et dosages et au besoin pour en enregistrer les résultats.

H. Mesure du volume d'air circulant dans la mine ou dans l'un de ses chantiers. — Les difficultés d'un jaugeage précis du volume d'air qui circule dans une galerie sont bien connues de tous ceux qui se sont occupés de la ventilation des mines. Ces difficultés résultent des vitesses différentes du courant dans les divers points d'une même section, ce qui nécessite des mesures multiples pour déterminer la vitesse moyenne. M. Murgue, dont les remarquables travaux sur l'aérage font autorité, a montré que lorsque le débit varie, toutes les vitesses varient proportionnellement dans une section donnée (2). La vitesse en un point quel-

(1) *Annales des Travaux publics de Belgique*, t. XLIV, 1888.

(2) *Bulletin de la Société de l'Industrie minière*, 1894.

conque variera donc comme la vitesse moyenne, et il suffira de connaître un point d'une section où la vitesse du courant est égale à cette vitesse moyenne, ou le rapport entre la vitesse en un point et la vitesse moyenne, pour pouvoir déterminer par une seule mesure, en ce point, le volume qui circule dans la galerie au même instant. C'est en ce point qu'il conviendra d'établir l'appareil de mesure qui pourra être enregistreur. Mais la recherche du point de vitesse moyenne ou du rapport de la vitesse en un point avec la vitesse moyenne exigera une patiente expérimentation.

Les appareils anémométriques à ailettes dont on fait usage dans les mines sont toujours délicats et manqueraient de sensibilité s'ils devaient actionner un mécanisme enregistreur. Leurs indications ne restent pas constantes, et pour des mesures précises, il est indispensable de procéder à de fréquents tarages (1). Le tarage dans une atmosphère au repos conduit à des exagérations bien connues sous le nom de paradoxe de Dubuat (2). M. Rateau a montré, dans ces dernières années (3), que ces exagérations résultent des irrégularités du courant dans le temps et dans l'espace, mais surtout des premières. Ces irrégularités sont très sensibles dans les galeries des mines, et surtout dans le voisinage de certains appareils de ventilation.

Les appareils anémométriques qui, par l'emploi du tube de Pitot, permettent de mesurer, à l'aide d'un manomètre à eau, la dénivellation $h = \frac{v^2 \delta}{2g}$ correspondant à une vitesse v dont serait animé l'air de densité δ , sont également influencés par ces inégalités (3). Les dénivellations manométriques produites par les vitesses de 4 à 5 mètres qui règnent habituellement dans les galeries de retour d'air et qui, exprimées en colonne d'eau, ne dépassent pas 1 à 1 1/2 millimètre, créent des charges tout à fait insuffisantes pour transmettre des indications certaines tout en actionnant l'attirail d'un enregistreur.

M. Murgue, en plaçant le tube de Pitot dans l'ouïe même des ventilateurs Rateau, où le déplacement de l'air atteint des vitesses de 10 à 12 mètres, correspondant à des colonnes d'eau de 6 et 8 millimètres, a combiné un volumomètre dont les mouvements sont enregistrés par un

(1) Voir SCHORN, *Revue universelle des Mines*, 3^e série, t. IX, 1890, et MURGUE, *Bulletin de la Société de l'Industrie minière*, 1894.

(2) Voir COMMISSION DU GARD, *Bulletin de la Société de l'Industrie minière*, 2^e série, t. VIII, 1898, et ALTHANS, *Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen*, Bd XXXII, p. 183, 1898.

(3) *Annales des Mines*, 9^e série, t. XIII, 1898.

enregistreur Richard (1). Cet appareil est d'une grande sensibilité; le style traceur est constamment en oscillation; il en résulte des diagrammes parfois un peu barbouillés, inconvénient qu'on pourrait éviter en animant d'une vitesse de translation plus grande la bande qui reçoit le tracé.

On ne peut pas toujours faire la mesure de la vitesse dans des sections réduites, où elle prend une valeur élevée. On peut obtenir par des dispositions spéciales la multiplication des indications manométriques, en utilisant à la fois la surpression et la sous-pression qui se produisent sur les deux faces d'un disque soumis au choc du courant d'air, comme l'a proposé M. Recknagel (2), ou en faisant usage des ajutages convergents et divergents de Venturi, ou des anémomètres multiplicateurs de Bourdon (3). Les pressions dues à la vitesse données par ces appareils peuvent être mesurées par des micromanomètres à tube incliné, dont on peut enregistrer les indications par les procédés photographiques (4), qui ont l'avantage de ne demander aucune puissance motrice à la colonne manométrique et permettent d'enregistrer avec une précision parfaite les indications manométriques amplifiées dues aux plus faibles vitesses.

