

## Discussion

### POINÇONNEMENT DU MUR

#### M. CHAINEAUX.

Dans de nombreux cas, les murs sont poinçonnés sous 20 tonnes. Faut-il en déduire qu'il faut en revenir à un soutènement coulissant sous moins de 20 tonnes, contrairement aux théories modernes en faveur du soutènement rigide ? ou ne devons-nous pas plutôt nous attacher à résoudre le problème d'empêcher la pénétration et à réaliser ainsi un soutènement réellement rigide ?

#### M. STASSEN.

Les expérimentateurs qui ont fait des essais de poinçonnage ne discutent pas l'opportunité d'adopter en taille un soutènement rigide ou coulissant.

Les types d'étauçons rigides, comme les étauçons Dardenne et Winstlerlag par exemple, sont en général pourvus d'une large section de base (exemple : l'étauçon Dardenne avec boîtier élastique a une section de base de  $20 \times 24 \text{ cm} = 480 \text{ cm}^2$ ).

Quand on adopte pour le soutènement d'une taille un type d'étauçon coulissant, il faut adapter la section de base aux caractéristiques qu'on exige de l'étauçon, en fonction de la résistance à la pénétration des murs. Il est illogique, par exemple, d'exiger qu'un étauçon ne coulisse qu'à partir de 40 t si, avec une section de base de 100 à 150  $\text{cm}^2$ , il poinçonne la plupart des murs sous une charge inférieure à 20 t.

Quand, avec le matériel existant, on n'observe pas de pénétration dans le mur, il est probable que les étauçons portent moins de 20 tonnes. Si, dans ces conditions, le contrôle du toit est bon, c'est une preuve qu'une force de 20 tonnes est suffisante. D'après les auteurs, il existe beaucoup de chantiers où ces conditions sont remplies. On a alors avantage à adopter des étauçons coulissant à 20 tonnes et ayant une section de base de 150 à 200  $\text{cm}^2$ . Ces étauçons seraient plus maniables et plus faciles à construire. C'est la solution qui a été adoptée par la firme Dowty.

Quand on foudroie une taille, on emploie souvent des piles caissons telles que Mainsforth — Mécapile — Cométal, qui grâce à leur large base, ne

poinçonnent pas le mur et sont capables d'encaisser de fortes charges. Le bon contrôle du toit dans la taille du Gosson, visitée par M. Chaineaux, est imputable à l'emploi des piles caissons et non au type d'étauçon utilisé.

#### M. VELZEBOER.

a) Le premier graphique projeté tantôt sur l'écran par M. Stassen concernait la pénétration de l'étauçon dans le mur (fig. 1).

Il ressort clairement de ce graphique qu'un banc plus dur devait se trouver à 10 ... 12 cm sous la surface visible du mur étudié. Ceci perturbe l'aspect de la résistance du mur à la pénétration.

En effet, quand le pied d'un étauçon est forcé de pénétrer dans le mur, la pression nécessaire tombe dans une mesure importante dès que la cohésion de la roche est détruite. Elle peut descendre à la moitié ou au tiers de la pression que supporte la roche intacte.

b) Il est incorrect d'exprimer en  $\text{kg}/\text{cm}^2$  la résistance d'un mur, car cette résistance dépend non seulement de la surface du pied de l'étauçon, mais aussi de sa forme.

Les résultats d'un grand nombre de mesures nous ont permis de constater que, pour des bases d'étauçons planes, de forme soit circulaire, soit carrée, la force portante est proportionnelle à la surface, mais que les bases carrées ont, par  $\text{cm}^2$ , une force portante plus faible que les circulaires. Il semble qu'une base carrée de  $a \times a \text{ cm}^2$  ait la même force portante qu'une base ronde de  $a \text{ cm}$  de diamètre.

Nous poursuivons nos essais afin de vérifier ce dernier point et de déterminer la force portante de pieds d'étauçons d'autres formes.

M. STASSEN est d'accord avec M. Velzeboer.

Pour que les essais de pénétration aient un sens, la charge sur les étauçons doit être exprimée en tonnes et non en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . Pour obtenir des résultats tout à fait pratiques, utiles aux exploitants, il faut disposer sous les presses des plateaux qui ont la forme et les dimensions des pieds d'étauçons employés dans le chantier où les essais ont lieu.

## Nouvelle contribution à la mesure des pressions de terrains en tailles

L. BRISON et R. JACQUEMIN

Professeurs à la Faculté Polytechnique de Mons.

### SAMENVATTING

*De dynamometers voor stempelbelastingen moeten geringe afmetingen bezitten, zonder noemenswaardige vervormingen aanzienlijke lasten opnemen, voor temperatuur, vochtigheid en stof ongevoelig zijn, en zonder hysteresis alle belastingsveranderingen trouw weergeven.*

*Aan deze voorwaarden werd voldaan bij middel van straingauges, op de binnenwand van stalen cilindrische dozen aangebracht, die evenredig met de belasting elastisch samengedrukt worden. Om de beste nauwkeurigheid te bereiken geschieden de aflezingen volgens een nulmethode (Wheatstone brug met elektronische amplificatie).*

*Een meetcampagne vereist het inzetten van een groot aantal dynamometers (30) zodat de belastingen op al de stempels in een bepaald deel van de pijler gelijktijdig waargenomen worden. De metingen moeten ten minste een week duren, om de hele cyclus van de ondersteuning om te vatten.*

*Metingen werden uitgevoerd te Tertre (Charbonnages du Hainaut) in een breukpijler met Dardenne stempels (voorzien van een elastisch voetstuk) en met 0,80 m Gerlach uitkragende kappen uitgerust.*

*De verdeling van de belasting op de verschillende stempels is vrij onregelmatig. De winning van de kolen brengt een toename, het roven van de stempels integendeel een afname van de totale belasting op de ondersteuning, alsook van de gemiddelde belasting per  $\text{m}^2$  vrijegelegde dakoppervlakte (20 tot 30  $\text{t}/\text{m}^2$ ) mee.*

*Op het einde van de kolenwinning heeft men in de onderscheidene panden, vanaf het front naar het breukveld toe, stijgende belastingen. Gedurende de rustperiode, na het roven van de stempels, drukt de maximale belasting op de middellijn van het op de ondersteuning liggende dakgedeelte.*

*Deze uitslagen worden vergeleken met degenen van een vroegere meetcampagne in dezelfde steenkoollaag. De nieuwste metingen wijzen op de invloed van de onregelmatige bouw van de ondersteuning en van de onvoldoende voorspanning van de stempels bij het plaatsen.*

### RESUME

*Les dynamomètres pour étauçons doivent avoir des dimensions réduites, être capables de supporter sans déformation appréciable des charges élevées, être insensibles à la température, la poussière et l'humidité, tout en accusant fidèlement, sans hystérèse, toutes les variations de charge.*

*On a satisfait à ces desiderata en plaçant des jauges extensométriques à l'intérieur de boîtiers cylindriques en acier, dont la compression élastique donne une mesure de la charge. Afin d'obtenir la précision la meilleure possible, les lectures se font par une méthode de zéro (Pont de Wheatstone avec amplificateur électronique).*

*Une campagne de mesures implique l'utilisation d'un grand nombre de dynamomètres (une trentaine) de façon à mesurer simultanément les charges sous tous les étauçons d'une portion de la taille. Elle doit durer au moins une semaine, de façon à couvrir l'ensemble du cycle du soutènement.*

*Des mesures ont été effectuées à Tertre (Charbonnages du Hainaut) dans une taille foudroyée, équipée d'étauçons Dardenne à boîtier élastique et de bèles Gerlach de 0,80 m, placées en porte-à-faux.*

*Les charges se répartissent d'une manière fort inégale sur les différents étauçons. L'abattage entraîne une augmentation, le foudroyage une diminution de la charge totale exercée sur le soutènement de la taille et de la charge moyenne par  $\text{m}^2$  de toit découvert (20 à 30  $\text{t}/\text{m}^2$ ).*

*A la fin de l'abattage, les charges dans les différentes havées augmentent, du front vers l'arrière. Pendant la période de repos qui suit le foudroyage, les charges se concentrent dans l'axe de la partie soutenue du toit.*

*Ces résultats sont comparés avec ceux qui ont été obtenus au cours d'une campagne antérieure dans la même couche. Les mesures actuelles accusent l'influence de l'irrégularité de l'architecture du soutènement et de la tension de pose insuffisante des étauçons.*

Notre communication a pour objet de faire connaître les développements d'une étude expérimentale dont les premiers résultats ont été présentés en avril 1951, lors de la Conférence Internationale de Liège sur les pressions de terrains.

