

Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier
Haute Autorité

Deuxième Journée d'Information

LE GRISOU ET LES MOYENS DE LE COMBATTRE

LUXEMBOURG, 10 FEVRIER 1967

DEUXIEME JOURNEE D'INFORMATION
ORGANISEE PAR LA HAUTE AUTORITE DE LA COMMUNAUTE EUROPEENNE
DU CHARBON ET DE L'ACIER

Le grisou et les moyens de le combattre

Luxembourg, 10 février 1967

La Haute Autorité de la C.E.C.A. avait organisé à Luxembourg une première Journée d'information sur « Le grisou et les moyens de le combattre », le 12 juin 1963. Cette Journée avait pour objet de rendre publics les premiers résultats des recherches sur le grisou effectuées par les instituts de recherche minière avec l'aide financière de la Haute Autorité. Ces recherches concernent le gisement et le dégagement du grisou dans les mines et les dégagements instantanés de gaz.

Le 10 février 1967, la Haute Autorité a organisé une deuxième Journée d'information sur le même thème dont le but était de faire connaître les résultats pratiques de ces recherches obtenus depuis 1963.

Des représentants de l'Allemagne, de la Belgique, de la France et des Pays-Bas, appartenant au Comité d'experts « Grisou et Aérage » ont été chargés de traiter chacun, pour l'ensemble de la Communauté, l'un des sujets suivants : l'importance de la tâche de recherche et d'exploitation que nécessite la maîtrise du grisou dans les mines de charbon, mesure de la concentration en gaz du charbon, dégagement de grisou dans les chantiers d'exploitation, moyens de lutte contre le grisou dans les chantiers d'exploitation, dégagement de grisou dans les travaux préparatoires et moyens de le combattre.

La Journée a été ouverte par M. DEL BO, Président de la Haute Autorité ; elle a été présidée par M. SENNEKAMP, Directeur Général de la Direction Générale Charbon. M. STASSEN, Directeur de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière (Inichar), en a dirigé les débats et M. WONNERTH, Conseiller à la Haute Autorité, en a tiré les conclusions.

Deux cent cinquante personnes des six pays de la C.E.C.A. et des invités de la Grande-Bretagne et de l'Autriche ont assisté à cette Journée.

Le présent volume publie le texte des exposés, des contributions à la discussion et des conclusions de cette Journée d'information.

1. — H. SENNEKAMP, Directeur Général de la Direction Générale Charbon, Haute Autorité, Luxembourg.
Allocution de bienvenue.
2. — D. DEL BO, Président de la Haute Autorité, Luxembourg.
Discours d'ouverture.
3. — W. SCHMIDT-KOEHL, Saarbergwerke A.G., Saarbrücken.
La maîtrise du grisou dans les mines de charbon. Tâche de recherche et d'exploitation.
4. — K. PAUL, Steinkohlenbergbauverein, Essen.
Mesure de la concentration en gaz du charbon et de la fraction de cette concentration qui se dégage dans les mines.

5. — J. GUNTHER, Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France, Verneuil-en-Halatte.
Dégagement du grisou dans les chantiers d'exploitation.
6. — R. VANDELOISE, Institut National de l'Industrie Charbonnière, Liège.
Moyens de lutte contre le grisou dans les chantiers d'exploitation.
7. — H. WILDSCHUT, Centraal Laboratorium, Staatsmijnen/DSM, Geleen.
Le dégagement de grisou dans les travaux préparatoires et les moyens de le combattre.
8. — Bibliographie.
9. — *Contribution à la discussion.*
10. — G. WONNERTH, Direction Générale Charbon, Haute Autorité, Luxembourg.
Conclusions et perspectives d'avenir.

Un film consacré aux nouveaux dispositifs de lutte contre les nappes de grisou et réalisé par le Steinkohlenbergbauverein a été présenté au cours de la Journée.

L'impression et la correction des preprints et la publication définitive de toutes les communications de cette Journée d'information — en allemand, français et néerlandais — ont été assurées par le service de rédaction d'Inichar, pour le compte de la Haute Autorité de la C.E.C.A. Ce travail a exigé de Mademoiselle B. GOFFART, Chef du Service de rédaction d'Inichar et de ses collaboratrices, ainsi que de l'imprimeur, un effort considérable dont il faut les remercier très vivement.

Allocution de bienvenue

H. SENNEKAMP

Directeur Général de la Direction Générale Charbon, Haute Autorité

Monsieur le Président, Mesdames et Messieurs,

Je suis très heureux de l'honneur qui m'est fait de vous souhaiter la bienvenue à Luxembourg pour la deuxième Journée d'information sur le grisou, et je me félicite de la présence parmi nous de M. Dino Del Bo, Président de la Haute Autorité, qui a accepté de prononcer le discours d'ouverture. Je salue tout particulièrement Messieurs les représentants de la Commission de la recherche scientifique et de la culture, ainsi que de la Commission de la protection sanitaire du Parlement européen, les experts venus de Grande-Bretagne et d'Autriche, les membres du Comité consultatif et de l'Organe Permanent pour la sécurité dans les mines de houille, les membres de la Commission internationale de la technique minière et de la Commission de recherche « Charbon » de la Haute Autorité, ainsi que les experts délégués par les entreprises, les représentants des travailleurs, des groupements professionnels et de la science minière, Messieurs les professeurs des écoles des mines, écoles techniques supérieures et universités, ainsi que leurs collaborateurs et les scientifiques des disciplines voisines. Je salue également Messieurs les représentants de la presse, en particulier ceux de la presse technique spécialisée.