III. *Dosage de la teneur en grisou de l'atmosphère minière.* — Ce dosage peut être opéré à l'aide d'appareils grisoumétriques plus ou moins sensibles, basés soit sur les propriétés de la combustion du grisou, soit sur les variations de la densité de l'atmosphère minière dues à la présence du grisou.

De nombreux inventeurs ont cherché à donner une sensibilité plus grande aux indications que donnent les lampes par l'auréole qui se forme autour de la flamme par la combustion du grisou, en cherchant à masquer la flamme éclairante. MM. Mallard et Lechatelier ont proposé l'emploi de lampes à hydrogène (5). M. Clowes a réalisé d'une façon pratique la substitution de la flamme d'hydrogène à la flamme éclairante en allumant, au moment du dosage à la flamme d'une lampe Gray

(1) *Comptes rendus mensuels de la Société de l'Industrie minière*, mai 1899, p. 81.

(2) *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, Bd XXX, n° 24, p. 512.

(3) *Annales des Mines*, 7^e série, t. XX, 1881, et P. PETIT, Aérage des travaux préparatoires des mines à grisou, *Bulletin de la Société de l'Industrie minière*, 3^e série, t. XIV, p. 609, 1900.

(4) Fuchs Beiträge zur Bestimmung der Geschwindigkeiten von Wetterströmen. *Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen*, Bd XLVII, p. 227, 1899, et Bd XLVIII, p. 12, 1900.

(5) *Commission du grisou française*. Procès-verbaux des séances, 9 juillet 1879; voir aussi *Annales des Mines*, 7^e série, t. XIX, p. 205, 1881.

Ashworth, un jet d'hydrogène alimenté par un réservoir où l'hydrogène est enfermé sous haute pression (1).

M. Pieler (2) a imaginé l'emploi d'une lampe alimentée à l'alcool; M. Dinoire (3) s'est appliqué à supprimer les dangers de cet appareil par l'emploi d'une double toile métallique, d'une cuirasse et de divers dispositifs accessoires. M. Chesneau (4) a notablement perfectionné ce genre d'indicateur, auquel il est arrivé à donner une sécurité parfaite et une précision plus grande pour le dosage de quantités de grisou variant de 0.2 à 2 1/2 %, ce qui, au point de vue des conditions de travail de la mine, est pleinement satisfaisant. Pour des recherches scientifiques, les indications n'ont pas une certitude absolue, et lorsqu'il s'agit d'un relevé permanent, elles exigent la présence continue d'un opérateur. Il est à remarquer que les quantités de grisou dont les variations sont à mettre en évidence seront en général très faibles, car dans toute mine bien aérée les proportions de grisou que renferment les retours d'air ne doivent guère dépasser de 0.5 à 1 %; il faut donc n'avoir recours qu'à des appareils d'une extrême précision. Aussi ne citerai-je que pour mémoire l'indicateur photométrique de Liveing (5), basé sur l'échauffement d'une spirale de platine par la combustion du grisou; ainsi que l'appareil d'Ansell (6), basé sur l'endosmose du grisou à travers une plaque poreuse; l'indicateur acoustique de Forbes (7); le phorménophone de M. Hardy (8); ces derniers appareils reposent sur l'action de la densité de l'atmosphère sur les propriétés acoustiques. On connaît pour tous les appareils où la densité de l'atmosphère est prise comme base, les causes d'erreur résultant de la présence dans l'air de la mine de propositions variables et non négligeables de la vapeur d'eau, qui, comme le grisou, diminue la densité de l'atmosphère minière et de l'anhydride carbonique qui augmente au contraire cette densité et peut ainsi masquer partiellement la présence de grisou ou de vapeur d'eau. Mais, dans un laboratoire, on peut débarrasser l'air de

(1) *Revue universelle des Mines*, 3^e série, t. XXVII, 1894, p. 293.

(2) *Revue universelle des Mines*, 2^e série, t. XV, p. 140, 1884.

(3) *Revue universelle des Mines*, Exposition universelle de 1889; *Le Matériel des Mines*, par A. HABETS, 3^e série, t. XIV, 1891, p. 224.

(4) *Annales des Mines*, 9^e série, t. II, 1892, p. 203, et t. III, 1893, p. 509 et 532.

