

Cette Journée est spécialement destinée aux exploitants belges et aura lieu uniquement en français. Néanmoins, lors des discussions, nos collègues étrangers pourront parler en allemand ou en anglais, la traduction sera assurée.

Au nom des Belges ici présents, j'adresse à nos hôtes d'Allemagne, France, Grande-Bretagne et des Pays-Bas, les meilleurs souhaits de cordiale bienvenue. Ce sont tous d'éminents spécialistes en matière de pressions de terrain et du soutènement. Leur présence nous honore et témoigne de l'intérêt du sujet.

## OPENINGSTOESPRAAK

door J. VENTER,

Directeur van Inichar.

Mijne Heren,

Ik ben bijzonder gelukkig U op deze Studiedag te verwelkomen. Deze zitting is gewijd aan de metingen met betrekking tot het gebergtedruk en de ondersteuning in de mijnen. De mededelingen streven er toe een overzicht te geven van de metingen die werkelijk uitgevoerd werden, en de uitslagen ervan te verklaren.

Wij zijn er inderdaad van overtuigd dat deze metingen het beste, zoniet het enigste onderzoekingsmiddel zijn om het in België bijzonder moeilijk vraagstuk op te lossen van de ondersteuning in de diep gelegen pijlers. Dit vraagstuk blijkt ons tegenwoordig nog niet opgelost te zijn, en hierdoor blijven veel andere vragen hangend.

Voor die redenen had Inichar in 1951 een Symposium ingericht over het gebergtedruk en de ondersteuning in de afbouwplaatsen. De vergadering van vandaag is een gedeeltelijk vervolg op het hoofdstuk van de drukkings- en vervormingsmetingen.

Dhr Stassen, Hoofdingenieur bij Inichar, zal U binnen enkele ogenblikken aan de wezenlijkste besluiten van 1951 herinneren. Hij zal U vervolgens de hoofdlijnen uiteenzetten van de werken die sedertdien op het zelfde gebied in de verscheidene landen uitgevoerd werden.

In aansluiting met hun arbeid bij de N.V. Charbonnages du Hainaut, te Hautrage, zullen de HH. Professoren Brison en Jacquemin nogmaals een bijdrage leveren tot de meting van gebergtedrukkingen.

Dhr Audibert, Afdelingsingenieur bij de Groep van Valenciennes van de Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, zal U spreken over de bewegingen in het nevengeesteente rond de galerijen.

Dhr Chaineaux, Ingenieur bij Cerchar, zal U de uitslagen uiteenzetten van de nieuwste meetcampagnes in Lotharingen, in opdracht uitgevoerd van de « Commission française d'Etude des Pressions de Terrains », waarvan de Voorzitter, dhr Bosc, hier aanwezig is.

Dhr Weber, Bergreferendar, die eveneens hier een bijdrage zou brengen, heeft zijn medewerking moeten afzeggen, voor redenen die van hem onafhankelijk zijn.

Inichar overweegt en organiseert metingsarbeiden in pijlers en in galerijen. De meting van de belasting op de stempels in de pijlers stuit op de moeilijkheid dynamometerdozen te vinden die tevens nauwkeurig en stevig zouden zijn, de belastingswijze van de ondersteuning niet zouden wijzigen, en het gelijktijdig uitvoeren van een groot aantal metingen mogelijk zouden maken.

Voor de meting van de weerstand van het nevengeesteente tot het indringen van de stempels, hetgeen kostbare inlichtingen verschaft, ligt een materieel voorhanden dat voldoening schenkt.

Wat de galerijen betreft werd onlangs een proef ingezet in een Luikse koolmijn. In de voetgalerij van een pijler, die 900 m ver gedreven moet worden, zullen een tiental verschillende ondersteuningssoorten telkens op een lengte van 50 tot 100 meter aangebracht worden. Menigvuldige metingen zullen op regelmatige tijdstippen uitgevoerd worden. Ieder element wordt genummerd en heeft een eigen steekkaart. De verankering van het hangende (roof bolting) kreeg hierbij een ruim aandeel. Zij blijkt ons heel wat meer te zijn dan hetgeen een humorist in 1951 als « een regenscherm voor schoon weder » bepaalde.

Ik herinner nogmaals aan de welbepaalde opdracht van de huidige studiedag: berichten over daadwerkelijk uitgevoerde metingen en verklaring hiervan.

Deze studiedag is in het bijzonder bestemd voor de Belgische mijnuitbaters. Frans zal de enigste voertaal zijn. Nochtans zullen onze buitenlandse gasten voor de bespreking Duits of Engels kunnen spreken. Voor de vertaling wordt gezorgd.

In naam van de hier aanwezige Belgen heet ik onze gasten uit Duitsland, Frankrijk, Groot-Brittannië en Nederland van harte welkom. Zij zijn allemaal hoogstaande deskundigen op het gebied van gebergtedruk en ondersteuning. Door hun aanwezigheid voelen wij ons zeer vereerd. Zij getuigt voor het belang van het behandeld onderwerp.

## Introduction à la journée des mesures relatives aux pressions de terrains et au soutènement

par P. STASSEN,

Ingénieur en Chef à INICHAR.

### SAMENVATTING

De uiteenzetting herinnert aan de nieuwe opvattingen ter zake en aan de besluiten die getroffen werden op dit gebied door verscheidene vreemde proefnemers sinds de Internationale Conferentie van Luik in 1951. Vier punten weerhielden bijzonder de aandacht:

1) De weerstand van de muur tegenover de indringing van de stijlen. Nieuwe proefnemingen met hydraulische persen « Dowty » en « Eisenwerk Wanheim » hebben de geringe specifieke weerstand van de muren, de belangrijke plaatselijke variaties en de vermindering van die weerstand met de tijd doen uitschijnen. Het basisvlak van de meeste gebruikte stijlen is te klein om de voorziene lasten te dragen zonder in de muur te dringen.

2) De meting van de door de stijlen gedragen lasten. De gegevens zijn talrijk, maar moeilijk te interpreteren. Men kan gemiddelden opstellen, maar dit volstaat niet om de invloed te doen uitschijnen van de verschillende factoren die in de controle van het dak tussenkomen. In Groot-Brittannië heeft het meer veralgemeend gebruik van de hydraulische stijlen « Dowty » toegelaten eenvoudige en nauwkeurige metingen te verrichten zonder de ondersteuningsvoorwaarden te wijzigen.

3) De wijze waarop de omliggende terreinen zich verhouden en de sollicitaties van de ondersteuning in de ontginningsgalerijen.

Men heeft de meting van de belasting der verschillende typen van galerijbekledingen uitgebreid en men heeft verschillende proeven met roof-bolting uitgevoerd, zowel in het dak als in de muur.

Talrijke waarnemingen bevestigen de gunstige invloed van dit procédé op het gedrag der terreinen en hoofdzakelijk op het lossen en verschuiven der banken.

4) De nieuwe meetapparaten:

- De stratascoop laat toe de beweging der strata's in een boorgat na te gaan.
- De romometer laat toe de relatieve bewegingen van dak en muur aan te tonen en te meten, zowel de convergentie als de zijdelingse verplaatsing.
- De dynamometers die de meting van de belasting op de schachtbekledingen mogelijk maken.

### RESUME

L'exposé rappelle les idées nouvelles et les conclusions émises sur ce sujet par divers expérimentateurs étrangers depuis la Conférence Internationale de Liège en 1951. Quatre points ont particulièrement retenu l'attention:

1) La résistance des murs à la pénétration des étaçons. De nouveaux essais réalisés avec les presses hydrauliques Dowty et Eisenwerk Wanheim ont fait ressortir la faible résistance spécifique des murs, les variations locales importantes, la diminution de cette résistance avec le temps. La section de base de la plupart des étaçons utilisés est en général trop petite pour leur permettre de supporter, sans pénétrer dans leur fondation, les charges pour lesquelles ils sont construits.