Ce travail n'aurait pu être mené à bonne fin sans l'aide financière de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière, à qui nous sommes heureux de pouvoir exprimer notre sincère gratitude.

Nous traiterons successivement :

- I. Des qualités requises du matériel de mesure.
- II. Du principe et de la construction du matériel utilisé.
- III. De l'organisation pratique des mesures.
- IV. Des résultats de nos observations.

#### I. — Qualités requises du matériel de mesure.

Nous avons défini, en 1951, les critères fondamentaux auxquels doit satisfaire le matériel de mesure. Il suffira de les rappeler sommairement.

Outre la robustesse de construction indispensable pour résister, à front de taille, aux manipulations brutales et aux chocs des éboulis de foudroyage, un dynamomètre pour étauçon doit présenter les caractéristiques ci-après :

a) hauteur assez faible pour permettre une interposition facile entre le mur et le pied de l'étauçon, sans modifier notablement la longueur utile et, partant, les conditions de travail de celui-ci;

b) capacité de charge suffisante pour supporter sans dommage, et pratiquement sans déformation temporaire ou permanente, les pesées de toit les plus fortes, même en cas de pose quelque peu oblique ou excentrée de l'étauçon;

c) insensibilité aux variations de l'état hygrométrique ou poussiéreux de l'air, ainsi qu'aux variations de la température entre 10° et 40° au moins, de manière à permettre, dans différents ateliers souterrains, des mesures comparables entre elles et comparables à l'étalonnage en laboratoire;

d) grande sensibilité aux variations de charge, et cela sans aucune hystérèse.

#### II. — Principe et construction du matériel de mesure.

Il est théoriquement très simple de faire, à un instant donné, la mesure de l'effort imposé à un étauçon, en satisfaisant aux exigences énumérées ci-dessus.

Les étauçons de tous types comportent, en effet, un fût qui, en service normal, n'est le siège que de déformations élastiques, toujours proportionnelles aux sollicitations.

Dans tous les cas, celles-ci sont des efforts normaux, accidentellement excentrés, réductibles à un effort normal centré et à un moment de flexion. Le fût est donc, dans toute son étendue, soumis à un état de compression uniaxe. De plus, le long de l'axe des centres de gravité des sections droites, les dilatations élastiques sont à chaque instant proportionnelles à l'effort normal, et indépendantes de l'excentricité accidentelle.

Pour déterminer l'effort dont un étauçon est le siège, sans perturber d'aucune manière son fonctionnement, il suffit donc de mesurer les dilatations élastiques le long de l'axe des centres de gravité du fût. Ce dernier étant généralement une pièce tubulaire, il est impossible de relever directement les dilatations sur l'axe des centres de gravité, qui n'existe pas matériellement, mais on peut toujours les mesurer en plusieurs points situés à égale distance de cet axe : la moyenne arithmétique des lectures faites en ces points représentera la dilatation sur l'axe.

Ceci revient à utiliser le fût même de l'étauçon comme dynamomètre.

La solution est correcte et simple, en principe, mais la mesure précise d'une dilatation dont la valeur maximum est de un millième, environ, reste une opération délicate, particulièrement dans les conditions difficiles rencontrées dans un chantier d'abatage. L'extensomètre à fil résistant nous a paru le seul instrument capable de résoudre le problème avec des garanties suffisantes : d'une précision et d'une sensibilité remarquables, il est sans inertie et résiste parfaitement aux chocs.

On sait que le principe de cet appareil est de lier au phénomène mécanique de variation de longueur un phénomène électrique de variation de résistance ohmique.

La mesure de la résistance se fait le mieux à l'aide d'un montage classique en pont, soit par la méthode de zéro, soit par la méthode de déviation. Nous avons choisi la méthode de zéro, consistant à rétablir l'équilibre du pont par action sur une résistance variable étalonnée. Elle offre les meilleures garanties car la précision de la mesure n'y dépend que de la sensibilité du galvanomètre et de la précision de la résistance étalon.

Elle présente dans notre cas d'autres avantages. Un galvanomètre sensible n'est, en effet, guère transportable et ne peut supporter de manipulations brutales. Grâce aux ressources de l'électronique, on tourne la difficulté en alimentant le pont en courant alternatif à 1 000 périodes, par un oscillateur, à partir de batteries de piles sèches. Les courants sont amplifiés dans la branche de mesure à l'aide d'un amplificateur, de caractéristiques quelconques puisqu'il s'agit d'une mesure de zéro, et on emploie, comme galvanomètre, un robuste indicateur de série. On réalise ainsi un pont autonome, relativement peu encombrant et assez robuste pour supporter le transport dans un couloir oscillant. La méthode de zéro ne se prête pas à l'enregistrement. Ce dernier n'est possible qu'avec la méthode de déviation où l'on procède à la mesure de la différence de potentiel aux bornes de la branche de mesure et où la précision dépend de la sensibilité et de la précision du galvanomètre. Si ce dernier possède ces deux qualités, il n'est pas transportable sans précautions. On ne peut alors accroître la maniabilité de l'instrument qu'aux dépens de la sensibilité. Nous ne prétendons pas qu'il soit impossible d'arriver

à un compromis raisonnable entre ces deux exigences contradictoires (1).

D'autres conditions sont indispensables pour que la mesure soit correcte. Il faut que la résistance des lignes unissant la jauge au pont et les résistances de contact ligne-pont et jauge-ligne soient rigoureusement constantes ou si faibles au départ que leurs variations éventuelles soient négligeables.

Il importe de même que l'isolement des lignes, jauges et pont soit invariable ou si grand que les variations accidentelles soient imperceptibles.

Dans des mesures de longue durée, comme c'est le cas, les extensomètres à fil résistant présentent l'inconvénient d'être très sensibles aux effets des variations de la température, ce qui serait un vice rédhibitoire si on ne parvenait pas à les en corriger.

Le procédé classique consiste à employer, pour une mesure, deux jauges, dont l'une, dite active, subit les effets élastiques et thermiques et l'autre, dite de compensation, subit les mêmes effets thermiques sans effets élastiques, donc sans déformation.

Les deux jauges sont introduites respectivement dans deux branches adjacentes du pont et les effets thermiques s'annulent ainsi automatiquement pour autant qu'ils soient identiques sur les deux jauges, c'est-à-dire si, à chaque instant, elles sont à la même température. Comme il n'existe en général pas, dans une pièce sous tension, de direction suivant laquelle les déformations sont nulles, il faut fixer la jauge de compensation sur une pièce indépendante de celle qui supporte la jauge active ou sur une partie non sollicitée de la pièce étudiée, s'il s'en trouve une. Il est difficile d'être assuré, dans ces conditions, que les deux jauges sont à la même température.