(5) *Annales des Mines*, 7^e série, t. XIX, p. 191, 1881; 8^e série, t. III, p. 31, 1881, et *Comptes rendus mensuels de la Société de l'Industrie minière*, novembre 1880.

(6) *Annales des Mines*, 7^e série, t. XIX, 1881, p. 188.

(7) *Annales des Mines*, 7^e série, t. XIX, 1881, p. 190.

(8) *Comptes rendus mensuels de la Société de l'Industrie minière*, avril 1895, p. 134.

la vapeur d'eau et de l'anhydride carbonique et doser ces constituants avant de soumettre l'air à l'appareil doseur de grisou (1).

La même critique s'adresse à l'appareil de la maison G.-A. Schultze, de Berlin.

Cette firme est spécialiste dans la construction des appareils de contrôle de la combustion dans des foyers de générateurs à vapeur; l'appareil dont il s'agit ci-dessus a été imaginé pour doser la quantité d'anhydride carbonique contenue dans les gaz de la combustion. Il consiste essentiellement en deux longs tubes verticaux, dont l'un est rempli d'air atmosphérique et l'autre des gaz de la combustion, débarrassés des poussières qu'ils entraînent et ramenés à la température et à la pression de l'air. Un micromanomètre permet de peser la différence de densité des deux colonnes gazeuses et d'en déduire la proportion d'anhydride carbonique contenue dans les gaz. En provoquant un écoulement constant et de même vitesse dans les tubes, les indications du manomètre marqueront à tout instant la teneur en anhydride carbonique des gaz, et l'on pourra enregistrer ces indications par les procédés photographiques. M. Paul Fuchs, de Charlottenburg, a montré (2) l'application que l'on pouvait faire de cet appareil pour l'analyse et pour l'enregistrement des quantités de grisou contenues dans l'atmosphère des mines. Afin d'obtenir des indications correctes au point de vue du grisou, il est nécessaire de faire passer l'air de la mine dans un flacon renfermant de l'hydrate potassique ou de la chaux sodée pour absorber l'anhydride carbonique, et dans un flacon sécheur. L'appareil enregistre alors la quantité de grisou contenue dans l'atmosphère minière asséchée et privée de son anhydride carbonique, sans qu'il soit possible de déterminer les quantités de vapeur d'eau et d'anhydride carbonique qu'elle contenait. L'appareil Schultze a été établi en 1901 à la mine de Hibernia, en Westphalie. Il ne peut guère s'installer qu'à la surface, et les prises que l'on pourrait faire à l'aide de tuyauteries ne me paraissent pouvoir être effectuées en des points très éloignés des puits, l'étanchéité de longues tuyauteries étant toujours difficile à maintenir.

Pour la détermination absolument correcte de la teneur en grisou de l'air de la mine, on doit avoir recours aux méthodes de dosage dans le laboratoire de prises d'essai effectuées dans la mine.

(1) *Comptes rendus mensuels de la Société de l'Industrie minière*, avril 1895, p. 134.

(2) *Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen*, Bd XVII. 1899, p. 73, et Bd XLVIII, 1900, p. 42. (Voir ci-dessus, page 449, la note de M. Verney sur cet appareil.)

La captation de prises d'essai peut se faire à l'aide de flacons bouchés remplis d'eau et que l'on vide au point où l'on désire faire la prise d'air. M. Paul Petit a imaginé un appareil autocapteur (1) permettant d'effectuer d'une façon continue une série de prises moyennes d'une durée réglable, qu'il a établi dans toutes les mines de la Société anonyme des houillères de Saint-Étienne. Cet appareil, qui est un véritable échantillonneur, permet de se dispenser de la sujétion des opérations que nécessiteraient des prises fréquentes et sans cesse répétées.

Les moyens d'analyse usités dans les laboratoires pour l'analyse des gaz sont nombreux. L'emploi des appareils de Bunsen, d'Orsat et autres exige des opérations trop longues pour des dosages nombreux. Les procédés eudiométriques perfectionnés (2) donnent des résultats d'une grande précision, mais sont aussi trop lents. Cependant, lorsqu'il s'agit d'analyser de l'air provenant de vieux travaux, où d'assez fortes quantités d'anhydride carbonique peuvent exister, le procédé eudiométrique présente de sérieux avantages. Il est appliqué d'une façon courante pour les essais de l'atmosphère des vieux travaux aux houillères de Ronchamp (3).