2) La mesure des charges supportées par les étaçons. Les données sont nombreuses, mais il est très difficile de les interpréter. On peut établir des moyennes, mais cela ne suffit pas pour mettre en évidence l'influence des différents facteurs qui interviennent dans le contrôle du toit. En Grande-Bretagne, l'emploi de plus en plus développé de l'étaçon hydraulique Dowty permet de faire des mesures simples et correctes sans modifier les conditions de soutènement.

3) Le comportement des épontes et les sollicitations du soutènement dans les galeries d'exploitation. On a intensifié la mesure des charges supportées par les différents types de revêtement des galeries et on a fait divers essais de boulonnage du toit et du mur.

Des observations nombreuses ont mis en évidence les effets favorables du boulonnage sur la tenue des terrains et principalement sur les décollements et les glissements des bancs.

4) Les nouveaux appareils de mesures :

- le stratascope permet d'observer, dans des trous de sonde, le mouvement des strates;
- le romètre permet de mesurer et d'indiquer les mouvements relatifs du toit et du mur, qu'il s'agisse de convergence ou d'un déplacement latéral;
- les dynamomètres pour mesurer les sollicitations appliquées aux revêtements de puits.

La Conférence Internationale de Liège en 1951 comportait une section intitulée « Mesures des pressions et des mouvements de terrains ».

Le rapport général présenté par M. de Crombrugge, au nom d'Inichar, en conclusion des travaux de cette section recommandait, en terminant, d'intensifier dans les mines les mesures des charges supportées par les éléments du soutènement, aussi bien dans les tailles que dans les galeries.

Les exposés de MM. Wöhlbier, Brison et Jacquemin visaient tout spécialement ce chapitre et le rapporteur disait à ce sujet :

« Ces mesures sont indispensables si l'on veut contrôler le comportement des étaçons en taille et le comparer aux caractéristiques exigées. Elles permettent seules de déterminer les points faibles du soutènement et l'influence des différents modes d'abatage ou de remblayage sur son comportement.

» Dans une taille, la nature géologique des épon-tes est une donnée de la nature. Il faut adapter en conséquence :

- » le mode d'abatage.
- » le mode de soutènement.
- » la caractéristique des étaçons.
- » le mode de remblayage.

» Seule, la mesure systématique, si possible continue et simultanée, des charges portées par un nombre suffisant d'étaçons permet de coordonner ces différents éléments d'une façon rationnelle. Les mêmes considérations valent pour les cadres de voies ».

## I. — LA RESISTANCE DES EPONTES A LA PENETRATION DES ETANÇONS

C'est un point très important et sur lequel on n'a peut-être pas assez insisté en 1951.

En Grande-Bretagne, depuis de nombreuses années déjà, MM. Evans et Winstanley ont entrepris une campagne systématique de mesures pour déterminer la résistance du mur à la pénétration des étaçons. Ils en ont fait part dans les rapports qu'ils ont présentés à la Conférence de Liège.

C'est à la suite de cette campagne qu'ils ont constaté qu'avec les sections de base des étaçons habituellement utilisés, le mur des différentes couches était en général poinçonné alors que la charge sur les étaçons était inférieure à 20 tonnes. Le contrôle du toit dans ces chantiers étant satisfaisant avec le matériel de soutènement dont on disposait, on en a conclu qu'il était inutile d'employer des

MM. Winstanley et Evans ont attiré l'attention sur la mesure des mouvements relatifs des épontes (verticaux et horizontaux) et tout spécialement sur les décollements de bancs. Ces mesures sont aussi d'un intérêt indiscutable pour les exploitations.

Le rapporteur disait à ce sujet :

« L'observation régulière des affaissements et mouvements autour d'une taille indiquera bien souvent la cause de difficultés éventuelles et dans quelle direction il faut chercher le remède (rigidité ou flexibilité du soutènement) ».

Les rapports présentés par les Conférenciers d'aujourd'hui exposeront les résultats des observations récentes faites dans ce domaine en Belgique et en France.

Le but de cette introduction est de rappeler les conclusions et les idées essentielles publiées par d'autres expérimentateurs, Anglais, Allemands, Français depuis la Conférence Internationale de Liège en 1951.

L'exposé est divisé en quatre parties qui concernent :

- la mesure de la résistance des épontes à la pénétration des étaçons,
- la mesure des charges supportées par les étaçons et de leur coulissement,
- le comportement des épontes et les sollicitations du soutènement dans les galeries d'exploitation en insistant spécialement sur le rôle du boulonnage dans le renforcement du soutènement et le renforcement des bancs du toit et du mur,
- les appareils de mesure.

étaçons d'une résistance supérieure à 20 tonnes. Ce fut l'origine et le développement de l'étaçon hydraulique Dowty dont la force portante est limitée à 20 tonnes.

L'emploi de plus en plus généralisé de ces étaçons dans les exploitations britanniques a permis d'obtenir de nouvelles données sur la résistance des épontes à la pénétration des étaçons et sur les charges que ces étaçons supportent.

Des étaçons hydrauliques ont été transformés en presses hydrauliques d'une capacité de 20 tonnes et on a fait des essais de poinçonnage d'épontes avec des plaques d'assise de différentes sections. La fig. 1 montre quelques courbes de pénétration en fonction de la charge. Avec un plateau de 22,5 cm de diamètre (400 cm<sup>2</sup>), la charge augmente réguli-

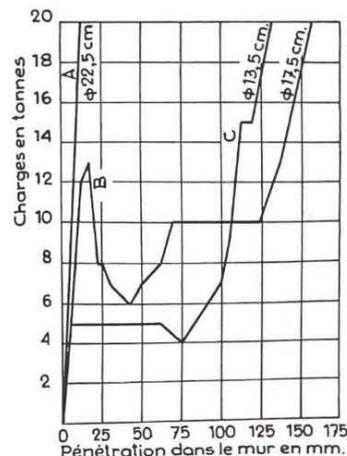


Fig. 1. — Courbes de pénétration dans le mur, en fonction de la charge exprimée en tonnes, pour des étaçons Dowty équipés de pied de différentes sections.

rement jusqu'à 20 tonnes. La pénétration dans le mur est faible et progressive (courbe A).

Avec un plateau de 17,5 cm de diamètre, (240 cm<sup>2</sup>) la charge monte d'abord régulièrement jusqu'à 13 tonnes. Sous cette charge, l'étaçon poinçonne le mur et la charge qu'il supporte tombe à 6 tonnes.

La charge ne remonte que faiblement alors que la pénétration dans le mur atteint 12,5 cm. Ce n'est qu'à cette profondeur que l'étaçon trouve une nouvelle assise suffisamment résistante et que la charge supportée remonte régulièrement jusqu'à 20 tonnes. La pénétration totale dans le mur est alors de 15,5 cm. Le même essai de mise en charge dans la même taille, repris avec un plateau de 15,5 cm de diamètre (145 cm<sup>2</sup>), montre que l'étaçon poinçonne le mur sous une charge de 5 tonnes. La pénétration est profonde et ce n'est qu'à 10 cm dans le mur que l'étaçon trouve une nouvelle assise suffisamment résistante. La charge augmente régulièrement jusqu'à 20 tonnes.

Ces essais montrent l'importance capitale que le mur joue dans la tenue du toit. Quand le mur casse, la charge supportée par l'étaçon diminue et la pénétration continue sous une charge beaucoup plus faible jusqu'au moment où le pied de l'étaçon rencontre un banc dur qui peut à nouveau servir de fondation.