Je tiens particulièrement à exprimer ma reconnaissance à tous nos chercheurs et hommes de science qui ont accompli le travail dont nous entretenons aujourd'hui et dont profiteront demain nos entreprises ainsi que leur personnel.

Le montant total des fonds de recherche fournis jusqu'à présent par la Haute Autorité au titre de l'article 55, n° 2 c) du traité C.E.C.A. s'élève à quelque 85 millions de dollars (unités de compte AME), dont environ 25 millions ont été affectés à la recherche technique « Charbon », où la recherche sur le grisou occupe une place importante.

Les travaux, dont il va être rendu compte aujourd'hui, ont pour la plupart été effectués avec un esprit de coopération exemplaire dans des centres

de recherche minière et dans des exploitations appartenant aux quatre pays producteurs de charbon de la Communauté. Ils ont toutefois été notablement complétés et élargis par les travaux de nombreux scientifiques et chercheurs attachés à différentes écoles supérieures et universités et à divers centres de recherche.

Tout en encourageant financièrement la recherche, la Haute Autorité s'emploie à améliorer la coopération entre les instituts de recherche et à coordonner leurs travaux. Elle veille tout particulièrement à ce que les résultats obtenus soient effectivement rendus accessibles et utilisables à tous les intéressés dans la Communauté. La présente Journée d'information a été prévue dans ce dessein et pour permettre un échange de vues fructueux entre les hommes de science ici présents.

Nous espérons que cette manifestation vous permettra de tenir de première main des renseignements aussi complets que possible sur l'état d'avancement de la recherche et de la mise au point dans ce secteur qui intéresse au même titre les entreprises et les travailleurs. Mais nous espérons avant tout que ce colloque contribuera à faire avancer la technique minière un peu plus dans la voie conduisant à l'élimination des dangers que présente le grisou.

Permettez-moi d'exprimer ici mes remerciements à ceux qui feront des exposés et au grand nombre de ceux qui par leurs interventions vont contribuer à la discussion. Je tiens à remercier tout particulièrement M. Stassen, Directeur de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière de Belgique, qui non seulement s'est déclaré disposé à diriger les débats que comportera la manifestation d'aujourd'hui, mais aussi à aider par ses conseils la Haute Autorité à la préparer.

Mesdames et Messieurs, je puis me dispenser d'évoquer moi-même le contenu, l'objectif ou même les résultats de toutes ces vastes recherches. M. Schmidt-Koehl, membre technique du Comité

de direction de la Société des Saarbergwerke, qui siège également dans notre Comité d'experts « Grisou et Aérage », vous fera un exposé global des problèmes qui seront examinés aujourd'hui. Quatre autres exposés vous informeront ensuite des plus importants et des tout derniers enseignements tirés de la recherche sur le grisou et, enfin, la Direction générale « Charbon » essaiera de dresser un bilan des résultats obtenus jusqu'ici dans ce domaine.

Mesdames et Messieurs, ces explications générales avaient pour objet de situer la manifestation d'aujourd'hui et de vous signaler en même temps l'importance qu'attache la Haute Autorité à la

recherche sur le grisou, tant du point de vue de l'amélioration des produits charbonniers et, partant, de la compétitivité de l'industrie charbonnière, que dans l'optique de l'amélioration des conditions de vie et de la sécurité de nos mineurs de fond. La présence de Monsieur le Président de la Haute Autorité de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier témoigne de cette importance, ainsi que de l'intérêt que la Haute Autorité porte à la recherche technique. Nous sommes très reconnaissants à notre Président, M. Dino Del Bo, d'avoir trouvé le temps de prononcer lui-même l'allocution d'ouverture de notre Journée d'information.

Discours d'ouverture

D. DEL BO

Président de la Haute Autorité de la C.E.C.A.

Mesdames et Messieurs,

Si j'interviens au cours de cette Journée d'information consacrée à la recherche scientifique et plus spécifiquement à la lutte contre les explosions de grisou dans les mines de charbon, c'est tout d'abord pour montrer l'importance que j'attache au fait que dans cette ville, siège de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier, se trouve réuni un groupe aussi important d'éminents savants, techniciens, experts, mais aussi pour faire part de l'intérêt fondamental que porte la Haute Autorité tant à l'objet de vos recherches qu'à la recherche scientifique en général.