Le procédé Shaw, ou des limites d'inflammabilité (4), permet d'opérer très rapidement des dosages nombreux. C'est le procédé le plus généralement employé dans les laboratoires, qu'un grand nombre de mines françaises, notamment les houillères d'Anzin, de Liévin, de Ronchamp et de Saint-Étienne ont établi depuis plusieurs années pour l'analyse journalière de l'atmosphère souterraine. A Ronchamp, les prises sont effectuées au sortir de la dernière taille de chaque quartier de la mine, à l'aide de flacons de 1 1/2 litre de capacité, qu'on laisse exposés au courant pendant vingt-quatre heures et qu'un chef de poste bouche et remplace chaque jour par un autre flacon destiné à la prise suivante. Aux houillères de Saint-Étienne, les prises d'essai sont effectuées au nombre de 6 à 12 par douze heures à l'aide d'autocapteurs Petit.

Ces services de contrôle de l'atmosphère minière sont accompagnés

(1) *Annales des Mines françaises*, 9^e série, t. IX, 1896, p. 289, et *Comptes rendus de la Société de l'Industrie minière*, novembre 1895, p. 293.

(2) Voir *Annales des Mines*, 9^e série, t. II, 1892, p. 469, et *Le Grisoumètre*, de M. COQUILLON, les modifications qu'il a subies, *Comptes rendus de la Société de l'Industrie minière*, juin 1893, p. 75.

(3) *Mesurages du courant d'air et du grisou*, par LÉON POUSSIGUE, directeur de la Société des houillères de Ronchamp, 1900.

(4) Voir LE CHATELIER, *Annales des Mines françaises*, 8^e série, t. XIX, p. 379 et 388; LE BRETON, *ibid.*, 9^e série, t. VI, 1894, p. 289; LÉON POUSSIGUE, *loc. cit.*

de mesurages périodiques des volumes d'air qui circulent dans les travaux; ils permettent non seulement de recueillir de nombreux documents au sujet de la question du dégagement du grisou, mais aussi d'établir une surveillance des plus utiles des conditions d'aérage de la mine, en renseignant, pour ainsi dire à chaque instant et d'une façon continue, l'ingénieur qui dirige les travaux, sur la marche des courants d'air et leur teneur en gaz inflammable.

IV. *Organisation des observations continues à instituer.* — En vue des recherches spéciales entreprises par la Société belge de Géologie, l'organisation des observations doit, à mon avis, être aussi développée que possible et ne reposer, en ce qui concerne les mesurages et les dosages, que sur l'emploi de méthodes et d'appareils très précis et sanctionnés par la pratique.

Le mesurage du volume d'air devra toujours accompagner la prise d'essai pour le dosage du grisou. Le volumomètre enregistreur de Murgue ou l'appareil à enregistrement photographique décrit par M. Fuchs seraient à employer de préférence, à cause de la continuité de leurs indications.

Les dosages de grisou seraient exécutés dans les meilleures conditions par l'analyse, dans des laboratoires centraux ou quelques laboratoires particuliers appartenant aux mines mêmes, sur des prises d'essai effectuées à l'aide d'autocapteurs Petit établis à côté des enregistreurs de volume.

La seule sujétion à laquelle donneraient lieu les stations d'observations munies de ces appareils consisterait dans le renouvellement des bandes de papier des enregistreurs et des flacons de prises d'essai des autocapteurs. Il conviendrait, me paraît-il, que des stations semblables fussent établies dans un grand nombre de mines et dans certaines mines choisies dans divers chantiers.

L'appareil enregistreur de la firme Schultze, par suite de ses indications de tous les instants, permet mieux que l'analyse sur des prises moyennes, effectuées en une heure environ à l'aide de l'autocapteur, de suivre les variations de la teneur en grisou des courants d'air. Pourvu qu'il s'agisse d'air peu chargé d'anhydride carbonique, ou dont la teneur en ce gaz soit suffisamment constante, ses indications fourniraient de précieuses données de comparaison. Son installation serait à réserver aux mines où l'on voudrait suivre de plus près les variations du régime grisouteux de l'air sortant, la prise d'air ne nécessitant alors qu'une tuyauterie peu développée.

Une étude approfondie préalable devra être faite pour chaque station de mesurage et de dosage, afin de déterminer d'une façon précise le point à choisir pour le mesurage de la vitesse, la captation de l'air, etc.