Dans notre cas, nous avons affaire à un état de tension uniaxe, ce qui nous a permis de réaliser la disposition suivante, éliminant les effets thermiques d'une manière presque parfaite. La jauge active est placée dans la direction de l'unique tension principale non nulle, la jauge de compensation est fixée juste à côté, dans la direction normale à la précédente. La proximité des deux jauges, fixées sur un matériau bon conducteur de la chaleur, assure l'identité des effets thermiques. Elles sont soumises à des effets élastiques respectifs de signe contraire, dont chacun est proportionnel à la tension. Les jauges étant introduites dans deux branches adjacentes du pont, les effets thermiques s'annulent et les effets élastiques

(1) Décidés, dès le début de nos travaux, à ne rien sacrifier de la sensibilité et de la précision qu'il était possible de retirer des instruments que nous avons construits, nous n'avons envisagé que la méthode de zéro. Nous avons été avertis, au cours des discussions clôturant la journée où la présente communication a été présentée, que le Professeur Potts, s'inspirant des indications que nous avons données lors du Congrès de 1951, avait étudié, pour le National Coal Board, des instruments du même genre que les nôtres. Nous ne disposons pas, à l'heure actuelle, d'informations suffisantes au sujet des appareils du Professeur Potts pour pouvoir comparer leurs performances à celles de nos propres dynamomètres.

s'ajoutent. La sensibilité aux effets élastiques est augmentée d'un tiers environ. La nécessité de mettre les jauges à l'abri de l'atmosphère humide et chargée de poussières conductrices qui règne dans la mine exclut leur fixation directe sur le fût de l'étauçon. On doit les enfermer dans un dynamomètre qui s'intercale entre l'étauçon et le mur, c'est-à-dire qu'on remplace une partie du fût de l'étauçon par le dynamomètre qui travaille rigoureusement dans les mêmes conditions.



Fig. 1. — Dynamomètres avec pièces intercalaires amovibles.

Un jeu de pièces intercalaires en acier coulé (fig. 1) assure au dynamomètre des conditions d'appui sur le mur, identiques à celles de l'étauçon, et une assise convenable de l'étauçon sur le dynamomètre. Les intercalaires, peu coûteuses et facilement interchangeables, permettent l'emploi de nos dynamomètres avec tous les types d'étauçons. La figure 2 donne une vue d'un dynamomètre ouvert. C'est une boîte cylindrique de

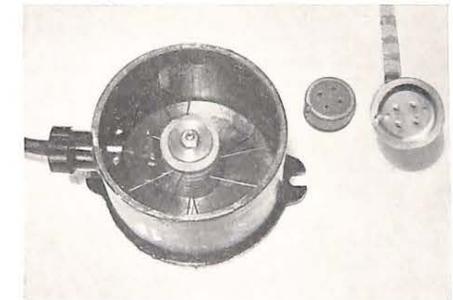


Fig. 2. — Dynamomètre, couvercle enlevé, montrant les connexions intérieures, et fiche de raccordement.

17 cm de diamètre et de 12 cm de hauteur, munie d'un fond plat soudé. Trois paires de jauges sont fixées sur la paroi en trois points décalés de 120°. On distingue, au centre, le jeu de plaques qui permet d'établir les connexions en série des trois

jauges longitudinales, d'une part, et des trois jauges transversales, d'autre part, ainsi que la connexion aux lignes, vers le pont. Les lignes sont des fils de 2 mm<sup>2</sup>, isolés au P.V.C., câblés et protégés par une gaine en coton très résistante. Le câble se termine par une fiche de forme spéciale, étudiée pour s'adapter sur le commutateur à contact à mercure grâce auquel les indications de dix dynamomètres peuvent être relevées à l'aide d'un seul pont (fig. 3). Pour éviter l'introduction de pous-



Fig. 3. — Pont de mesure et commutateur (le couvercle en matière plastique, à droite, est normalement rabattu sur l'appareil de mesure pour le protéger des poussières).

sières, les fiches restent emboîtées sur les prises du commutateur pendant toute la durée des mesures. Elles sont arrêtées à mi-course par un cliquet, le contact ne pouvant être établi qu'en écartant le cliquet et en poussant la fiche à fond de course.



Fig. 4. — Dynamomètres raccordés au pont de mesure.

La figure 4 donne une idée de l'encombrement pris par une série de dix dynamomètres, reliés au pont de mesure. La permanence obligatoire de la liaison des dynamomètres au pont n'est pas sans offrir quelques inconvénients qu'on peut réduire

par un classement judicieux des dynamomètres dans la taille.

Nous disposons actuellement de trente dynamomètres qui ont été employés simultanément au cours d'une campagne de mesure de six jours. Ils se sont bien comportés et se sont révélés robustes et fidèles. Dans le groupe de trente, un seul a cessé de fonctionner, après avoir subi de graves injures: or chaque dynamomètre, étant lié à l'étauçon qu'il auscultait, a été par trois fois posé à front et récuré au foudroyage.

On peut se demander pourquoi nous avons cru utile d'affronter les difficultés qui résultent de l'emploi à front de taille de méthodes de mesure très évoluées, qui paraissent réservées au laboratoire de précision. C'est que, ayant à étudier expérimentalement un phénomène dont les lois nous échappent totalement, il serait vain d'employer une méthode approximative, dont on ne pourrait pas évaluer le degré d'approximation.

### III. — Organisation pratique d'une campagne de mesure

La nécessité d'une vaste enquête comportant avant tout des mesures systématiques très nombreuses des efforts imposés aux étaçons dans diverses conditions d'exploitation est unanimement reconnue.

Nous tirons, de nos expériences, les indications suivantes au sujet de l'organisation qu'il convient de prévoir pour mener à bien cette recherche de grande envergure.

- 1) Il faut employer simultanément un grand nombre de dynamomètres. Ce nombre ne peut cependant guère dépasser 30, sans risquer de perturber les conditions normales de travail dans la taille.
- 2) Les appareils doivent être rassemblés dans une « section de mesure » dans laquelle chaque étaçon doit être muni de son dynamomètre.
- 3) Une campagne de mesures dans un chantier doit avoir une durée minimum de six jours et de préférence plus.
- 4) L'avantage d'appareils enregistreurs est illusoire, la présence permanente des opérateurs étant nécessaire pour l'établissement d'un rapport de toutes les circonstances accompagnant les mesures, faute de quoi l'interprétation des résultats est impossible.
- 5) Les mesures ne peuvent être menées à bien que par une équipe entraînée de huit opérateurs dont quatre au moins doivent être des spécialistes, les quatre autres étant éventuellement des techniciens prêtés par le siège où les expériences ont lieu. La présence simultanée de deux opérateurs en taille est nécessaire. Le travail est à répartir en quatre postes de 7 heures assurant un recouvrement d'une heure pour la transmission des pouvoirs. La totalité de l'équipe doit être en permanence à proximité du siège pour prêter main-forte en cas de panne ou de coup dur.
- 6) Un premier dépouillement immédiat des résultats est souhaitable, pour éviter à temps toute

confusion, redresser les erreurs et réparer les omissions.

7) Il convient de ne pas sous-estimer le travail d'interprétation et d'exploitation des résultats, aussi considérable que celui de mesure proprement dit, et il faut prévoir, en cas de travail continu de l'équipe de mesure, un personnel spécial consacrant toute son activité au dépouillement.