Le plateau de 15,5 cm de diamètre qui poinçonne le mur sous une charge de 5 tonnes a une section de 145 cm<sup>2</sup>; cette section est déjà supérieure à celle de plus de 80 % des étaçons en service dans les mines belges. En effet les étaçons Gerlach, GHH, Schwarz-Becorit etc. ont des sections qui varient de 100 à 144 cm<sup>2</sup>.

Les types d'étaçons lourds pour couches de plus de 2 mètres d'ouverture ont rarement une section de base de 12 × 12 cm.

\* \* \*

Au cours de l'année dernière, M. H. Jahns d'Essen a entrepris des essais similaires dans les mines de la Ruhr avec des étaçons hydrauliques Eisenwerk Wanheim transformés en presse hydraulique. Cette presse peut développer une force de 0 à 40 tonnes et les essais ont eu lieu avec une gamme de plateaux dont la section variait de 50 à 500 cm<sup>2</sup>.

Les résultats ont été publiés récemment dans la revue Glückauf (1). Les courbes de pénétration dans le mur en fonction de la charge présentent exactement la même allure que celles qui ont été obtenues en Grande-Bretagne. La figure 2 donne les résultats de ces essais effectués dans la couche R<sub>1</sub> au siège Friedrich Heinrich.

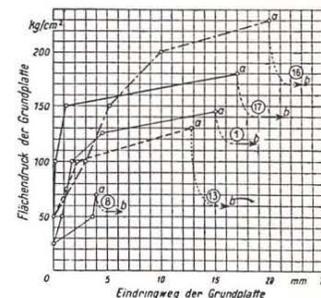


Fig. 2. — Pénétration dans le sillon de charbon adhérent au mur en couche R<sub>1</sub>, en fonction de la charge exprimée en kg/cm<sup>2</sup>.

Les plateaux 15, 16 et 17 ont une section de 100 cm<sup>2</sup>.  
Les plateaux 1 et 8 ont une section de 200 cm<sup>2</sup>.  
Eindringweg der Grundplatte : enfoncement de la plaque d'assise.  
Flächendruck der Grundplatte : pression spécifique sur la plaque d'assise.

Avec une section de 200 cm<sup>2</sup>, le mur est poinçonné pour une charge spécifique de 145 kg/cm<sup>2</sup>, ce qui correspond à une charge sur l'étaçon de 29 tonnes. Sous cette charge, le mur casse, l'étaçon y pénètre tandis que la charge tombe à 23,5 tonnes. La pénétration dans le mur augmente rapidement alors que la charge reste constante.

Au cours de trois essais effectués avec un pied de 100 cm<sup>2</sup> de section, on a obtenu la rupture du mur respectivement pour des charges de 13, 18 et 25 tonnes et la pénétration a continué sous des charges de 6, 14 et 17 tonnes. (fig. 3).

On constate des variations très importantes de la résistance spécifique du mur d'un point à l'autre de la taille et parfois même en des points très voisins.

On comprend alors aisément, que même si tous les étaçons sont parfaitement identiques, on puisse avoir une répartition inégale de la charge. Si un étaçon poinçonne le mur, sa charge diminue brus-

(1) « Die Messung der Festigkeit des Hangenden und Liegenden in Strebraum », par le Dr Ing. Hans Jahns - Essen, Glückauf, 9 mai 1953, p. 445 à 454.



Fig. 3. — Rupture du mur lors d'un essai de pénétration — Sur la photo, le plateau de base est souligné par un trait blanc.

quement et la pression se reporte sur les étaçons voisins.

Si localement, la résistance spécifique du mur est plus grande, des étaçons voisins peuvent donc supporter des charges très différentes.

Ces mesures ont aussi mis en évidence un autre fait important : il s'agit de la diminution de la résistance spécifique du mur avec le temps. Dans une taille, on constate une diminution de la résistance spécifique du mur à partir du front vers les remblais. Dans un exemple cité par M. Jahns, la moyenne arithmétique des résistances spécifiques du mur dans la nouvelle allée était de 155 kg/cm<sup>2</sup>, dans l'allée découverte 48 heures auparavant, elle n'était plus que de 86 kg/cm<sup>2</sup>.

Au point de vue pratique, ces mesures ont également conduit à d'autres conclusions intéressantes.

## II. — MESURE DES CHARGES SUPPORTÉES PAR LES ÉTANÇONS

En ce qui concerne les charges supportées par les étaçons, les mesures entreprises dans la Ruhr depuis quelques années ont été poursuivies sur une vaste échelle tandis qu'elles se sont développées en Sarre, en France, en Grande-Bretagne et en Belgique. Il y a lieu de citer à ce sujet les rapports de MM. Kuhn et Wöhlbier, présentés au Congrès de Leoben en 1952, et l'étude de M. Vidal, publiée dans la Revue de l'Industrie Minière.

En conclusion des mesures effectuées en Sarre, M. Vidal écrit : (2)

« Pour donner des résultats, les mesures doivent être nombreuses et faites avec soin et méthode. Pour avoir une vue d'ensemble correcte des pressions dans une taille de 200 mètres, il est indispensable de disposer d'au moins 60 à 80 dynamomètres de bonne qualité. M. Vidal insiste sur la qualification du personnel chargé de suivre les essais qui, dans le bruit et le mouvement de la

Dans un chantier, on avait un sillon de charbon de 5 cm d'épaisseur qui collait au mur. En l'abandonnant, on disposait d'une face lisse favorable au pelletage manuel; en l'enlevant, le mur était très inégal et s'écaillait. Les essais de poinçonnage ont montré que le sillon de charbon offrait une meilleure assise au soutènement que le mur sous jacent.

Dans ce chantier remblayé par fausses voies, le contrôle du toit était bon malgré la pénétration de certains étaçons dans leur fondation. On utilisait 5 types d'étaçons dont les sections de base étaient respectivement de 120, 140 et 170 cm<sup>2</sup>. Tous ces étaçons étaient construits pour supporter 40 tonnes.

D'après les mesures faites, les étaçons de 120 cm<sup>2</sup> de section ne pouvaient supporter que des charges de 10 à 18 tonnes et ceux de 170 cm<sup>2</sup>, de 14,5 à 26 tonnes.

L'auteur estime que, dans ces conditions, il y avait intérêt à employer des étaçons plus légers, plus maniables, coulissant à 20 tonnes, mais avec une section de base de 170 cm<sup>2</sup>.

Ces observations montrent qu'il faut adapter la section de base aux caractéristiques qu'on exige de l'étaçon, en fonction de la résistance à la pénétration des murs. Vu la faible résistance spécifique de la plupart des murs, on aurait intérêt à assurer le soutènement des chantiers d'abatage en combinant l'emploi d'étaçons de bonne qualité coulissant sous une charge de 20 tonnes avec des piles caissons à large surface d'appui (telles que Mainsforth — Mécapile — Cométal). Des étaçons de 20 tonnes sont en général très suffisants dans l'allée en cours d'abatage et dans l'allée de transport, tandis que les piles prendraient les fortes charges qu'on observe habituellement dans l'allée voisine de la charnière de foudroyage.

» taille, sont difficiles à conduire. Les chiffres sont à relever avec soin par des exécutants impartiaux, intelligents et exercés ».

Il est indispensable d'employer un appareil de mesure qui ne modifie en rien les conditions de travail de l'élément du soutènement. Or la plupart des dynamomètres (les appareils de Wöhlbier, Losenhausen, Maihak, etc) ont la forme de larges plateaux dont la surface est 2 ou 3 fois plus grande que celle du pied des étaçons habituellement utilisés.

Si dans un chantier à mur tendre on dispose côte à côte des étaçons ordinaires et des étaçons posés sur de larges plateaux dynamométriques, on modifie considérablement les conditions de soutènement. Les étaçons ordinaires poinçonnent le mur sous des charges relativement faibles et les étaçons sur dynamomètres sont anormalement surchargés. Les mesures ne reflètent nullement l'image des charges normalement supportées par les étaçons de la taille.