Vous n'ignorez pas qu'à la différence des deux autres Communautés de Bruxelles, notre Communauté a un budget autonome, alimenté par un authentique impôt européen prélevé sur les entreprises. Or il est bon de se rappeler que, parmi les principaux emplois du revenu du prélèvement, les dépenses consacrées à la recherche scientifique occupent une place de premier plan. Nous sommes convaincus que, pour des études aussi importantes que celle de la lutte contre les explosions de grisou dans les mines de charbon, les efforts isolés ne sont pas suffisants, pas plus que ne le sont les efforts d'une catégorie ou d'un groupe ; la coordination de toutes les énergies est absolument nécessaire. En d'autres termes, il est indispensable que les savants, les techniciens et les experts des états producteurs de charbon, membres de la Communauté d'abord, mais aussi des états producteurs de charbon de toutes les régions du monde, fassent converger leurs efforts et obtiennent le maximum de résultats pour pouvoir éliminer le plus rapidement possible, dans les mines, la menace d'un fléau aussi néfaste que celui des explosions de grisou. Cette action doit déboucher sur des résultats économiques et techniques, consistant à réaliser dans les houillères le maximum de productivité et de rendement du travail.

Trop souvent, la menace du grisou contraint nos entreprises à renoncer à ce qui serait une concen-

tration intéressante des installations dans le temps et surtout dans l'espace. Trop souvent encore, cette même menace du grisou contraint les entreprises charbonnières à renoncer à mettre en œuvre les instruments les plus modernes pour l'exploitation du charbon. Voilà pourquoi les recherches auxquelles nous nous consacrons actuellement ont une importance et un intérêt exceptionnels également du point de vue économique et technique. Néanmoins, permettez-moi de souligner que là n'est pas l'objectif qui nous intéresse le plus. Nous croyons que, dans tous les travaux collectifs et à plus forte raison dans une activité coordonnée par une organisation communautaire comme la nôtre, c'est à l'élément humain qu'il convient de réserver la première place et le rôle déterminant. C'est l'homme qui compte, s'il est vrai que dans toutes les catégories, dans la société, dans l'Etat, dans les organisations internationales et dans les organisations supranationales comme la nôtre, l'édifice politique est construit dans la mesure où il doit être mis au service de l'homme. Et pourtant nous savons que, malgré les efforts de chacun de nous, les tragédies provoquées par les explosions de grisou dans les mines de charbon n'ont pu encore être éliminées et que l'histoire déjà assez longue de notre Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier a été constellée d'épisodes tragiques au cours desquels, trop souvent, les mineurs ont eu à verser leur sang et ont compté parmi eux d'innocentes victimes.

Nous nous rappelons comment a été constitué, à un moment donné, principalement à la demande des gouvernements dont les citoyens ont, en tant que mineurs, fait les plus grands sacrifices et versé le plus de sang, un Organe Permanent pour la sécurité du travail dans les mines, Organe Permanent dont le fonctionnement et la présidence ont été confiés par les six gouvernements à la Haute Autorité. Cette collaboration et parfois même cette interdépendance entre les gouvernements des Etats membres et la Haute Autorité ont déjà donné des résultats importants et satisfaisants. Mais ici, nous sommes les premiers à reconnaître qu'il reste encore

beaucoup à faire et que d'autres objectifs doivent être atteints.

Nous devons replacer les problèmes que vous étudiez aujourd'hui et les solutions que vous proposez dans un contexte plus large, qui est celui de la situation de la recherche scientifique sur le continent européen en général, et en particulier dans les Etats membres de la Communauté Européenne, par rapport aux grands Etats tiers industrialisés.

Aujourd'hui l'opinion publique se trouve face à un problème, vrai ou faux, qui est celui de combler l'écart entre le niveau technologique de l'Europe et des Etats communautaires et celui des autres grands Etats tiers industrialisés. L'opinion publique se trouve face à un débat qui, très probablement, n'en est aujourd'hui qu'à ses débuts, mais qui, à mon avis, n'a aucune raison d'exister et surtout de se prolonger inutilement, à condition qu'en Europe, on ait la ferme intention de passer rapidement des discussions aux résultats concrets. Il me semble avant tout qu'il n'y a pas lieu de ressentir un complexe humiliant d'infériorité et qu'il est par conséquent indispensable d'affirmer que, du point de vue de la science et de la culture, les six Etats membres de la Communauté n'ont rien à envier aux autres Etats européens et aux autres grands pays tiers industrialisés. Par conséquent, si nous sommes comparables aux autres, du point de vue de la science et de la culture, il est facile d'en déduire que nous leur sommes égaux sur le plan de la recherche scientifique fondamentale ou de la recherche scientifique pure et que nous les devançons même dans certains secteurs déterminés. Le problème est différent si l'on considère les résultats qui restent encore à atteindre par les Etats membres de la Communauté et par les Etats européens dans le secteur de la recherche scientifique appliquée. A ce point de vue, je reconnais qu'il est parfaitement exact de dire, comme on l'a fait récemment, qu'en Europe, il faut avoir le courage de renverser définitivement une tendance. En effet, alors que jusqu'à ce jour, on a constam-

ment répété qu'il appartient à la recherche scientifique et surtout à la recherche universitaire de stimuler la recherche appliquée, nous devons aujourd'hui avoir le courage de reconnaître que c'est à la technologie et aux milieux dans lesquels elle trouve son application, c'est-à-dire aux entreprises, de stimuler, d'offrir les moyens et de susciter les occasions permettant à la recherche scientifique pure non seulement de se maintenir au niveau actuel mais de progresser et d'ouvrir de nouvelles voies aux applications technologiques. Ainsi seulement pourrions-nous réaliser un processus intéressant et fructueux d'osmose ; s'il ne pouvait en être ainsi, il nous faudrait alors conclure que la recherche scientifique, tant la recherche pure que la recherche appliquée, a peu de chances de conserver un niveau et une importance dignes de la tradition et de la civilisation européennes.