8) Il n'y a pas d'espoir de résoudre le problème simplement et rapidement. Les mesures dont il s'agit sont essentiellement difficiles. Elles exigent beaucoup de temps et beaucoup de peine. Nous pensons que les efforts qu'elles requièrent sont récompensés déjà par les enseignements immédiats qu'on peut en retirer quant à la valeur du soutènement utilisé dans le cas étudié et quant aux améliorations qu'il convient d'y apporter.

### IV. — Compte rendu des observations.

Lors d'expériences antérieures, nous avons constaté que les charges individuelles de plusieurs étaçons voisins, occupant des positions homologues par rapport au front, étaient souvent très différentes, à un instant donné. Nous avons donc jugé nécessaire, pour parvenir à des conclusions saines, de faire des mesures de charges simultanément sur un assez grand nombre d'étauçons, dans une même région du chantier, plutôt que de disperser nos dynamomètres tout le long de la taille.

De plus, il nous a semblé utile de poursuivre nos observations pendant une semaine, afin de vérifier la constance éventuelle des relations entre les variations de charge et le cycle journalier d'avancement.

Les mesures ont été faites au siège de Tertre des Charbonnages du Hainaut, dans un chantier de la veine 19<sup>me</sup>, à l'étage de 460 m. (Nous avions opéré, en 1951, dans un autre quartier de la même couche.)

Il s'agit d'une taille chassante de 170 m de longueur, pénétrant en zone vierge dans une veine de 1,20 m à 1,60 m d'ouverture. La figure 5 en donne le profil.

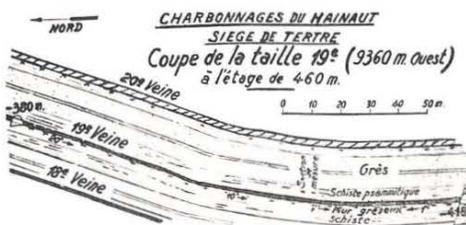


Fig. 5. — Coupe de la taille (mesures de mars 1953).

Le soutènement est constitué de bèles métalliques articulées Gerlach, de 0,80 m de longueur utile, disposées perpendiculairement au front en files écartées de 0,70 m à 0,75 m. Elles sont supportées par des étaçons métalliques Dardenne, à boîtier élastique. Ces étaçons ne coulissent pas,

mais subissent en charge une déformation élastique de 25 à 30 mm environ pour 50 tonnes.

La convergence des épontes est déterminée par cette déformation et par l'écrasement de cales en bois placées entre bèles et toit, aux points où ce dernier présente une surface irrégulière, par suite de la présence intermittente d'un « faux-toit » schisteux, épais de 0 à 0,30 m. Malgré les fortes pressions supportées, le poinçonnement du mur ne s'est guère produit, grâce à la grande base d'appui des étaçons (480 cm<sup>2</sup>). Nous avons, par contre, observé des pénétrations locales des bèles dans le faux-toit.

Dans ces circonstances, la convergence observée fut de 100 mm environ, le long du foudroyage.

L'abattage a lieu le matin et l'après-midi, avec avancement journalier de 1,60 m. Le charbon est évacué par un transporteur blindé ripable, à raclettes, de telle sorte qu'il y a toujours une ou deux bèles en porte-à-faux dans chaque file.

Le foudroyage est fait, en principe, par les abatteurs. Cependant, comme il n'est généralement pas achevé en fin d'après-midi, une équipe spéciale le termine au début du poste de nuit.

Sous une file de bèles, il doit y avoir normalement quatre étaçons: soit un étaçon par bèle sous quatre bèles voisines, soit encore un étaçon par bèle sous trois bèles voisines, plus un étaçon de « doublage » posé sous l'une quelconque de celles-ci, au gré de l'ouvrier à veine, ainsi qu'il apparaîtra dans les schémas de situation donnés plus loin.

Nous avons placé des dynamomètres sous les étaçons de sept files de bèles contiguës. De cette façon, nous mesurons toutes les charges transmises au soutènement, entre front et foudroyage, sur une longueur de taille de 5 m environ, avec 23 dynamomètres en service. Deux appareils étaient tenus en réserve.

La « section de mesure » ainsi équipée fut choisie au tiers inférieur de la tranche, afin d'échapper à l'influence perturbatrice des galeries de pied et de tête (voir fig. 5). Dès qu'un étaçon était abattu au foudroyage, le dynamomètre libéré était immédiatement replacé à front avec l'étauçon. La section de mesure a ainsi progressé pendant une semaine avec le front de taille, sans aucune perturbation du rythme normal d'avancement.

Durant toute cette période, les charges et les positions relatives des dynamomètres ont été relevées à intervalles de une à quatre heures, suivant le rythme plus ou moins rapide des modifications d'équilibre du toit. Nous avons représenté, sous forme de diagrammes perspectifs, quelques-unes des situations typiques ainsi enregistrées (fig. 6, 7, 8 et 9).

L'examen de ces résultats bruts laisse l'observateur perplexe, par suite de la grande disparité des charges portées par des étaçons voisins, de l'inégale densité d'étauçonnage dans deux allées contiguës, et des différences inévitables entre la disposition conventionnelle et l'architecture réelle du soutènement (due notamment à la déviation des files de bèles).

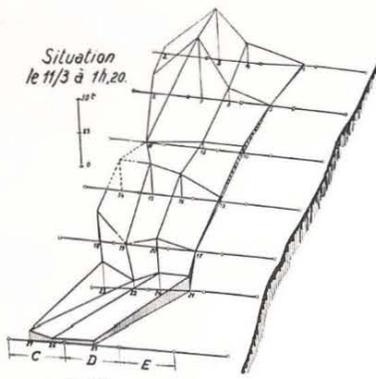


Fig. 6.

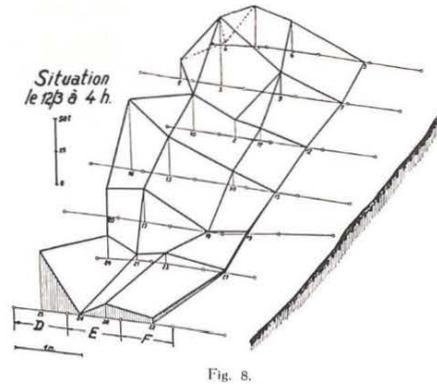


Fig. 8.

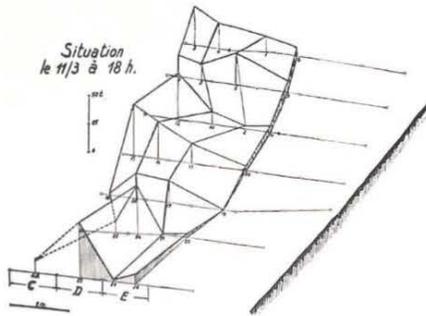


Fig. 7.

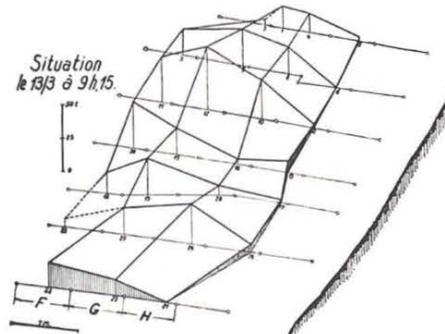


Fig. 9.

Diagramme des charges sur les étaçons.

On voit bien que les charges sont très faibles le long du front, plus fortes vers l'arrière, où il n'est pas rare de les voir dépasser 50 tonnes, voire même 70 tonnes. Mais on conserve de tout cela une impression trop vague pour en tirer des conclusions sur le comportement du toit.

Afin d'y voir clair, nous avons calculé, pour chacune des situations observées :

la charge totale supportée par le soutènement des 5 m de taille constituant la « section de mesure » ;

la charge moyenne en  $t/m^2$  de toit découvert ; les charges moyennes, en  $t/m^2$  de toit soutenu dans chacune des havées.