L'appareil de MM. Brison et Jacquemin a le grand avantage d'avoir une base tout à fait identi-

que à celle de l'étaçon, par contre l'appareil est d'un maniement plus délicat.

En Grande-Bretagne, l'étaçon hydraulique Dowty permet de faire des mesures simples et correctes sans modifier aucunement les conditions de soutènement. L'étaçon dynamométrique est un étaçon ordinaire équipé d'un manomètre. En disposant un nombre suffisant d'étaçons dynamométriques dans la taille, on a immédiatement une bonne vue d'ensemble de la répartition des charges sur les éléments du soutènement. (fig. 4).

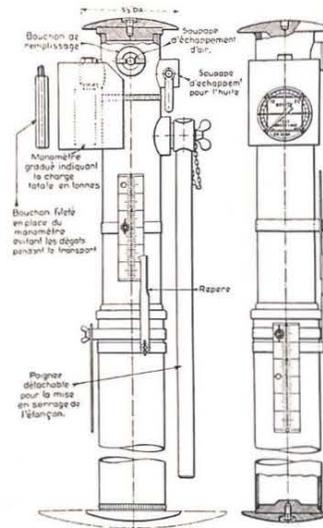


Fig. 4. — Étaçon dynamométrique Dowty.

Les mesures faites avec des dynamomètres rustiques ont cependant donné des résultats et des renseignements très utiles à la conduite des exploitations.

## III. — LE COMPORTEMENT DES EPONTES ET LES SOLlicitATIONS DU SOUTÈNEMENT DANS LES GALERIES D'EXPLOITATION

Au Congrès de Leoben encore, deux rapports très importants ont été présentés sur ce sujet :

Le premier, de M. Ritter (4) passe en revue tous les types de soutènement en usage dans les voies d'exploitation des mines de la Ruhr. De nombreuses photos prises dans les galeries permettent de se rendre compte de l'efficacité des soutènements et de leur adaptation aux conditions de gisement (pendage et ouverture des veines).

(4) « Grundzüge und Ziele der Entwicklung des neuzzeitlichen Abbaustreckenausbau, erläutert an Beispielen aus dem Grubenbetrieb », par le Dr Hans Ulrich Ritter — Glückauf, 21 juin 1952, p. 605 à 625.

1) A Velsen, en Sarre, par exemple, les mesures ont démontré que l'étaçon de renforcement placé avant le foudroyage ne supportait aucune charge.

2) Les mesures ont aussi démontré que tous les étaçons coulissent plus fortement dans la mine qu'au banc d'essai, c'est-à-dire à la presse. Les courbes d'affaissement en fonction de la charge sont toujours plus aplaties.

La mesure des charges permet de contrôler le fonctionnement des étaçons et de voir s'ils conservent leurs caractéristiques originelles après un certain temps de service au fond.

3) D'après les mesures faites jusqu'à présent sur les étaçons à frottement, on constate que la répartition des charges est extrêmement irrégulière.

M. Kuhn a présenté au Congrès de Leoben, en 1952, un rapport très important sur les résultats des mesures effectuées dans les charbonnages de la Ruhr (5). Les données sont nombreuses, dit-il, mais il est très difficile de les interpréter. On peut établir des moyennes mais cela ne suffit pas pour mettre en évidence l'influence des différents facteurs qui interviennent dans le contrôle du toit.

En conclusion, l'auteur relève les points suivants qui paraissent bien établis :

- 1) la charge à front est en général faible;
- 2) la charge croît plus ou moins régulièrement jusqu'aux 2/3 de la largeur de l'atelier de travail. C'est en général l'avant dernière file d'étaçons vers l'arrière qui est la plus chargée;
- 3) la charge d'un étaçon ne change pas pendant les jours d'arrêt du chantier ;
- 4) dans les chantiers foudroyés, l'accroissement de charge sur les étaçons s'observe principalement à la fin du poste d'abatage. Il y aurait lieu de faire des mesures analogues dans des chantiers remblayés;
- 5) les courbes des charges prises par les étaçons sont beaucoup plus régulières et plus calmes quand le toit est schisteux que quand il est gréseux;
- 6) les étaçons à frottement ont des comportements très différents et présentent des irrégularités de fonctionnement qui donnent lieu à une répartition très inégale des charges.

Le dernier chapitre du rapport est consacré aux mesures des sollicitations du soutènement des galeries, entreprises par MM. Weber et Wöhlbier.

M. Weber aurait dû nous faire part aujourd'hui des nombreuses observations qu'il a faites à ce sujet et nous regrettons vivement son absence.

Je me bornerai à citer un exemple de mesures faites par M. Weber, présenté par M. Ritter (fig. 5).

(2) « Mesures de pressions de terrain » par V. Vidal, Revue de l'Industrie Minière juillet 1952, p. 499 - 510.

(5) « Ergebnisse neuer Untersuchungen an Stempeln verschiedener Abbaustrecken » par Otto Kuhn, Glückauf, 21 juin 1952, p. 625 à 650.

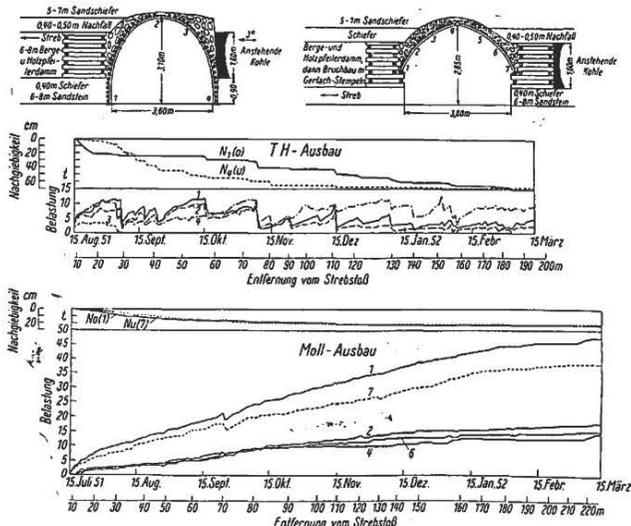


Fig. 5. — Mesures des charges supportées par des cadres Moll et Toussaint Heintzmann dans une voie d'exploitation d'un gisement en plateaux au siège Sachsen (d'après Weber — Wühlhler).  
Entfernung vom Strebstöß : distance au front de taille  
Belastung : charges.  
Nachgiebigkeit : affaissement.

Il s'agit d'une galerie d'exploitation dans une couche de 1,60 m d'ouverture dont une section est revêtue de cadres Toussaint Heintzmann de 21 kg/m, et l'autre de cadres Moll de 29,5 kg/m. On a disposé un certain nombre de boîtes dynamométriques sur le pourtour et sous les pieds des cadres. On a mesuré les charges et l'affaissement jusqu'à 220 mètres en arrière de la taille.

Pour les cadres Moll, les dynamomètres 3 et 5 n'ont pris aucune charge. Les pressions latérales et en couronne sont restées faibles, de l'ordre de 15 tonnes à 220 mètres en arrière du front. La charge au pied des cadres est forte et monte régulièrement jusqu'à 45 et 50 tonnes. Les cadres ne semblent pas encore avoir atteint leur charge maximum.

La section de 2,85 m de hauteur sur 3,80 m de largeur à la base a été réduite à 2,52 m × 3,68 m. La diminution de section est très faible; on constate une tendance au flambage des segments du cadre.