Outre le relevé des indications des enregistreurs et l'analyse des prises d'essai, il faudra organiser une surveillance minutieuse des conditions d'aérage des mines mises en observation et faire un relevé de toutes les circonstances relatives à l'exploitation qui peuvent agir sur le dégagement du grisou, ainsi que je l'ai exposé dans la première partie de cette communication. Le personnel surveillant de la mine devra coopérer à ce relevé; il devra être muni au besoin d'appareils d'auscultation, tels que la lampe grisoumétrique de Chesneau. Il sera nécessaire d'attirer spécialement son attention sur tous les faits qu'il peut être utile d'annoter, et un journal, tenu avec les plus grands soins, devra relater toutes les observations faites, chacune pouvant avoir une importance plus grande qu'un premier examen ne pourrait le faire supposer.

Peut-être trouvera-t-on utile d'établir, dans quelques couches plus particulièrement grisouteuses, des observations de pression et de débit de trous de sonde; ces observations peuvent en effet donner lieu à des constatations intéressantes sur la variation de la pression et du débit, bien que l'on n'ait pu jusqu'ici établir une corrélation bien précise entre les mesures de pression et de débit et le dégagement du grisou dans la mine.

La plus grande persévérance sera nécessaire pour mener à bien l'œuvre entreprise, pour laquelle le concours des exploitants est, ainsi que je vous l'ai montré, indispensable. Je ne doute pas que la Société belge de Géologie trouve parmi eux des aides aussi intelligents que dévoués, car, si les patientes et nombreuses observations à faire n'amenaient aucun résultat au point de vue des corrélations grisoutosismiques, il n'est pas douteux que l'ample moisson de documents qui en sera le fruit ne permette d'élucider nombre de points de la question du dégagement du grisou, si intéressante au point de vue de l'aérage et de la sécurité de nos mines grisouteuses.

M. le *Président* remercie vivement M. *Habets* de son intéressante communication. Il avoue avoir été quelque peu effrayé des nombreuses difficultés pratiques qui attendent les expérimentateurs et qui viennent d'être si nettement dévoilées. Mais il vaut mieux être d'abord bien renseigné lorsque l'on veut entreprendre un travail, et avant de se mettre à l'œuvre, il conviendra de discuter avec soin les projets d'installation pour ne prendre de décision qu'à bon escient.

M. *Van den Broeck*, étant données les grandes difficultés que soulève l'étude des variations de dégagement de grisou, pose la question de savoir s'il ne serait pas utile, pour arriver à la détermination de ces variations, de se borner à l'étude de celles-ci en des points fixes et soumis, le moins possible, aux influences variables et diverses des travaux d'exploitation de la mine.

L'étude projetée pourrait utilement se décomposer en trois parties :

1° Emploi de tubes manométriques de drainage de la houille dans les exploitations et massifs où le grisou est reconnu exister à haute pression;

2° Utilisation des culs-de-sac de galeries fortement grisouteuses, lesquels seraient à isoler et à mettre en communication avec des appareils automatiques de jaugeage du grisou ;

3° Emploi des soufflards, à étudier dans leur variation de débit et d'intensité en des points où leur dégagement grisouteux paraît le moins influencé par les travaux d'exploitation minière.

M. *Habets* estime que des expériences pourraient être poursuivies dans cet ordre d'idées, mais il ne croit pas cependant qu'elles puissent, à elles seules, donner une notion bien nette des variations du dégagement du grisou tel qu'il s'opère dans une mine. On ne peut déterminer *a priori* dans quel sens se manifesterait l'action des microsismes sur la pression et le débit du grisou dans un trou de sonde, un cul de sac ou d'un soufflard. Il se pourrait que ces actions se fissent sentir tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, ainsi que le montrent les observations qu'il a présentées dans la première partie de sa communication.

L'étude des variations du dégagement dans une mine est assurément complexe et difficile, mais il estime qu'il ne faut pas reculer devant les difficultés ; il faut, au contraire, aller au-devant d'elles et pousser sans tarder aux installations ; ce qui permettra d'arriver à un résultat.

Dans cet ordre d'idées, M. *Habets* émet l'avis d'écrire aux personnes qui se sont occupées de cette question, à MM. *Poussigue* et *Petit* notamment, pour avoir connaissance des observations qu'elles ont recueillies jusqu'à ce jour et dont il pourrait être tiré parti en vue de l'étude entreprise.

M. *Van den Broeck*, ayant appris de M. Lagrange que, dans les expériences auxquelles va procéder l'administration des mines, il ne sera pas question de l'étude systématique des proportions et des variations du dégagement de grisou, exprime le vœu d'insister sur la haute importance qu'il y a d'introduire cette étude dans le programme gouvernemental.