Les résultats des calculs ont été portés en graphiques, en fonction du temps, dans les figures 10

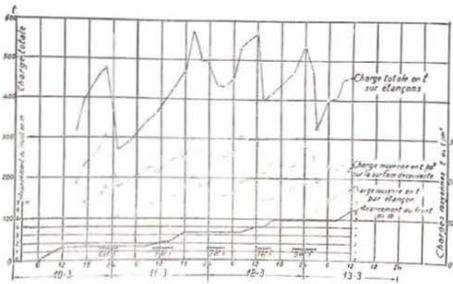


Fig. 10. — Charges sur l'ensemble du soutènement et avancement de la taille en fonction du temps (1953).

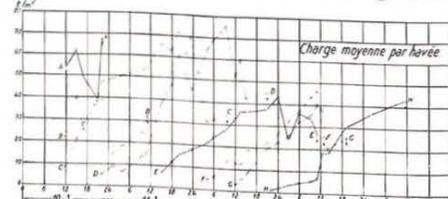


Fig. 11. — Charge moyenne sur les étaçons de chaque havée en fonction du temps (1953).

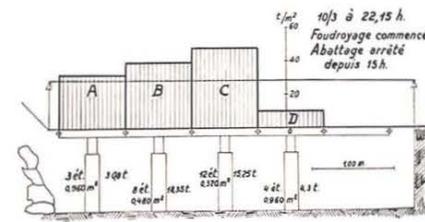


Fig. 12.

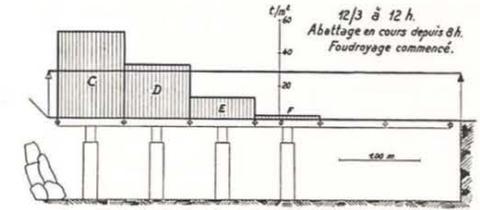


Fig. 16.

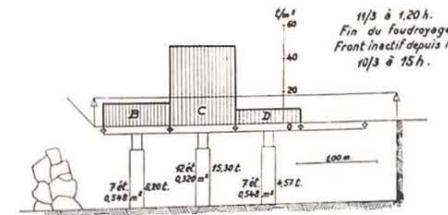


Fig. 13.

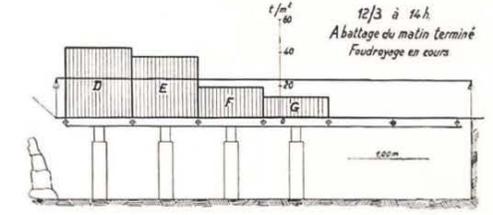


Fig. 17.

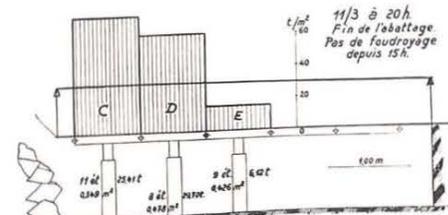


Fig. 14.

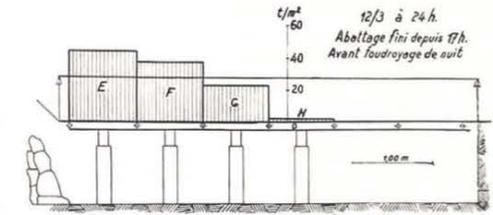


Fig. 18.

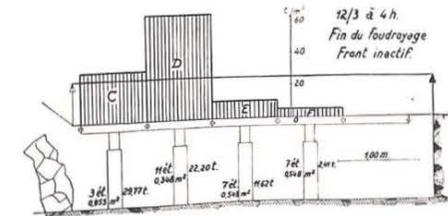


Fig. 15.

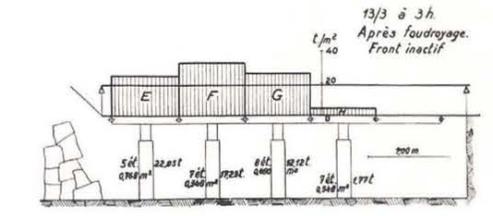


Fig. 19.

Charges moyennes sur les étaçons de chaque havée, à des instants caractéristiques (1953).

et 11, pour les journées pendant lesquelles tous les étaçons de la section de mesure se sont trouvés sous contrôle. Cette méthode de travail s'est révélée féconde.

La loi de variation de la charge totale en fonction du temps accuse de façon très nette les influences de l'abattage et du foudroyage (2).

(2) La figure 10 indique jour par jour la durée et l'avancement de l'abattage. Elle indique aussi, par de petits traits horizontaux accompagnés de chiffres, la durée des périodes de foudroyage et le nombre d'étaçons abattus lors de chacune de celles-ci.

L'abattage entraîne régulièrement une montée de charge de 20 %, 30 %, ou plus; cette influence est parfois quelque peu différée, et elle se poursuit toujours pendant plusieurs heures après la fin de l'abattage.

Le foudroyage, lorsque ses effets ne sont pas masqués par un abattage rapide simultané, entraîne une sensible réduction de la charge totale.

La charge moyenne par mètre carré de toit découvert subit des variations de même sens mais d'amplitudes moindres que celles de la charge totale, car elles sont amorties par les variations du

nombre de havées au cours de la journée. Elle oscille entre 20 et 30 tonnes par mètre carré.

La charge moyenne par mètre carré de toit soutenu, dans les différentes havées, varie en fonction du temps (et de la distance au front) suivant une loi qui, qualitativement, est assez générale. Elle croît jusqu'au maximum de 40 à 70 t/m<sup>2</sup>, qui est atteint en bordure de la zone foudroyée, à la suite de l'abattage. Si la havée n'est pas alors rapidement foudroyée, la charge retombe sensiblement.

Les figures 12 à 19, particulièrement suggestives, montrent, à des instants donnés, la répartition des charges moyennes par mètre carré de toit soutenu, entre les différentes havées (3). Elles font régulièrement apparaître une croissance des charges en escalier, du front vers l'arrière, à la fin de l'abattage, et une concentration de charge dans l'axe de la partie soutenue de la zone foudroyée, pendant la période de repos qui suit le foudroyage de nuit.

Il n'est pas possible d'expliquer par un schéma simple les phénomènes complexes qui engendrent ces variations de charge. Celles-ci sont trop rapides et trop importantes pour être attribuées uniquement à des décollements successifs des banes du bas-toit suivant des plans de stratification.

Nous pensons que de tels décollements s'accompagnent de décollements et de glissements suivant les cassures induites dans le toit, ainsi que de modifications d'appui vers l'arrière, par suite du tassement progressif des éboulis de foudroyage. Le jeu de ces phénomènes peut être esquissé, dans le cas étudié, par la figure 20 que nous donnons à titre purement indicatif.

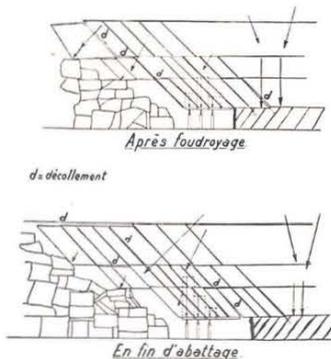


Fig. 20. — Interprétation des mesures.

Sans attacher de valeur absolue à cette interprétation, nous tenons à souligner qu'elle rend bien compte de l'allure oblique des réactions du toit, bien connue des vieux mineurs.