Dans le cas du cadre Toussaint Heintzmann, la charge sur la boîte 3 est restée nulle. La charge sur les boîtes 1, 2 et 4 n'a jamais dépassé 12 tonnes. Dès qu'elle atteignait 12 t, le cadre couillait et se déchargeait. A 200 mètres des fronts, le recouvrement des segments atteignait 1,50 m à l'amont et 1,30 m à l'aval.

La section originelle de 5,10 m sur 5,60 m était réduite à 2,20 m sur 5,54 m. Cette section était encore suffisante pour les besoins du chantier.

Il y a lieu de remarquer que, dans cet exemple, le cadre Moll est posé d'une façon assez irrégulière. Si les semelles avaient été posées au niveau du toit

de la couche, le cadre aurait été entièrement encasté dans le toit; il aurait alors participé au mouvement de l'ensemble du toit et suivi son affaissement en fonction du tassement et de l'écrasement des remblais. Les sollicitations du cadre Moll n'auraient pas été plus fortes que celles du cadre Toussaint Heintzmann. Le creusement de la galerie aurait coûté un peu plus cher mais à 220 mètres en arrière du front, on aurait conservé une hauteur de plus de 3 mètres et le danger de détérioration du cadre aurait été complètement écarté.

Dans le cas de fortes sollicitations sur une galerie, c'est certainement cette solution qui donnera le plus de satisfaction; elle a l'inconvénient d'être plus chère par suite de la consommation importante de bois de piles, mais elle est cependant économique car elle ne nécessite aucun travail d'entretien.

Le deuxième rapport important présenté à Léoben est celui de MM. Jacobi et Middendorf sur le boulonnage du toit dans les galeries d'exploitation au siège Neumühl (5).

Les observations et mesures faites à propos du boulonnage du toit à ce siège s'inscrivent dans le cadre d'une vaste étude d'ensemble entreprise par :  
la direction du siège,  
la D.K.B.L. et,  
la Gutehoffnungshütte (G. H. H.)

(5) Extrait de « Ankerausbau in Abbaustrecken » par H. Middendorf et D. Jacobi. Glückauf 21 juin 1952, p. 656 à 644.

Il s'agit de déterminer les sollicitations subies par les roches et le soutènement d'une galerie d'exploitation quand d'un côté on a du remblai qui s'écrase et de l'autre, le massif de charbon en place.

Les sollicitations du soutènement des galeries sont fonctions de ce déséquilibre et des mouvements qu'il engendre dans les roches. Il existe une différence fondamentale entre ces galeries d'une part et d'autre part :

— les galeries en roches.

Les essais ont eu lieu à l'étage de 830 mètres dans la voie de transport d'une taille chassante ouverte dans la couche Albert 1<sup>er</sup> de 1,12 m d'ouverture et inclinée à 12°. Cette voie a été poussée 90 mètres en avant du front de taille. Les boulons ont été placés dans une zone non influencée par les travaux d'exploitation dans le but d'étudier leur comportement avant, pendant et après le passage de l'exploitation.

Avant le boulonnage, le soutènement de la galerie

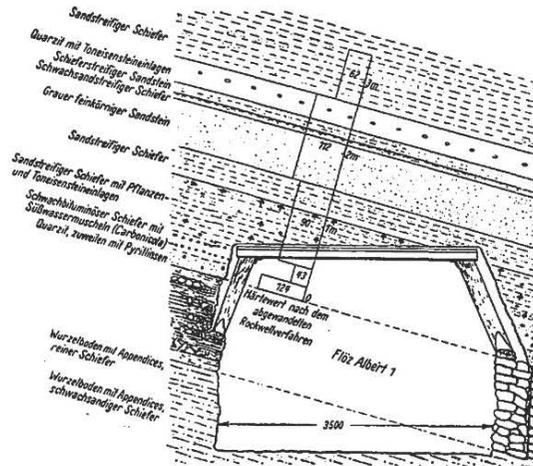


Fig. 6. — Nature des terrains encassants. Bosseymet et revêtement de la voie de transport dans la couche Albert 1.

- les galeries avec exploitation des deux côtés,
- les galeries des mines américaines le long desquelles on n'exploite généralement pas (on abandonne des stois importants de charbon pour les protéger).

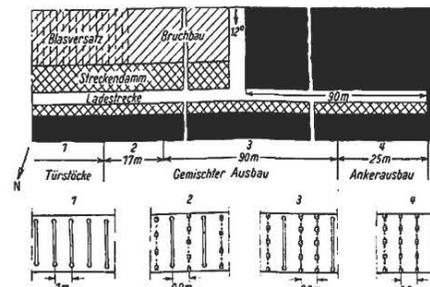


Fig. 7. — Vue en plan de la voie de transport dans la couche Albert 1 avec définition des sections équipées de revêtement différent :

Türstücke : revêtement constitué de portiques;  
Gemischer Ausbau : revêtement mixte.  
Ankerausbau : section entièrement boulonnée.

était assuré par des portiques distants de 1 m d'axe en axe. Ces portiques étaient constitués d'un rail porté par deux courts étauçons en bois, reposant l'un sur un mur de pierres et l'autre à mi-hauteur d'une pile de bois (fig. 6). Le mur de pierres était édifié dans une basse taille de 2 m de longueur. Ce soutènement offrait une certaine élasticité. Le toit était entaillé du côté amont sur 0,50 m et du côté aval sur 1,50 m d'épaisseur. Le mur était coupé de façon à disposer d'une bonne hauteur de chargement.

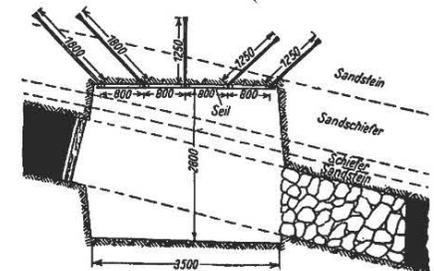


Fig. 8. — Disposition des boulons et du bosseymet dans la section équipée d'un revêtement mixte.

Lors du boulonnage, on plaça alternativement un portique et une rangée de boulons à 0,90 m l'un de l'autre. On espaca de plus en plus les portiques en disposant entre eux d'abord deux, puis trois rangées de boulons (fig. 7 et 8). Dans les 25 derniers mètres, le coupage de la galerie eut lieu uniquement dans le mur, ce qui permit de boulonner les bancs intacts du toit; on abandonna les portiques (fig. 9).

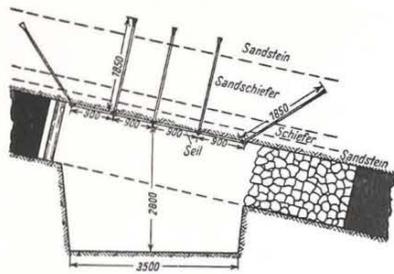


Fig. 9. — Disposition des boulons et du bosseyement dans la section entièrement boulonnée.

Au cours des essais, les observations ont été très nombreuses et on a mesuré :

- 1) le rapprochement des éontes.
- 2) les changements d'inclinaison des bancs,
- 3) les ouvertures entre bancs décollés;
- 4) les glissements des bancs du toit.

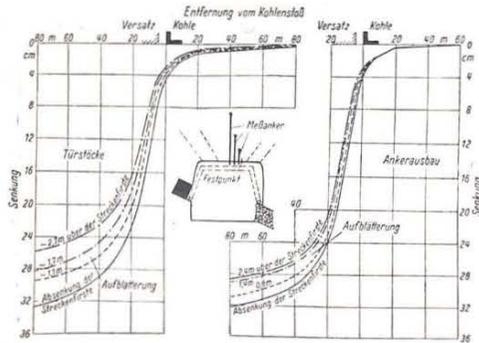


Fig. 10. Affaissements et décolllements des bancs du toit suivant le profil n long de la galerie.