M. *Lancaster* propose, à cette fin, l'élaboration d'un programme d'étude complet. Il est d'avis qu'aucun point ne doit rester dans l'ombre, et il serait assurément fâcheux qu'un élément aussi essentiel pour nos études à nous, que la *variation* des dégagements grisouteux, ne pût pas être obtenu pour être mis en regard des indications des appareils de nos stations grisouto-sismiques.

M. *Habets* se rallie à cet avis, ajoutant que le programme ainsi élaboré pourrait utilement être envoyé à toutes les mines du pays. Il faudra faire appel à tous les concours dès que nous serons entrés dans la phase des observations.

M. *Lagrange* appuie cette manière de voir; il importe, dit-il, de tenir compte de tous les facteurs que l'on peut supposer pouvoir intervenir dans les corrélations cherchées.

C'est aussi l'avis de M. le *Président* et de M. *Habets*, lequel signale ensuite que parmi les facteurs amenant l'accentuation du dégagement grisouteux aux fronts d'abatage, il convient — indépendamment de toute cause sismique ou microsismique — de signaler une action qui doit peut-être produire, de même que ces facteurs endogènes, le fendillement et la désagrégation du charbon : il veut parler du travail d'abatage lui-même, qui, modifiant les conditions de cohérence et d'homogénéité du charbon grisouteux, doit concourir à mettre le grisou en liberté.

L'action des facteurs sismiques ou microsismiques, si elle existe, au point de vue des phénomènes grisouteux, doit être, dans son essence, de même nature.

M. *Van den Broeck* rappelle que, d'après l'opinion du savant spécialiste anglais M. *Millne*, ce ne serait pas précisément la transmission à grande distance des chocs sensibles de tremblements de terre éloignés qui affecterait les dégagements grisouteux, mais plutôt l'action des grandes ondulations microsismiques à faible amplitude, telles que celles qui précèdent ou qui suivent ordinairement ces chocs, sous forme de grandes vagues terrestres à marche moins rapide que les transmissions directes des chocs ou tremblements de terre proprement dits.

M. *Habets* croit devoir ajouter que les phénomènes grisouteux n'existeraient pas s'il n'y avait pas d'exploitation et que, peut-être, les mouvements sismiques ont pour effet de disloquer les massifs mis à nu et de produire ainsi des dégagements de grisou. C'est là toutefois une hypothèse de démonstration très difficile.

M. *Van den Broeck* attire l'attention de l'Assemblée sur une note de M. l'ingénieur G. *Léon*, consacrée à un *grisoumètre électrique* et

publiée dans les comptes rendus de l'Académie des sciences (séance du 10 juin 1901). Il en propose l'insertion dans les « Nouvelles et informations diverses » devant suivre le compte rendu de la séance. — Adopté.

Enfin, M. le Secrétaire général, d'accord avec M. le Président, propose l'inscription de MM. *de Montessus de Ballore, Abbé Moreux, Moureau, Gunther, Petit, Davison* et *Kilian* comme membres ASSOCIÉS ÉTRANGERS de la Section permanente d'études du Grisou. — Adopté et sont donc inscrits comme tels :

M. WALTON BROWN ; secrétaire du North England Institute of Mining and Mechanical Engineers, 5 Lambton Road, à Newcastle-upon-Tyne.

CH. DAVISON D. Sc. Al. A 16 Manor Road. Edgbaston, à Birmingham ;

Dr SIG^d GUNTHER, professeur à l'École technique, Akademie Strasse, 5^m, à Munich.

M. W. KILIAN, directeur de l'Observatoire sismique de Grenoble, professeur à la Faculté des sciences, 7, boulevard Gambetta, à Grenoble.

M. l'abbé Th. MOREUX, directeur de l'Observatoire du Séminaire de Saint-Célestin, à Bourges.

M. MOUREAUX, directeur du service magnétique de l'Observatoire du Parc Saint-Maur, près Paris.

M. MONTESSUS DE BALLORE, chef d'escadron d'artillerie du 28^e régiment à Nantes.

M. P. PETIT, ingénieur en chef des houillères de Saint-Étienne, à Saint-Étienne (Loire).

La séance est levée à 6 h. 30.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

L'explosion de grisou de Molières.

Une explosion de grisou s'est produite vendredi dernier dans l'une des galeries de la concession de Molières, appartenant à la Compagnie houillère de Bessèges.

L'accident a eu lieu dans la grande et belle bacnure qui va du puits d'Estampes au plan incliné Saint-Ferdinand. Il y a là un très grand courant d'air, et vers le bout de cette bacnure se trouve un poste de rallumage des lampes éteintes.