Il nous a semblé intéressant de confronter nos derniers résultats avec ceux que nous avons obtenus

(5) Certaines de ces figures portent des chiffres indiquant, dans chaque havée, le nombre d'étauçons en place, la charge et la surface de toit soutenu, en moyenne, par chacun d'eux.

en 1951 dans une autre taille de la même couche (4).

Dans ce chantier, l'abattage se faisait au poste du matin seulement, et le foudroyage au poste de l'après-midi, avec avancement de 1,50 m par jour. Le soutènement, sans aucun porte-à-faux, se composait de bèles en bois demi-rondes, de 150 mm de diamètre, portées chacune par deux étauçons métalliques rigides. Comme nous disposions à l'époque de dix dynamomètres seulement, nous nous étions bornés à les placer dans une seule havée, et à suivre les variations de charge sur les étauçons de cette havée depuis la pose jusqu'au foudroyage, sur une longueur de front de 6,60 m.

En calculant les charges moyennes par mètre carré, sur chaque file d'étauçons, pour les différentes situations observées, et en juxtaposant les résultats, nous avons obtenu les graphiques des figures 21 à 24.

On retrouve dans ces tracés la croissance des charges en escalier, en fin d'abattage, et la concentration des charges dans l'axe des allées libres, lors des périodes de repos (fin d'après-midi). La modification dans la répartition des charges, après foudroyage, se fait moins rapidement que dans le chantier étudié en dernier lieu.

La reconstitution de la distribution des réactions du toit que nous avons ainsi tentée se fonde sur l'hypothèse que les charges moyennes sur les différentes files d'étauçons évoluent dans le temps suivant les mêmes lois. Nos récentes mesures montrent, pensons-nous, qu'une telle hypothèse peut être acceptée en première approximation (cf. fig. 11).

Nous pensons avoir mis en lumière le caractère périodique des manifestations de la pression du toit, ainsi que leurs relations intimes avec les différentes phases du cycle d'avancement de la taille.

Dans les deux chantiers étudiés, situés dans la même couche, à des profondeurs peu différentes, les charges ont varié dans le temps suivant des lois fort semblables, malgré des différences sensibles dans l'organisation de l'abattage, du soutènement et du foudroyage.

En multipliant des observations systématiques, avec une méthode constante et rigoureuse, dans des chantiers à caractéristiques différentes, nous sommes convaincus qu'il sera possible de discriminer les influences respectives des conditions de gisement et de la méthode d'exploitation sur les pressions de terrains en taille.

En ne considérant que l'immédiat, on peut se demander *quels enseignements pratiques peuvent apporter les mesures systématiques des charges du soutènement.*

Un simple coup d'œil sur les résultats que nous avons publiés en 1951 et sur ceux que nous présentons aujourd'hui fournira la réponse à cette

(4) Voir volume de la Conférence Internationale sur les pressions de terrains et le soutènement dans les chantiers d'exploitation — Liège, 1951.

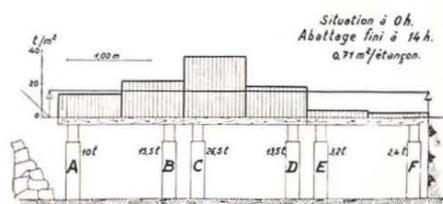


Fig. 21.

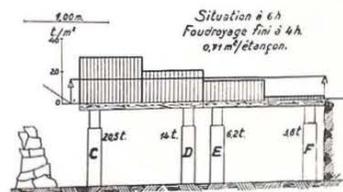


Fig. 22.

Charges moyennes sur les étauçons de chaque havée, à des instants caractéristiques (1951).

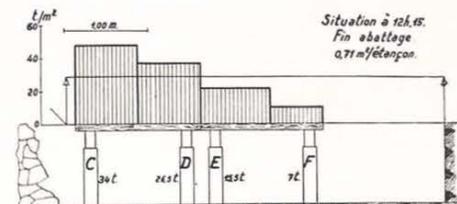


Fig. 23.

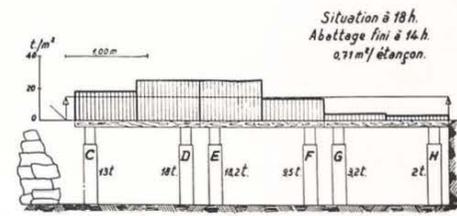


Fig. 24.

question. Nous pensons que les mesures procurent dans tous les cas, si elles sont rigoureuses :

1) La connaissance précise des sollicitations du soutènement dans des conditions de travail déterminées, et, partant, des données fondamentales pour l'amélioration de la qualité des étauçons et des bèles.

2) Le contrôle de la qualité du travail des boisiers. Dans le chantier étudié en 1953, il saute aux yeux que la tension de pose des étauçons est très variable et toujours insuffisante (alors que ce défaut ne se présentait guère en 1951 — voir (5) ci-dessous).

3) La critique de l'architecture du soutènement: il est clair que la densité d'étauçonnage dans les différentes havées n'est pas toujours adaptée à la distribution des charges. Dans le dernier cas étudié, elle est généralement trop faible, en fin d'abattage, dans la havée contiguë au foudroyage.

## Discussion

### APPAREILS DE MESURE

#### M. CHAINEAUX

Beaucoup de phénomènes sont relativement rapides, par exemple le bondissement des étauçons. Les diminutions de charge sont fréquentes. Or, ces phénomènes sont analysés incomplètement lorsqu'on fait des lectures isolées. L'enregistrement continu est difficile et n'a pas reçu jusqu'à présent

(5) La comparaison des mesures de 1951 et de 1953 fait apparaître, pour 1951, une répartition de charges beaucoup plus uniforme sur les étauçons occupant des positions homologues par rapport au front. Cela résulte de trois circonstances : a) Tension

4) En conséquence de ce qui précède, la possibilité de mise au point du matériel de soutènement et de la méthode d'exploitation en vue d'une réduction des dépenses et d'un accroissement de la sécurité par un meilleur contrôle du toit.

En terminant cet exposé, il nous est particulièrement agréable de remercier la Direction des Charbonnages du Hainaut, qui nous a autorisés à travailler dans ses chantiers, ainsi que le personnel du siège de Tertre, et tous ceux dont l'aide obligeante nous a été précieuse : nous citerons spécialement MM. Piéart, Ingénieur au siège de Tertre, Moiset, Ingénieur-Chef de Travaux, et René Dufour, Technicien de laboratoire de la Faculté Polytechnique de Mons. M. Dufour nous a rendu de grands services pour la construction et la mise au point de tout le matériel de mesure.

de solution convenable: il demeure toutefois souhaitable.

#### M. JACQUEMIN

Les enregistrements continus ne sont possibles que pour un petit nombre d'étauçons à la fois. Il nous faut d'abord dégrossir le problème en ob-

de pose de 2 à 4 t en 1951 contre quelques centaines de kg en 1953 — b) Meilleur contact de la bèle en bois avec le toit, en raison de sa souplesse et de sa grande surface de pose — c) Densité de soutènement beaucoup plus uniforme en 1951.

servant un grand nombre d'étauçons, donc en effectuant des mesures instantanées. Quand ce premier travail aura mis quelques lois en évidence, on pourra s'attacher à résoudre les problèmes de détail au moyen d'enregistrements continus.

#### M. VELZEBOER

L'observation continue, c'est-à-dire avec enregistrement graphique, de l'évolution de la pression sur les étauçons est d'un grand intérêt, en combinaison avec l'observation continue de la convergence des épontes, pour obtenir une idée précise du comportement du soutènement en taille. C'est surtout pour étudier les coups de toit qu'une observation précise de la pression et de la convergence est indispensable. On observe en effet que, lors des coups de toit, la convergence varie peu ou pas du tout, tandis que la charge de l'étauçon diminue considérablement.