- Entfernung vom Kohlenstoß : distance au front de taille.
- Versatz : remblais.
- Kohle : massif de charbon.
- Senkung : affaissement.
- Aufblätterung : décolllement.
- Absenkung der Streckenliste : Affaissement du toit de la galerie.
- Türstücke : portiques.
- Ankerbau : boulons.
- Festpunkt : point fixe.
- Messanker : boulons de mesure.

- (Les observations 3) et 4) ont eu lieu dans des trous de sonde de 45 à 220 mm de diamètre)
- 5) les charges sur les montants des cadres trapézoïdaux.
- 6) les efforts de traction sur les boulons.
- 7) les charges sur le remblai après passage de la taille.
- 8) le tassement des remblais.

Mesure des affaissements et des décolllements.

Déjà à 80 mètres en avant du front de taille, on observe de faibles affaissements qui augmentent lentement et linéairement (fig. 10). A 20 mètres, l'affaissement du toit est de 12 mm. A l'approche de la taille, l'affaissement augmente plus rapidement; il atteint 50 mm au passage du front. Après le passage de la taille, il augmente très rapidement; il est de 240 mm (24 cm) à 20 m et atteint 35 cm à 80 m en arrière de la taille.

L'affaissement total du toit est le même dans la section boulonnée que dans celle revêtue de cadres trapézoïdaux (voir courbe inférieure sur les deux diagrammes à droite et à gauche de la figure 10). C'est normal car l'affaissement du toit dépend du tassement des remblais.

Cependant les vides entre les bancs décollés sur une épaisseur de toit de 2,70 m sont très différents. La somme des vides entre bancs sur cette épaisseur est obtenue pour chacune des abscisses en mesurant la différence des ordonnées entre les courbes inférieure et supérieure sur chacun des diagrammes. En comparant les décolllements dans les deux tronçons de galerie équipés de deux revêtements différents, on obtient les valeurs reproduites au tableau 1.

TABLEAU I.

Somme des vides entre les bancs décollés pour une épaisseur de toit de 2,70 m.

	cadres trapézoïdaux	boulons
à 20 m en avant de la taille	14 mm	7 mm
à 30 m en arrière de la taille	65 mm	30 mm
à 80 m en arrière de la taille	75 mm	40 mm

Dans le tronçon boulonné, les plus grands décolllements s'observent au delà de la limite d'ancrage, c'est-à-dire entre 1,20 et 1,70 m de hauteur; cette observation montre que le boulonnage transforme l'empilage des bancs inférieurs en une dalle plus résistante (fig. 11a). Au contraire, dans le tronçon revêtu de portiques, les plus grands décolllements ont lieu entre les bancs constituant le premier mètre de toit; déjà à 5 mètres en arrière de la taille, ils atteignent 3 % de l'épaisseur de roche envisagée. Ces décolllements donnent lieu à une forte courbure des bancs inférieurs et ceux-ci se brisent et se délitent (fig. 11b).

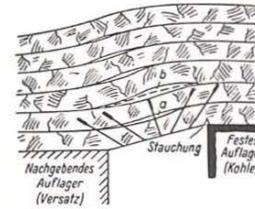


Fig. 11a. — Décolllements des bancs du toit dans la section boulonnée :

- a) plus petit vide.
- b) plus grand vide.

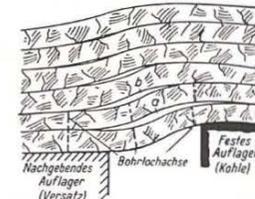


Fig. 11b. — Décolllements des bancs du toit dans la section sans boulons :

- a) plus grand vide.
- b) plus petit vide.

Nachgebendes Auflager (Versatz) : appui qui s'affaisse (remblais).

Festes Auflager (Kohle) : appui ferme (massif de charbon).

Stauung : compression.

Bohrlochachse : axe des trous de sonde.

Pour la dalle de toit boulonnée, le décollment n'est que 0,5 % à 5 m en arrière du front et 1,2 % à 40 m en arrière du front.

Une coupe transversale de la galerie montre des affaissements du toit très différents le long des deux parois. La figure 12 donne les courbes d'affaissements pour des distances croissantes à partir du front de taille ainsi que les vides entre bancs décollés, mesurés sur une épaisseur de toit de 1 m. Le tableau 2 résume les données essentielles de ces mesures.

Les décolllements ont été mesurés dans des trous de sonde. Ils sont d'abord plus grands le long des remblais mais après tassement, ils sont plus importants au centre de la galerie.

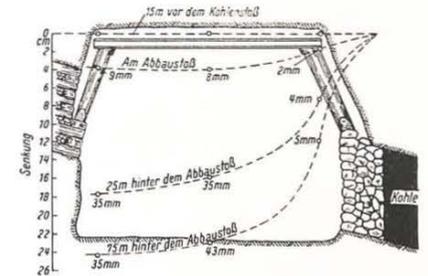


Fig. 12. — Affaissement du toit de la galerie suivant une section transversale à des distances différentes du front de taille (dans la section revêtue de portiques).

Les valeurs données en mm sur chacune des courbes indiquent les décolllements des bancs constituant le premier mètre du toit.

15 m vor dem Kohlenstoß : 15 m en avant du front de taille.

Am Abbaustoß : au passage du front.

25 m et 75 m hinter dem Abbaustoß : à 25 m et 75 m en arrière du front de taille.

Glissements de bancs.

Les observations dans les sondages ont révélé des glissements de bancs importants, de l'ordre de 30 mm dans la section revêtue de portiques 15 mm dans la section boulonnée.

Les bancs inférieurs sont toujours plus décalés du côté remblai que les bancs supérieurs. Les représentations schématiques (fig. 13 et 14) expliquent

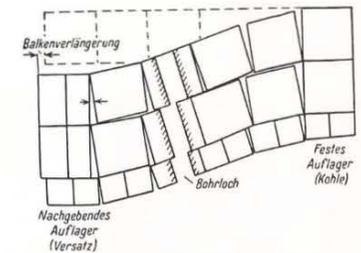


Fig. 13. — Représentation schématique des mouvements des bancs du toit par suite de l'affaissement inégal des deux appuis (pour le vocabulaire, voir fig. 11).

Balkenverlängerung : allongement de la poutre.

TABLEAU II.

Distances à partir du front de taille	Affaissement du toit		Somme des vides entre bancs décollés sur 1 m d'épaisseur		
	côté remblai	côté charbon	côté remblai	au centre	côté charbon
au front de taille	4 cm	2 cm	9 mm	8 mm	2 mm
à 25 m en arrière	18 cm	8 cm	35 mm	35 mm	4 mm
à 75 m en arrière	25 cm	12 cm	35 mm	45 mm	5 mm

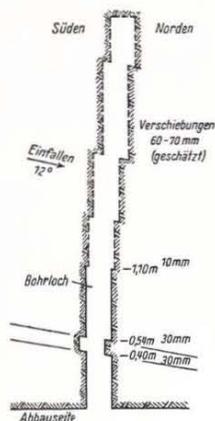


Fig. 14. — Glissements transversaux dans un sondage de grand diamètre.

Einfallen 12°. Inclinasion 12°.  
Bohrloch : trou de sonde.  
Abbauseite : côté exploité.  
Verschiebungen 60-70 mm (geschätzt) : déplacements 60 à 70 mm (évalués).

ces mouvements d'une façon très suggestive. L'influence du tassement des remblais sur les glissements de bancs est bien mise en évidence sur la fig. 15.

Les boulons doivent surtout s'opposer au glissement des bancs, ils ne supportent que rarement des efforts de traction importants (fig. 15).