C'est pourquoi je pense qu'aujourd'hui, non seulement les milieux spécialisés mais l'opinion publique de la Communauté dans son ensemble, doivent accueillir avec une profonde satisfaction le fait qu'ici, à Luxembourg, soient réunis dans une communauté d'intentions, les représentants les plus qualifiés de la recherche scientifique pure et de la recherche scientifique appliquée. Cette réunion a un caractère spécial moins à cause du nombre des participants qu'en raison de la qualité, de la provenance et du milieu d'origine de ceux qui se préparent à contribuer par leurs études et par leur intelligence à la réalisation des objectifs qu'ils se sont fixés. Voilà pourquoi, en conclusion, je me fais l'interprète de la Haute Autorité de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier pour souhaiter que vos travaux, ouverts sous d'aussi bons auspices, puissent progresser et donner des résultats propres non seulement à honorer notre idéal européen et notre conception communautaire, mais propres surtout à servir la personne humaine dont chacun de nous à son poste s'est toujours efforcé et s'efforcera encore à l'avenir de défendre les intérêts et les droits souverains.

La maîtrise du grisou dans les mines de charbon

Tâche de recherche et d'exploitation

W. SCHMIDT-KOEHL,

Saarbergwerke A G

SOMMAIRE

1. Situation et difficultés particulières de l'industrie houillère.
2. Le grisou, danger pour l'homme et l'exploitation.
3. Le grisou en tant que problème de recherche et d'exploitation.
4. Problèmes pratiques de la lutte contre le grisou.
 41. La concentration en gaz et sa détermination.
 42. La fraction de gaz libérée et son calcul préalable.
 43. Irrégularités du dégagement du grisou.
 44. Mesures prises pour assurer le captage du grisou.
5. La lutte contre le grisou. Problème de la Communauté.
 51. Mise au point d'appareils de dosage et d'appareils avertisseurs de CO et CH₄.
 52. Dégagements instantanés.
 53. Gisement et dégagement du méthane dans les terrains houillers.
 54. Etudes géologiques et des gisements concernant l'origine et la présence du grisou dans les terrains houillers.
6. Contribution de la Haute Autorité de la CECA à la recherche effectuée dans la Communauté.
7. Conclusion et perspectives.

1. SITUATION ET DIFFICULTES PARTICULIERES DE L'INDUSTRIE HOUILLERE

La concurrence sur le marché de l'énergie étant devenue de plus en plus difficile au cours de ces dernières années pour l'industrie houillère, celle-ci

doit s'efforcer au maximum d'utiliser toutes les possibilités pour améliorer sa rentabilité et son caractère compétitif. Les mesures prises jusqu'ici dans les domaines de la rationalisation et de la mécanisation ont déjà permis d'accroître fortement la productivité. L'une des formes de développement les plus importantes permettant d'améliorer la rentabilité, réside dans la concentration de plus en plus grande de l'exploitation sur un nombre réduit de chantiers à forte production. Parallèlement à la concentration, il faut développer encore la mécanisation et tendre vers une automatisation poussée.

Cette évolution inévitable doit l'emporter sur une série de difficultés parfois importantes dues aux conditions naturelles du gisement. L'exploitation des mines dépend beaucoup de ces conditions et des réactions des terrains vis-à-vis de l'exploitation. On ne peut jamais prévoir l'influence des propriétés du terrain sur le déroulement de l'exploitation; celles-ci changent à la fois localement et dans le temps. Dans les mines la nature a rendu difficile l'établissement d'un planning technique et économique qui constitue une condition essentielle dans l'industrie moderne pour obtenir des résultats optima. L'exploitation minière doit toujours se réadapter aux conditions du gisement. Ces caractéristiques qui lui sont propres marquent particulièrement le métier et la tâche du mineur et elles imposent des conditions très dures à la technique.

La lutte pour l'amélioration de la sécurité du travail constitue une partie essentielle de l'action du mineur vis-à-vis des réactions du terrain. Comme on le sait, la sécurité est le premier impératif dans la mine; les précautions prises pour assurer la protection et la sécurité du personnel font partie des meilleures et des plus anciennes traditions de la mine.

2. LE GRISOU, DANGER POUR L'HOMME ET L'EXPLOITATION

Le grisou représente une source particulière de danger pour la sécurité dans les mines de houille. Dans de nombreux cas, il impose encore actuellement des limites étroites aux efforts de développement de la concentration, de la mécanisation et de l'électrification et aux possibilités de l'automatisation. De ce fait, il persiste à empêcher les améliorations recherchées en ce qui concerne la rentabilité et la position du charbon vis-à-vis de la concurrence.