#### M. FISH

Je désire avant tout remercier Inichar d'avoir invité si aimablement le National Coal Board à envoyer une délégation britannique à cette Journée d'Etudes.

Depuis la Conférence de Liège, en avril 1951, le Service Scientifique du N.C.B. a entrepris des travaux dans le domaine des pressions de terrains à son nouveau Centre de Recherches des environs de Londres. Il a simultanément poursuivi sa collaboration aux travaux du Professeur Potts, de Newcastle. Je me bornerai ici à l'activité de notre Service.

Les travaux du Centre de Recherches consistent essentiellement dans la mise au point d'appareils, rendus nécessaires pour nos propres recherches dans le domaine minier ou étudiés à la demande expresse du Service Production.

Voici les principaux sujets à l'étude actuellement. Certains de ces appareils ont déjà été réalisés et leurs prototypes ont été mis à l'essai au fond.

1) Un enregistreur à distance de la convergence des épontes. Cet appareil est destiné à être abandonné dans les remblais, sans possibilité de reprise. Jusqu'à présent, aucun appareil ne permet, en effet, d'enregistrer les affaissements dans le remblai à une distance notable des voies d'exploitation.

2) Un dynamomètre enregistreur, indiquant à distance les pressions régnant à l'intérieur du remblai. Cet appareil également n'est pas récupérable.

3) Des dynamomètres à fils résistants (strain-gauge) permettant d'enregistrer les charges supportées par les étauçons. Ces dynamomètres sont destinés à être placés entre l'étauçon et la bête qu'il supporte. Ils sont reliés à un appareil permettant d'effectuer, par voie photographique, douze enregistrements simultanément. Cet appareil est robuste et suffisamment précis. On s'efforce actuellement de le rendre anti-grisouteux et facile à transporter.

4) Le « Romomètre » (fig. 1) conçu pour mesurer les déplacements relatifs du toit et du mur.



Fig. 1.

Il a été mis au point pour rassembler les données nécessaires à l'étude d'un soutènement déplaçable mécaniquement. Il consiste essentiellement en un tube télescopique avec enregistreur de convergence, dont est solidaire un clinomètre à cercles vertical et horizontal. Le cercle horizontal mesure la direction dans laquelle se produit la déviation maximum, tandis que le cercle vertical permet d'en déterminer la valeur.

5) Une bête métallique calibrée, munie d'extensomètres à fil résistant, utilisée pour mesurer les sollicitations sur le soutènement par bêtes articulées.

En outre, on envisage le problème de la mesure des pressions dans le massif, à une distance notable des parois des excavations. C'est là un problème essentiel, mais il comporte de grosses difficultés.

#### M. POTTS

Après avoir assisté à la Conférence de 1951 et y avoir entendu l'intéressant exposé des Professeurs Brison et Jacquemin, j'ai effectué des recherches dans le même domaine, dans l'intention d'appliquer les extensomètres à fil résistant (strain-gauge) à la mesure des charges exercées sur le soutènement.

Les travaux effectués à Newcastle ont, à mon avis, permis d'apporter quelques perfectionnements au matériel qui vous a été décrit ce matin.

On peut distinguer trois éléments dans ce matériel :

- a) l'instrument de mesure électrique;
- b) le câble de liaison à conducteurs multiples et les boîtes à bornes reliées à l'instrument de mesure et aux capsules dynamométriques respectivement;
- c) les fiches de raccordement et les dynamomètres proprement dits.

#### a) Appareil de mesure et source de courant.

Le courant est fourni par une batterie de lampe à chapeau d'un type agrée (4 V — 0,75 A) contenue dans son boîtier ordinaire. La lampe à chapeau est remplacée par une douille à câble Plessey, vissée sur une fiche à l'intérieur de l'instrument de mesure avant sa descente au fond. L'ensemble : batterie, fiche et douille, se trouve à l'intérieur de la caisse de l'appareil de mesure.

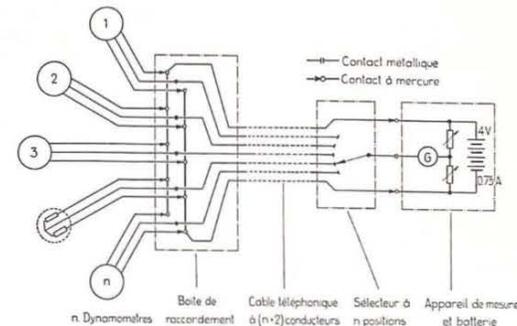


Fig. 2.

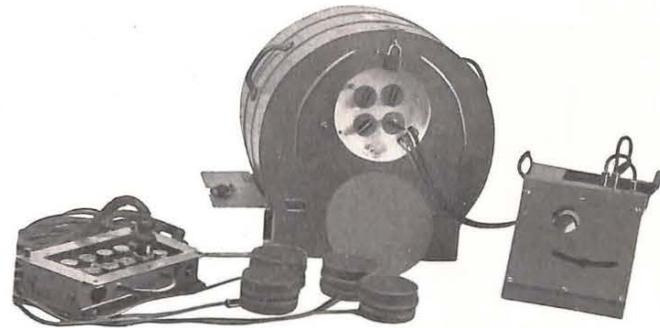


Fig. 3.

Comme l'indique le schéma électrique (fig. 2), deux branches du pont de Wheatstone et le galvanomètre se trouvent dans la caisse avec la batterie. Cette caisse (fig. 3) est faite en tôle de 3 mm et porte une fenêtre de verre sur sa face avant qui est légèrement inclinée. Toutes les ouvertures de cette caisse (logements de vis, etc.) sont munies d'un joint usiné de 25 mm, ou sont

exécutées en saillie (de façon à ne pas mettre l'intérieur de la caisse en communication avec l'extérieur). La caisse est munie de trois douilles : deux pour le raccordement des dynamomètres aux bornes de la batterie (branches du pont), par lesquelles passe un courant de 15 mA environ, et une pour le conducteur aboutissant, dans les dynamomètres, au point de jonction des deux branches (diagonale du pont). Dans cette dernière, le courant est de l'ordre de 1 microampère. Ces fiches, qui assurent la liaison de l'instrument avec la boîte à bornes terminant le câble à conducteurs multiples, restent normalement en place pendant la durée d'une campagne de mesures au fond. On a cependant conçu les deux fiches raccordées aux bornes de la batterie de façon à éviter toute production d'étincelles au moment du raccordement.

Ces fiches sont munies de broches de contact dont l'extrémité est aigüe comme celle d'une aiguille. Elles sont masquées automatiquement par un couvercle quand elles sont déconnectées. Quand on raccorde la fiche, la partie inférieure, portant le couvercle, s'engage dans un logement en bronze usiné avec précision, qui surmonte le contact de la douille. On fait subir une rotation à la fiche et

on l'enfonce : ce mouvement déverrouille le couvercle, fait descendre l'aiguille d'acier dans un godet de mercure et la bloque dans cette position. En descendant, l'aiguille perce un opercule de caoutchouc placé au-dessus du mercure. Cet opercule empêche tout faux contact avant l'enfoncement de la fiche, il nettoie la broche à chaque passage et empêche le mercure de se perdre.

b) *Câbles à conducteurs multiples, boîte d'arrivée (côté instrument) et boîte de raccordement (côté dynamomètres).*

La boîte d'arrivée est logée au centre d'un tambour d'acier portant le câble (fig. 3). Un sélecteur normal, type radio, monté en cet endroit, permet de choisir un quelconque des dynamomètres raccordés pour effectuer une mesure. Ce sélecteur branche le galvanomètre (diagonale du pont) sur l'un quelconque des dynamomètres. Le courant traversant le sélecteur est de l'ordre de 1 microampère. Les deux fils raccordés aux pôles de la batterie ne sont pas interrompus et passent par des connexions soudées.