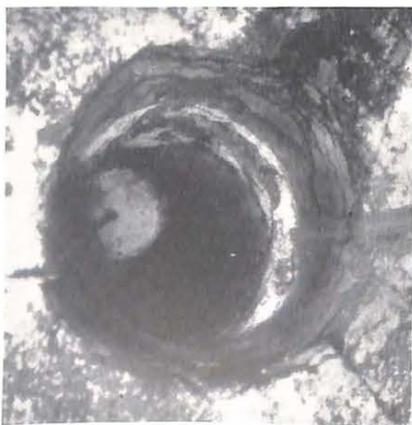


Fig. 15. — Photographie à l'intérieur d'un trou de sonde de grand diamètre montrant le déplacement relatif des bancs du toit (La demi-lune éclairée montre l'importance du glissement relatif).

Mesure des efforts de traction sur les boulons.

En avant de la taille, la traction exercée sur les boulons ne dépasse pas 2 à 3 tonnes (fig. 16).

Au passage de la taille, la traction monte à 5 et

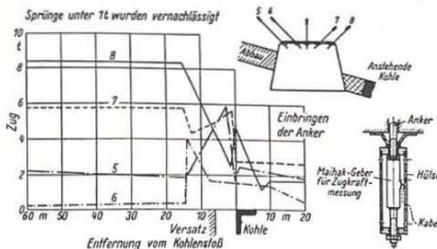


Fig. 16. — Efforts de traction sur les boulons 5 à 8. Appareil Maihak pour mesurer les tractions.

Zug : traction.  
Entfernung vom Kohlenstoß : distance au front de taille.  
Versatz : remblai.  
Kohle : charbon.  
Anstehende Kohle : massif de charbon en place.

6 tonnes. Immédiatement après, les boulons placés du côté remblai se déchargent, la traction se stabilise entre 0,5 et 2 tonnes. Pour les boulons situés du côté charbon, la traction monte jusqu'à 6 et 8,5 tonnes, puis se stabilise également déjà à 15 m en arrière de la taille.

La décharge des boulons côté remblai et la traction plus grande sur les autres sont une confirmation du glissement des bancs vers la zone exploitée et des sollicitations auxquelles les boulons doivent faire face.

Charges supportées par les montants des cadres trapézoïdaux.

A 50 m en avant de la taille, la charge sur les montants est de 2 tonnes environ; à 10 m, elle monte à 5 tonnes et au front de taille, elle atteint 16 tonnes (fig. 17). Au passage de la taille, les montants ont été enlevés pour permettre le ripage du convoyeur.

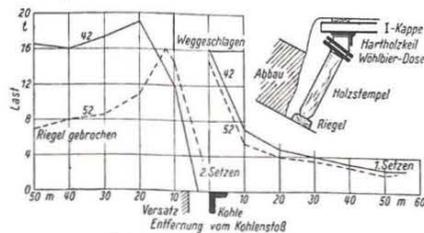


Fig. 17. — Diagramme des charges supportées par les montants des cadres trapézoïdaux.

Wählbier-Dose : dynamomètre de Wählbier.  
Setzen : pose de l'étau.  
Riegel : semelle.  
Hartholzkeil : coin en bois dur.  
Weggeschlagen : étançons enlevés.

En arrière de la taille, on observe une montée rapide de la charge; elle est déjà de 18 tonnes à 20 mètres. Quand la distance au front de taille augmente, la charge redescend à 16 tonnes et semble se stabiliser.

La charge sur un montant voisin (n° 52 sur la fig. 17) varié de la même façon mais la semelle en bois disposée sous le montant a cassé sous une charge de 16 tonnes, ce qui a eu pour effet de faire redescendre progressivement, à 8 tonnes, la charge supportée par ce montant.

Charges supportées par les remblais.

Les dynamomètres placés dans les remblais indiquent une charge croissante à partir du front de taille vers l'arrière (fig. 18). A 100 m du front, la charge n'était encore que de 80 kg/cm<sup>2</sup>, soit environ 40 % de la charge normale H 8 à cette profondeur. L'existence d'une culée arrière n'a pu être mise en évidence par ces mesures.

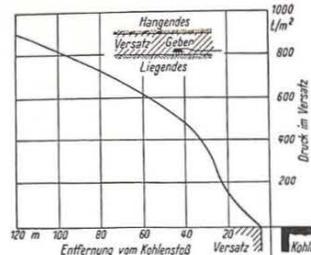


Fig. 18. — Diagramme montrant l'évolution des charges supportées par les remblais.

Druck im Versatz t/m<sup>2</sup> : pression sur les remblais en t/m<sup>2</sup>

En conclusion, l'auteur insiste sur l'effet favorable du boulonnage dans la tenue de la voie. A vue, on constate une différence entre les sections cadrées et boulonnées. Dans la section cadrée, on constate un écaillage du toit; les décolllements entre les bancs du bas toit et les glissements relatifs entre ces bancs sont plus grands que dans la section boulonnée. Les boulons consolident le toit et transforment l'empilage des bancs en une dalle plus résistante.

Quand on fait du boulonnage, il faut laisser le toit intact, c'est de cette façon qu'on s'oppose le mieux aux poussées latérales. Il faut également poser les boulons aussitôt que possible après la découverte du toit.

Dans les galeries avec massif en place d'un côté et remblai de l'autre, il faut, avec tous les genres de revêtement, édifier un mur de remblai suffisamment large et compact pour diminuer la flexion des bancs et éviter la formation de fissures et de zones comprimées dans la section de la galerie.

\*\*\*

Aux mines de fer de Lorraine, on a également fait une campagne de mesures intéressantes dans des galeries boulonnées. Les conditions y sont différentes de celles des mines belges de charbon, mais

la lecture du rapport publié dans la Revue de l'Industrie Minérale (6) peut apporter des données très utiles à ceux qui désirent entreprendre des essais de boulonnage en galeries.

\*\*\*

Essais de boulonnage du mur au moyen de fers à béton cimentés (7).

Par analogie avec les dispositifs d'ancrage utilisés pour fixer des machines à leur fondation, M. Langecker, Directeur de la Mine Hausham en Haute Bavière, imagina d'utiliser des fers à béton, disposés dans des trous forés dans le mur et noyés dans du ciment, pour empêcher ou freiner les soulèvements des bancs de roches.

Les fers à béton utilisés ont 14 ou 19 mm de diamètre. Le fer a un profil brisé pour augmenter l'adhérence et il est noyé dans un ciment à prise rapide (fig. 19).

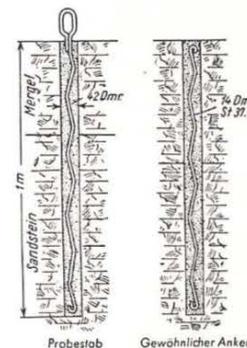


Fig. 19. — Ancrage du mur au moyen de fers à béton cimentés.

Probtestab : tige d'essai.  
Gewöhnlicher Anker : ancrage ordinaire.  
Mergel : marne.  
Sandstein : grès.

Les premiers fers d'ancrage ont été équipés d'une oreille pour permettre l'exécution d'essais de traction. Vingt quatre heures après la pose, une forte traction ne donne lieu à aucun déplacement du fer et la rupture a lieu immédiatement sous l'oreille, c'est-à-dire tangentiellement au bord du trou; la tige de 14 mm de diamètre casse sous une traction de 6 à 8 tonnes et celle de 19 mm de diamètre sous une traction de 10 à 14 tonnes.

Dans sa forme définitive, le fer est recourbé aux deux extrémités. Il est enfoncé dans un trou de 42 mm de diamètre et de 1 m de profondeur à moitié

(6) «Le soutènement suspendu dans les Mines de fer», par MM. Bresteau, Hemin, Herdlicka, Pierre et Tinclin. Revue de l'Industrie Minérale, 1952, octobre — n° 585, p. 725 à 762.