Il existe, vers le milieu à peu près de la bacnure, une petite couche de charbon dans laquelle on avait fait un avancement de 40 à 50 mètres environ et amorcé quelques tailles pour voir si la couche était exploitable.

Malheureusement, cette couche était si mince, 30 à 35 centimètres environ, qu'il a fallu renoncer à l'exploiter; on n'y a jamais constaté la moindre trace de grisou. Néanmoins, on avait fermé l'accès de cette couche par un double barrage en planches.

En voulant modérer un peu le grand courant d'air de cette bacnure, par une porte à guichet, il est arrivé qu'une partie du courant d'air est passée par les travaux de cette petite couche, y a pris un ballon de grisou et l'a emporté jusqu'au point où se trouve, dans une galerie en retraite, le rallumage des lampes; ce peu de grisou a détonné; il y a eu trois hommes tués sur le coup et six ouvriers blessés grièvement qui sont morts successivement, en tout neuf victimes.

C'est un accident vraiment extraordinaire, que rien ne pouvait faire prévoir.

Parmi ces victimes se trouve le maître-mineur chef, nommé Terrier, qui était chargé de faire placer la porte.

M. Chalmeton qui, trois semaines auparavant, remerciait ses ouvriers de leurs félicitations à l'occasion de son soixantenaire de direction, a pris la parole aux obsèques et a fait l'éloge des vaillants ouvriers tombés au champ d'honneur.

(Extrait de *L'Écho des Mines et de la Métallurgie*, 28^e année,
jeudi 25 juillet 1901, p. 917.)

Sur un grisoumètre électrique.

« Les indicateurs de grisou en usage sont basés sur les auréoles données par les flammes dans les atmosphères grisouteuses; les lampes de sûreté ordinaires à l'huile ne permettent d'apprécier que les teneurs de grisou supérieures à 2 %; un ingénieur autrichien, M. Pieler, en recourant à la flamme plus volumineuse de l'alcool, a abaissé cette limite à deux millièmes et demi; M. l'ingénieur des mines Chesneau, en dissolvant dans l'alcool employé de l'azotate de cuivre et du bichlorure d'éthylène (liqueur des Hollandais) et en produisant ainsi dans la flamme du chlorure cuivreux qui la

colore en bleu, a augmenté la précision de la lampe Pieler et lui a permis de déceler un millième de grisou (1).

» Un ingénieur anglais, M. Liveing, a imaginé un appareil fondé sur un principe tout différent; en observant la différence d'éclat de deux fils de platine portés au rouge par le même courant électrique et placés, l'un dans l'air pur, l'autre dans l'air grisou-teux, M. Liveing est arrivé à doser le grisou à $\frac{1}{2}$ % près.

» Nous avons obtenu récemment des résultats fort encourageants en observant, non pas la différence d'éclat ou la différence de longueur, mais la différence de résistance électrique de deux fils de platine chauffés vers 1000° par le même courant et placés l'un dans le grisou, l'autre dans l'air pur.

» Deux fils de platine de $\frac{1}{20}$ de millimètre de diamètre sont recouverts de cuivre électrolytique, sauf en leur milieu, sur une longueur de 10 millimètres réservée à la gutta; après que la gutta a été dissoute à l'aide du sulfure de carbone, ces fils, convenablement montés et placés, l'un dans une enveloppe étanche de verre, l'autre sous une double toile métallique, forment les deux branches d'un pont de Wheatstone dont les deux branches, en constantan, ont chacune une résistance d'environ 1,3 ohm. Les accumulateurs (4 volts) d'une lampe électrique de mine Neu Catrice, obligeamment mise à notre disposition par MM. Neu Catrice, et renfermés dans une caisse mesurant 0^m,10, 0^m,10, 0^m,15, lancent, quand on appuie sur un contact, un courant de 2 ampères environ dans l'appareil (0,68 dans les fils de platine, 1,36 amp. dans les bobines de constantan). Un galvanomètre apériodique à pivot, type Chauvin et Arnoux, de 0^m,10 de diamètre, dont le cadre mobile présente une résistance de 0,6 ohm et dont l'aiguillage dévie de 100 divisions pour 50 milliampères, est intercalé dans la diagonale du pont. Les résistances sont ajustées, en tenant compte des différences inévitables des fils de platine, pour que l'aiguille reste au zéro quand l'instrument est dans l'air pur; quand l'atmosphère contient du grisou, l'aiguille dévie de 1 milliampère environ (2 divisions) par millième de grisou.