Le grisou se compose d'hydrocarbures gazeux, principalement de méthane, et de petites quantités d'autres gaz tels que gaz carbonique et azote. Il s'est formé lors de la houillification c'est-à-dire lors de la transformation chimico-physique des matières premières végétales en tourbe, lignite et houille, pendant les temps géologiques. Il est pour ainsi dire un sous-produit de la formation des houilles.

Le grisou est en partie adsorbé et en partie contenu sous pression dans les pores, les espaces capillaires et les fissures de la houille et des épontes. La quantité de grisou contenue dans les terrains varie d'un chantier à l'autre, et, comme on sait, elle dépend essentiellement du nombre de veines, de la puissance des veines et de la pression du gaz. En outre, la composition et la structure des épontes, le mode de gisement des couches, le degré de houillification, la température et l'humidité des terrains, jouent un rôle essentiel.

Tout travail minier, fonçage de puits, creusement de galeries, exploitation de veines, permet au grisou de se dégager dans le chantier, soit de façon continue, soit de façon instantanée. Les quantités de gaz libéré sont le fait d'abord de la dislocation des terrains au voisinage du chantier et, seulement dans une plus faible mesure, du broyage du charbon lors de l'abattage. Dans les chantiers, le grisou se mélange au courant d'air. Les mélanges formés sont explosifs pour des teneurs en grisou comprises entre 5 et 15 % environ. Dans l'histoire de la mine, jusqu'à ces derniers temps, les explosions de grisou ont été à l'origine de nombreuses catastrophes dans lesquelles trop de mineurs ont perdu la vie et la santé.

3. LE GRISOU EN TANT QUE PROBLEME DE RECHERCHE ET D'EXPLOITATION

Depuis longtemps, dans tous les pays miniers, on lutte donc contre le grisou avec tous les moyens disponibles, afin d'arriver un jour à le maîtriser de façon qu'il ne puisse plus causer de dommages et, dans la mesure du possible, à l'employer utilement. La résolution de ce problème constitue toujours pour les mines une tâche collective, prioritaire incombant à la recherche et à l'exploitation. Comme on l'a dit, le problème du grisou est important non seulement pour la sécurité, mais encore du point de vue écono-

mique. Du reste, il existe de nombreuses relations entre les deux aspects du problème : sécurité et rentabilité. L'importance du problème du grisou augmente au fur et à mesure que l'exploitation devient plus profonde.

Par des mesures diverses touchant l'exploitation, la teneur en grisou du courant d'air doit être maintenue constamment au-dessous d'une limite fixée par l'Administration des Mines. Cette limite se trouve suffisamment loin de la limite d'explosion pour garantir constamment la sécurité. En général elle est maintenue grâce à la dilution du grisou dans le courant d'air. La quantité d'air frais amenée doit donc être suffisante. En cas de besoin, par exemple, s'il n'y a pas assez d'air disponible, il faut, en plus, capter le grisou dans la zone disloquée voisine du chantier, avant son entrée dans le courant d'air, et l'évacuer. Les différentes méthodes de captage du grisou ont déjà permis des améliorations sensibles, en ce qui concerne la sécurité et la rentabilité. Toutefois, on constate dès maintenant que ces mesures à elles seules ne suffisent plus à assurer l'augmentation indispensable de la production par chantier et le développement nécessaire de la mécanisation et de l'automation sur une grande échelle.

Par une étude approfondie du grisou, les mines doivent donc créer les conditions permettant de mieux maîtriser ce problème très complexe et mettre au point le plus rapidement possible de nouvelles mesures de lutte contre le grisou.

Dès les débuts de l'exploitation du charbon, des observations sur le grisou ont été faites et des résultats pratiques, rassemblés; à partir de ces connaissances, des mesures de sécurité et de lutte ont été élaborées. Peu à peu des recherches scientifiques étendues et précises ont été entreprises et, au cours de ces dernières années, dans les pays miniers et dans les bassins, des centres de recherches ont été créés qui étudient ce problème. Nous devons aux travaux antérieurs des connaissances fondamentales sur lesquelles s'appuient les recherches faites pour résoudre les problèmes qui se posent actuellement.

La création de la CECA a fourni à la recherche sur le grisou et à la lutte contre le grisou de nouvelles possibilités de collaboration sur une base plus large et de financement de vastes travaux. Sous la conduite de la Direction Générale « Charbon », la Haute Autorité de la CECA a contribué efficacement aux recherches dans le domaine du grisou, en fournissant d'importants moyens financiers et en favorisant une collaboration étroite entre les centres de recherches.