(7) Extrait de «Versuche zur Verankerung der Gebirgsschichten, besonders im Liegenden» par L. Langecker. Glückauf, 8 novembre 1952, p. 1086 à 1090.

rempli de ciment. Dès que le fer est en place, on achève le cimentage du trou. A l'orifice, il n'y a qu'un simple bouchon de ciment; il n'y a pas de plateau de recouvrement.

Avant l'ancrage, le mur de la galerie gonflait à quelques mètres en arrière de la taille; actuellement, le mur est encore intact après plusieurs mois. L'ancrage presse les bancs les uns contre les autres et empêche leur mouvement; on constitue en quelque sorte un massif de roche armé.

#### IV. — LES APPAREILS DE MESURE.

##### 1) Le stratoscope.

Le stratoscope est un instrument optique qui a été mis au point par le Bureau of Mines aux Etats-Unis. Il est basé sur le principe du périscope et permet d'effectuer des observations à l'intérieur des sondages. L'instrument comporte une lunette d'observation et un tube à rallonges, pourvu en tête d'une ampoule électrique de 4,5 volts qui éclaire les parois du trou. Les rayons lumineux sont ramenés à l'oculaire par deux prismes (fig. 20). L'ampoule est alimentée par la batterie d'une lampe à casque. L'observation se fait au moyen d'une lunette de visée d'arme à feu.

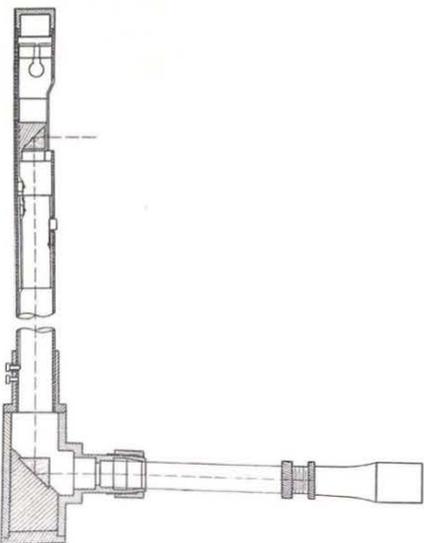


Fig. 20. — Plan schématique du stratoscope pour l'observation à l'intérieur de trous de sonde de 56 mm de diamètre et de 5 m de profondeur (appareil conçu par le Bureau of Mines aux Etats-Unis).

Il existe deux types d'appareil — l'un pour l'examen visuel seulement et qui peut être employé dans des trous de 56 mm de diamètre et de 5 m de profondeur — l'autre permet de photographier les

Ce dispositif d'ancrage coûte 12 à 20 francs par trou sans compter les frais de foration. Il présente l'avantage de pouvoir être mis en place immédiatement après l'enlèvement du charbon, même dans une couche de faible ouverture. La flexibilité du fer à béton permet de l'introduire dans le trou, même si on ne dispose pas d'une hauteur égale à la longueur de la tige. Si des travaux d'entretien sont nécessaires, les fers à béton sont facilement enlevés ou sciés.

parois du trou; dans ce cas le trou de sonde doit avoir 60 mm de diamètre et la profondeur d'investigation est portée à 6 mètres.

Des essais sont actuellement en cours aux Etats-Unis dans une galerie desservant une longue taille chassante. Plusieurs sondages ont été forés dans le traçage en ferme et des observations fréquentes avec photographie des parois permettent de suivre le comportement des terrains en avant, au passage et à l'arrière du front de taille. On observe nettement la formation des décollements et la fracturation des roches. (fig. 21 et 22).

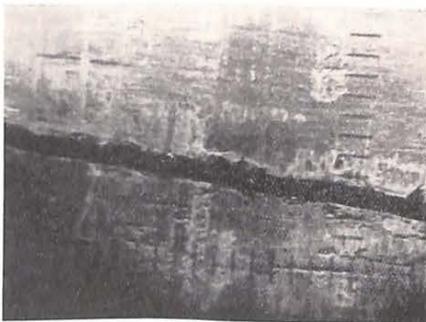


Fig. 21. — Photographie d'un décollement de bancs prise dans un trou de sonde (distance entre les graduations 1/20 de pouce).

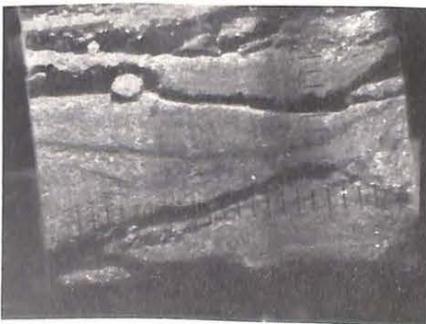


Fig. 22. — Photographie prise dans un trou de sonde montrant la fracturation des roches.

L'instrument est particulièrement intéressant dans les applications du boulonnage du toit. Il permet de choisir le banc le mieux approprié à l'ancrage et de surveiller l'efficacité du boulonnage.

Des observations périodiques permettent de voir les décollements et de détecter les points faibles de l'ancrage.

##### 2) Le romomètre.

Instrument conçu par le National Coal Board pour mesurer et indiquer les mouvements relatifs du toit et du mur, qu'il s'agisse de convergence ou d'un déplacement latéral. (fig. 23).



Fig. 23. — Le Romomètre (Roof Movement Meter).

Il comporte essentiellement un clinomètre monté sur une tige télescopique. L'extrémité supérieure de la tige qui s'applique au toit est sphérique, l'inférieure est formée d'une lame de couteau qui repose sur une plaque de base fixée au mur. La lame de couteau est attachée latéralement à la tige télescopique de façon à former joint universel entre la tige et la plaque et permettre le pivotement dans toutes les directions.

La tige télescopique porte une échelle graduée qui mesure la convergence. Le clinomètre comporte deux cercles, l'un vertical et l'autre horizontal, et un niveau sphérique à bulle d'air. Le corps du clinomètre peut tourner librement autour de la base qui est fixée à la tige télescopique.

L'inclinaison de la tige est donnée par le cercle vertical. Connaissant à tout moment la longueur de la tige télescopique, on peut calculer l'amplitude du déplacement.

La direction du déplacement est donnée par le cercle horizontal. On mesure l'écart par rapport à la direction originelle matérialisée par la lame de couteau.

##### 5) Mesures des sollicitations appliquées aux revêtements de puits.

A Augusta Victoria, dans la Ruhr, on a disposé des boîtes dynamométriques à différentes profondeurs entre le terrain et le revêtement, lors du creusement d'un nouveau puits. On préconise l'extension de cette pratique aux puits en creusement et en approfondissement de façon à disposer d'un grand nombre de mesures (fig. 24).

Ces recherches ont pour but de déterminer l'ordre de grandeur des tensions radiales sur la colonne du puits, la répartition des pressions et leur direction, l'influence de la profondeur, de la nature des terrains, du pendage etc. sur les cuvelages et les revêtements des puits au cours de leur existence.

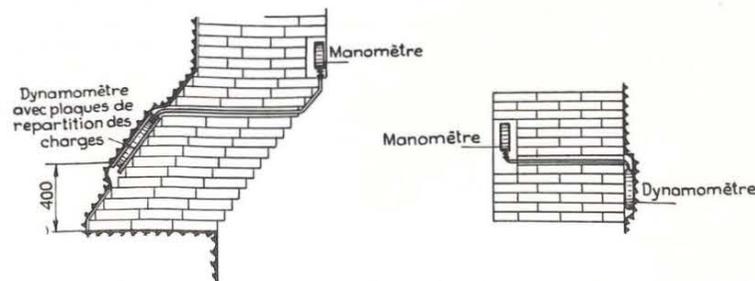


Fig. 24. — Boîtes dynamométriques disposées derrière les revêtements de puits.

## 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.*