» Les déviations de l'aiguillage sont très sensiblement proportionnelles aux teneurs en gaz combustible; c'est ainsi que dans deux tournées souterraines, le 25 avril 1901, avec un grisoumètre un peu différent du grisoumètre ci-dessus décrit, nous avons constaté les déviations suivantes :

	Lampe Chesneau.	Grisoumètre.
Retour général de la fosse Saint-Saulve (C ^{ie} des mines de Marly)	7-8 millièmes	19 divisions
Fosse Hérim (C ^{ie} des mines d'Anzin).		
Retour de la veine Taffin, levant . .	8,5 »	17 »
Veine Hyacinthe, levant	5 »	10 »
Moyenne veine, couchant.	5 »	10 »
Grande veine, levant.	2 »	4 »
Grande veine, couchant	8,5 »	19 »

» Cette proportionnalité s'est maintenue, dans nos essais de laboratoire, avec des teneurs de gaz d'éclairage croissant jusqu'à 5 %, et nous croyons qu'elle se maintiendra avec le grisou jusqu'au voisinage de la teneur explosive.

» Les déviations de l'aiguille varient d'autre part très rapidement avec le courant fourni par les piles; à titre de première approximation, nous pouvons indiquer qu'elles sont proportionnelles à la puissance 3^e ou 4^e de l'intensité du courant. C'est ainsi que

(1) G. CHESNAU, *Annales des Mines*, 9^e série, t. II, p. 203, 1892; *Ibid.*, 9^e série, t. III, p. 509, 1893.

— *Compte rendu du II^e Congrès international de Chimie appliquée*, t. III, p. 423, 1896.

les déviations mesurées ont doublé quand dans un de nos essais l'intensité dans les fils de platine a passé de 0,64 à 0,75, l'intensité dans la seconde branche du pont de 0,32 à 0,45. Si, comme nous le croyons, le courant peut être maintenu constant à $\frac{1}{40}$ près, la teneur sera connue avec une précision supérieure au $\frac{1}{10}$, précision inconnue actuellement, pour les faibles teneurs tout au moins, et bien suffisante. Une résistance de 0,015 ohm intercalée dans le circuit des piles, et dont les extrémités peuvent, par un commutateur de réglage, être mises en relation par les bornes du galvanomètre, permettra d'ailleurs de vérifier cette constance et au besoin d'apporter aux lectures la légère correction nécessaire.

» Un écran mobile garantit, au moment de la mesure, le fil de platine contre tout courant d'air. L'écran et le bouton contact sont disposés de telle sorte qu'on ne puisse lancer le courant qu'après avoir refermé l'écran.

» L'espace compris sous les toiles métalliques est tellement restreint qu'une explosion, arrivant à se produire sous les toiles, ne pourrait prendre assez d'élan pour franchir la barrière qui lui serait opposée et se propager au dehors; il serait vraisemblablement inutile d'ajouter à l'appareil un coupe-circuit automatique fonctionnant à une teneur déterminée.

» Dans l'examen de certaines cloches au toit des galeries ou des chantiers souterrains, une petite difficulté peut se présenter. Le grisomètre électrique ne donne, en effet, aucune déviation dans l'air pur; il ne doit en donner aucune dans le grisou pur; la déviation passe donc par un maximum pour une teneur voisine de 10 %, et à toute lecture correspondent deux teneurs, l'une au-dessous, l'autre au-dessus de 10 %. Il suffit, pour écarter cette difficulté, ou de consulter la lampe de sûreté ordinaire (notre appareil, comme les indicateurs à alcool, est grisométrique et non éclairant), ou de faire rentrer progressivement l'air pur dans l'appareil; si la déviation de l'aiguille diminue dès l'abord, c'est que la teneur de la cloche examinée est inférieure à 10 %; si elle augmente dans les premiers instants, la teneur est supérieure à 10 %.

» Le grisomètre électrique, pour peu qu'on donne aux fils de platine et aux bobines de constantan des résistances convenables, permet de connaître, à tout moment, la teneur en grisou du retour général d'une mine ou de certains retours particulièrement intéressants. La création de véritables observatoires grisométriques est ainsi rendue possible; résultat intéressant pour l'étude scientifique des dégagements grisouteux et aussi peut-être pour la sécurité.

» L'appareil se prête au dosage de tous les gaz combustibles, notamment de l'hydrogène, dont la température d'inflammation est bien inférieure à celle du formène pur, et de l'oxyde de carbone. »

C. LÉON.

(Extr. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. CXXXII, n° 23, 10 juin 1901, pp. 1408-1410.)