La Haute Autorité est partie du principe que pour l'étude du problème du grisou, il fallait appliquer conjointement des méthodes de travail scientifiques et minières. En outre, dans les bassins et les pays de la Communauté, en raison de conditions propres et de la position particulière du problème, certains

sujets essentiels de recherches avaient été dégagés, de sorte qu'un échange continu de résultats et une discussion réciproque ont fourni à tous les intéressés des indications précieuses et des compléments d'informations. Finalement, l'activité de la Haute Autorité vise à éviter l'éparpillement et le double emploi dans l'étude d'un problème si divers et à coordonner efficacement tous les travaux. La coordination et le partage des tâches entre les centres participants et le puissant soutien financier ont permis d'attaquer méthodiquement et simultanément le problème sous tous les aspects qui nous paraissent actuellement importants. Il convient de souligner que tous les participants effectuent là un travail collectif européen véritablement typique qui, de façon durable et aussi rapidement que possible, promet d'aider les mines dans le domaine de la lutte contre le grisou.

4. PROBLEMES PRATIQUES DE LA LUTTE CONTRE LE GRISOU

Si nous considérons le problème du grisou du point de vue pratique, deux questions importantes se posent pour l'organisation de l'exploitation : quelle quantité de grisou se dégagera lors de l'exploitation d'une veine et quelles méthodes doivent être appliquées pour éliminer le gaz ?

Pour répondre à ces questions, qui sont fondamentales pour la bonne marche de l'exploitation, il faut disposer d'un grand nombre de données et connaître la relation qui existe entre elles. La quantité de grisou à prévoir ne provient pas seulement du dégazage du charbon de la veine exploitée, mais aussi et souvent dans une grande proportion, du dégazage des couches situées au toit et au mur de la veine exploitée. Les conditions géologiques du gisement et les réactions mécaniques des terrains ont une grande importance pour le dégagement du grisou; comme nous l'avons déjà dit, l'influence de ces deux facteurs ne peut être prévue que de façon limitée.

41. La concentration en gaz et sa détermination.

Il est évident que le débit de grisou à prévoir dépend surtout de la concentration en gaz des terrains influencés par l'exploitation. Il faut donc d'abord arriver à déterminer cette concentration si l'on veut organiser efficacement l'aérage et la lutte contre le grisou. Les résultats des recherches subventionnées par la Haute Autorité ont déjà permis de donner des indications de ce genre. La recherche de méthodes de détermination de la concentration en gaz, applicables à l'exploitation, constitue un problème dont la compréhension et la résolution ont nécessité une série de recherches fondamentales. Par exemple, il a fallu étudier les propriétés de sorption du charbon en fonction de la pression du gaz, de la température, de la teneur en eau, de la houillification et de la

structure pétrographique. Pour cela, il a fallu d'abord mettre au point des appareils souvent coûteux et de nouvelles méthodes de travail dans différents laboratoires. Les résultats de plusieurs années de travail ont été confrontés et interprétés. En même temps que de nouvelles connaissances sur les lois physico-chimiques, ces recherches fondamentales et d'autres recherches ont donné la possibilité de mettre au point des méthodes simples et précises de détermination de la concentration en gaz.

42. La fraction de gaz libérée et son calcul préalable.

Cependant ceci ne nous permet pas encore de savoir quelle quantité de gaz est emmagasinée dans le massif. La connaissance de la concentration en gaz constitue seulement l'une des conditions nécessaires pour résoudre le problème. Nous devons aussi savoir quelle proportion de gaz initialement contenu dans le massif se dégagera probablement dans les chantiers lors de l'exploitation. Comme l'ont montré les recherches effectuées, la proportion de gaz libérée dépend du mode et du degré de détente du massif influencé par l'exploitation et de la pression du gaz. En raison du broyage dû à l'abattage, le gaz se dégage plus rapidement de la veine exploitée que des couches voisines au toit et au mur. La quantité de gaz dégagée est égale à la différence entre la quantité initiale de gaz dans la veine et la quantité de gaz restant dans le charbon extrait. Pour déterminer la quantité de gaz contenu initialement dans le charbon, on a mis au point différentes méthodes dont il sera question dans une des communications présentées. Il est extrêmement important — et il faut le souligner — que l'on donne une définition claire des termes employés.

Il est plus difficile de déterminer les quantités de gaz se dégageant au toit et au mur. Les mouvements mécaniques du terrain ont une grande influence. Leur ampleur est déterminée par de nombreux facteurs géologiques et miniers, par exemple par la structure du massif, la puissance de la veine, la vitesse d'avancement de l'exploitation, le mode de remblayage et le voisinage d'autres chantiers. On peut délimiter la zone de détente du massif entourant une taille ou zone d'influence de l'exploitation par la mesure des mouvements de terrains; par contre, il est plus difficile de préciser la zone d'où provient le grisou qui se dégage dans les chantiers. En général, le degré de dégazage des veines d'accompagnement décroît lorsque la distance par rapport à la veine exploitée augmente. Il faut connaître la courbe de décroissance du degré de dégazage mais elle n'est pas facile à déterminer et dépend de nombreux facteurs.

Cet aperçu suffira à montrer nettement l'étendue des recherches nécessaires pour déterminer la zone de dégazage et la quantité de gaz qui se dégage.