Le câble à conducteurs multiples est un câble à 50 conducteurs armé au chlorure de polyvinyle, du type utilisé ordinairement pour les circuits téléphoniques souterrains. Il est fixé solidement au tambour d'enroulement, d'une part, à la boîte de raccordement, d'autre part. Cette dernière également est visible sur la figure 3. Les connexions, dans la boîte d'arrivée et la boîte de raccordement, sont noyées dans une masse bitumineuse.

c) *Fiches de raccordement et dynamomètres.*

Les fiches solidaires de chaque dynamomètre s'engagent dans les douilles de la boîte de raccordement et ne peuvent donner de contact qu'après

avoir été vissées à fond sur ces douilles. Ce mouvement fait descendre deux broches d'acier pointues à travers un opercule de caoutchouc dans les godets de mercure de la douille (reliés par le câble aux pôles de la batterie). Simultanément, un groupe de broches de bronze s'enfoncent dans des douilles métalliques, pour fermer la diagonale du pont de mesure (galvanomètre).

Les câbles réunissant chaque fiche au dynamomètre correspondant ont trois conducteurs et sont revêtus de caoutchouc. Ils sont fixés au moyen des fils de remplissage, d'une part, à la fiche, d'autre part, au cylindre central portant les extensomètres de compensation, à l'intérieur du dynamomètre (fig. 4).

Le dynamomètre comporte trois jauges extensométriques actives montées sur la surface interne du cylindre extérieur, et trois jauges de compensation placées sur le cylindre intérieur qui n'est pas sollicité. Cette disposition diffère donc de celle qui a été décrite par le Professeur Brison. L'entrée du câble dans la capsule est scellée au moyen d'une masse bitumineuse.

Ce qui caractérise cet équipement, c'est l'usage d'un pont électrique simple, dans lequel on a éliminé les résistances de contact et les résistances sujettes à variation. Trois conducteurs suffisent pour raccorder chaque dynamomètre, tandis que le schéma du Professeur Brison fait usage de fiches à quatre broches et de deux paires de conducteurs, avec quatre contacts à mercure. Cette différence apparaît sur le schéma électrique figure 2. Le pont de mesure et le tambour du câble de la figure 3 peuvent se trouver en dehors de la taille, à une distance qui n'est limitée que par la longueur du câble téléphonique.

Ce matériel a été agréé pour l'ensemble des mines britanniques et l'on procède actuellement à sa mise en service au fond.

#### M. TINCELIN

Fait un bref résumé des travaux entrepris dans les mines de fer de Lorraine.

Le boulonnage du toit s'y est rapidement développé. On mesure les tensions dans les boulons au moyen de strain gauges montées à l'intérieur de manchons filetés réunissant les deux parties d'un boulon.

La mesure de la vitesse de propagation du son dans la roche permet de se faire une idée qualitative des pressions régnant à l'intérieur des piliers. On a constaté par cette méthode une répartition ondulatoire des pressions autour d'une excavation, tout au moins tant que la roche sollicitée reste dans le domaine élastique.

On a pu mettre en évidence une relation entre l'écartement des chambres d'exploitation et les chutes de toit.

Des essais par voie photoélastique vont être entrepris avec des modèles reproduisant les stratifications des terrains réels en tenant compte des propriétés différentes des bancs.

## Mesures des mouvements des épontes en voie

par J. AUDIBERT,

Ingénieur Divisionnaire au Groupe de Valenciennes  
des Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais.

### SAMENVATTING

In de groep Valenciennes (Bassin du Nord et Pas-de-Calais) werden de vervormingen gemeten van galerijen, vóór en na het voorbijtrekken van de pijler. Hiervoor werden vier verankeringstangen in de omtrek van een bepaalde doorsnede van de galerij gedreven, en de loodrechte zowel als de horizontale afstandsveranderingen tussen de ankerkoppen gemeten. Deze metingen zijn gedurende meerdere maanden in zeven galerijen herhaald geweest, met drie tot zes meetplaatsen per galerij.

De waarnemingen wijzen op een drukgolf, 0 tot 40 m vóór het pijlerfront, en op een achtersteun, 40 tot 110 m achter de pijler.

In onaangeroerd gebergte en vóór de drukgolf is de snelheid van de samendrukking in de orde van grootte van 0,1 mm per dag. De neerzinking ontstaat voor het grootste deel in de 20 m achter de pijler, en zij is praktisch volledig bij het voorbijtrekken van de achtersteun. Daarna geschiedt de stabilisatie op een asymptotische wijze, met een snelheid van 0,15 tot 0,7 mm per dag.

De cijfers die bekomen werden hangen wezenlijk af van de geaardheid van het omliggende gesteente. Hieruit kan geen algemene theorie over de gebergtebewegingen in de omgeving van de pijler afgeleid worden, doch wel een praktische bepalingwijze van de hoedanigheid van het nevengeesteente en een schatting vooraf van de mogelijke standtijd der galerijen die in een bepaalde laag gedreven worden.

Verder werden interessante waarnemingen uitgevoerd over slagen in het dakgesteente en over het zwellen van de vloer.

### RESUME

Au Groupe de Valenciennes du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, on a mesuré les déformations des voies avant et après le passage de la taille, en enfonçant quatre tiges de boulonnage dans le périmètre d'une section de la galerie et en mesurant les variations des distances horizontales et verticales entre les têtes des tiges. Les mesures ont été répétées pendant plusieurs mois dans sept voies, comportant chacune de trois à six stations de mesure.

Ces observations mettent en évidence une onde de charge, précédant de 0 à 40 m le front de taille, et une culée arrière, suivant à 40 ... 110 m derrière la taille.

En ferme et en avant de l'onde de charge, la vitesse de convergence est de l'ordre de 0,1 mm par jour. La plus grande partie de l'affaissement se produit dans les 20 m derrière la taille, et la quasi-totalité entre le passage de l'onde de charge et celui de la culée arrière. Derrière celle-ci, la stabilisation se fait d'une manière asymptotique, à la vitesse de 0,15 à 0,7 mm par jour.

Les chiffres obtenus dépendent essentiellement de la nature des terrains encaissants : ils permettent non pas d'échafauder une théorie générale des mouvements autour de la taille, mais de caractériser la qualité des stampes encaissant chaque couche, et de se faire une idée du temps de conservation probable des voies tracées dans cette couche.

On a pu, de plus, faire des observations intéressantes sur les coups de charge et sur le soufflage du mur.

### I. — METHODES DE MESURES

La présente étude rassemble les résultats de mesures de convergence effectuées dans sept voies de taille du Groupe de Valenciennes; dans cinq de ces voies on a utilisé une même procédure que nous

appellerons mode opératoire général; dans une sixième voie, la procédure est une variante de la précédente.

*Mode opératoire général.*

Dans chacune des cinq premières galeries, on a choisi quatre ou cinq stations espacées d'une ving-

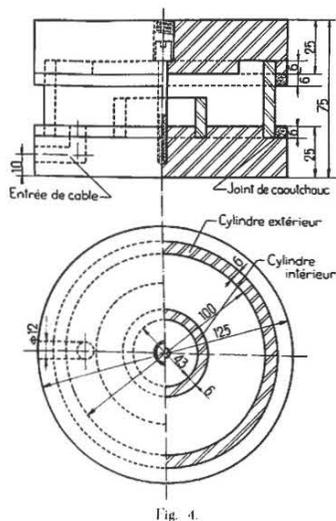


Fig. 4.