Pour résoudre le problème de la prévision du dégagement de gaz, problème qui est déterminant pour l'exploitation, différents centres de recherches ont mis au point des modèles pour le calcul du dégagement probable. Dans les parties vierges du massif les procédés de calcul qu'on en a tirés se sont révélés pratiquement applicables dans de nombreux cas lorsque l'on connaît suffisamment la structure pétrographique du terrain et la concentration en gaz du charbon. Toutefois, les ingénieurs de l'aérage n'ignorent pas que l'application de ces modèles de calcul ne permet jusqu'à présent de considérer les facteurs essentiels qu'avec des simplifications. Mais il faut arriver à affiner les méthodes de calcul en introduisant ces facteurs de façon qu'elles tiennent compte des multiples aspects de l'exploitation minière.

43. Irrégularités du dégagement du grisou.

Dans l'aménagement de l'aérage la prévision du débit de grisou constitue l'une des conditions préliminaires nécessaires. En effet, le dégagement ne se produit pas uniformément dans le temps. Les pointes peuvent être égales à plusieurs fois les valeurs moyennes de dégagement. C'est pourquoi il faut connaître les valeurs maxima possibles et savoir quand, où et pourquoi elles apparaissent.

Au cours de ces dernières années, l'emploi de grisoumètres enregistreurs a permis, dans les chantiers, de suivre la courbe de teneur en fonction du temps et du lieu. C'est seulement ainsi que l'on a pu éclaircir nettement la relation entre les variations de teneur en grisou du courant d'air et la marche de l'exploitation.

Dans les tailles on a constaté que l'évolution de la teneur en grisou dépendait nettement du rythme hebdomadaire de travail. Cette relation peut être établie statistiquement; naturellement il y a certains écarts. Les valeurs extrêmes apparaissant en dehors du domaine normal de dispersion sont déterminantes. Ces valeurs extrêmes et les anomalies obligent souvent à limiter ou à arrêter l'exploitation et elles représentent toujours une source de danger. Il faut donc les étudier avec soin, rechercher leur origine et trouver les mesures de sécurité convenables. Le Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France (Cerchar) s'est occupé particulièrement de ce problème qui est traité dans une communication spéciale.

Dans les galeries de préparation au rocher et de traçage le dégagement du grisou est plus facile à suivre. Généralement, dans les galeries, la zone d'alimentation est beaucoup plus réduite que dans les chantiers d'exploitation, car la détente du terrain environnant est plus faible. Dans les chantiers à aérage secondaire, il peut se former ce qu'on appelle des nappes de gaz lors du creusement des galeries. Il faut les diluer suffisamment et rapidement avec l'air de la mine. Une communication spéciale traitera

des phénomènes de dégazage et du contrôle du grisou lors du creusement des galeries.

Pour comprendre les variations observées dans le dégagement il est indispensable de connaître les lois de désorption du charbon disloqué et abattu. Les éléments de base nécessaires ont été aussi établis dans le cadre des recherches financées par la Haute Autorité.

44. Mesures prises pour assurer le captage du grisou.

L'augmentation de la production par chantier est accompagnée d'un accroissement du débit de gaz dégagé. On sait en outre que la production de gaz augmente avec la profondeur d'exploitation. Enfin, la limitation de l'abattage à un plus petit nombre de veines entraîne également une augmentation du dégazage global de l'ensemble des couches intéressées. Déjà maintenant, dans de nombreux chantiers, il n'est plus possible d'évacuer le grisou seulement par dilution dans le courant d'air et il faut avoir recours à des méthodes de captage spéciales pour extraire parfois du massif des quantités considérables de grisou. Pour ces raisons, l'importance des mesures prises pour assurer le prédégazage augmentera encore considérablement à l'avenir dans les mines de la Communauté.

Ces mesures consistent actuellement, dans les différentes méthodes, à capter le grisou dans la zone de détente formée autour des chantiers. Ainsi, on réduit la venue du grisou dans les chantiers. Les relations directes existant entre les effets mécaniques de l'abattage et le dégagement et l'écoulement du grisou servent de base à la mise en œuvre des méthodes de captage. Le captage par trous de sonde, par galeries ou chambres et dans les vieux travaux a été développé à l'origine à partir d'observations empiriques; il s'est développé progressivement grâce à l'expérience acquise et aux essais méthodiques effectués. Malgré les bons résultats déjà obtenus, le captage pourra certainement être organisé de façon encore plus efficace et plus économique quand on connaîtra mieux les lois qui sont étudiées intensivement et qui concernent la relation existant entre la mécanique des roches et le dégagement du grisou.

La mise en service de grisoumètres qui ont fait l'objet de perfectionnements constants et qui sont maintenant disponibles après de longs travaux de mise au point, a fourni, il est vrai, une multitude de renseignements nouveaux sur l'écoulement du grisou, mais on ne peut pas encore estimer avec assez de précision l'influence de facteurs importants concernant la géologie et l'exploitation. On ne peut pas encore prévoir sûrement dans quelle mesure ils interviennent. Par exemple, on ne peut pas encore indiquer de façon générale l'influence des fissures tectoniques sur la zone d'alimentation des galeries de captage. De même, on ne peut pas encore répondre

dans tous les cas aux questions concernant le meilleur moment de foration des trous de captage, la direction, l'inclinaison et le diamètre des trous, la longueur des tubages et la dépression nécessaire. Nous manquons surtout d'éléments pour prévoir de façon certaine le résultat des mesures prises pour assurer le captage. Des méthodes efficaces de captage doivent assurer que la teneur en grisou du courant d'air reste au-dessous de la limite permise même pendant les périodes de pointes de dégagement. Dans une communication on parlera des possibilités actuellement disponibles pour lutter contre le grisou. Les mines ont mis au point un grand nombre de procédés de lutte. Un problème important réservé à un prochain avenir sera celui de l'amélioration des procédés connus ayant fait leurs preuves et de la mise au point, le plus rapidement possible, d'autres méthodes de lutte contre le grisou.

Dans le cadre de cette communication, nous ne pouvons donner que quelques exemples importants; ils suffisent à montrer l'ampleur et la diversité du problème que la recherche et l'exploitation se sont posé pour arriver à maîtriser le grisou. Les exemples présentés traitent quelques-uns des problèmes importants qui ont été étudiés.

Les résultats des recherches effectuées dans la Communauté, dans ces domaines, ont déjà eu pour effet d'améliorer fondamentalement les méthodes de lutte contre le grisou.

5. LA LUTTE CONTRE LE GRISOU. PROBLEME DE LA COMMUNAUTE

51. Mise au point d'appareils de dosage et d'appareils avertisseurs de CO et CH₄.

Des recherches intensives dans le domaine de la lutte contre le grisou ont commencé en 1957 dans la Communauté avec le concours ouvert par la Haute Autorité pour la mise au point ou le perfectionnement des appareils de dosage et des appareils avertisseurs de CH₄ et CO. Les appareils et dispositifs disponibles depuis ce temps-là ont fourni une nouvelle base beaucoup plus sûre et plus efficace pour le contrôle de l'aérage dans les mines.

Il en a résulté de nouveaux aspects du problème mais également de nouvelles perspectives pour résoudre le problème du grisou, dans lesquelles les mines mettent de grands espoirs. Au cours de ces dernières années, les pays participants ont donc encore intensifié l'étude du problème du grisou par l'extension de leurs travaux en cours et par de nouveaux travaux de recherche.

52. Dégagements instantanés.

Depuis 1959 un projet de recherche du Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France (Cerchar) et de l'Institut National de l'Industrie

Charbonnière belge (Inichar) dans le domaine des dégagements instantanés a pu être étendu avec l'aide financière de la Haute Autorité. Dans les bassins belges et du Sud de la France des dégagements instantanés ont autrefois fréquemment freiné l'exploitation et ont à plusieurs reprises été la cause d'accidents. L'appui financier apporté à ces recherches a été étendu aux travaux correspondants de la Section de recherche des Mines d'Etat hollandaises. En dehors du développement d'installations de télé-contrôle de détection des dégagements instantanés, les recherches ont fourni des procédés bien au point permettant de prévoir le risque de dégagement instantané. Les études théoriques sur la fixation du gaz dans le charbon et sur le mécanisme de la désorption nous ont permis de mieux comprendre le phénomène du «dégagement de gaz». L'étude intensive des dégagements instantanés a conduit à la mise au point de mesures préventives qui peuvent être adaptées à tous les types de chantiers. Des critères et des méthodes d'essai objectives ont été élaborés pour apprécier le risque de dégagement instantané du massif, ceci par l'étude des facteurs intervenant dans la formation des dégagements instantanés, par exemple, structure du charbon, concentration en gaz du massif, importance et déroulement du dégazage, répartition de la pression des terrains. Par le tir d'ébranlement, on peut provoquer à distance des dégagements instantanés artificiels que l'on peut reconnaître. Les nouveaux procédés ont permis suivant le cas de mécaniser et d'électrifier les tailles dangereuses sujettes aux dégagements instantanés. L'efficacité des mesures de prévention appliquées peut être contrôlée. Bien que les dégagements instantanés puissent être prévus on ne peut pas considérer que ce problème important soit actuellement entièrement résolu.

53. Gisement et dégagement du méthane dans les terrains houillers.

Depuis 1961, une nouvelle et vaste étude est en cours sur le gisement et le dégagement du méthane dans les terrains houillers. Elle est conduite par les Centres de Recherches des pays de la Communauté, Cerchar, Inichar, Section de recherches des Mines d'Etat hollandaises, Steinkohlenbergbauverein; elle est également subventionnée par la Haute Autorité. En outre, par ses encouragements, par la collaboration qu'elle stimule et par la diffusion des résultats de recherche, la Haute Autorité apporte une aide précieuse. Dans le cadre de ce programme de recherches sont étudiés en particulier les points suivants :

— Concentration en gaz du charbon : mesures des capacités d'adsorption et de désorption, détermination de la relation entre cette capacité et le degré de houillification, la composition pétrographique, la teneur en eau, la pression de gaz,

la température, la pression des terrains, la profondeur et la tectonique.

- Débit du dégagement pendant le rythme quotidien et hebdomadaire de travail.
- Finalement forme et volume de la zone de dégazage d'après la mesure des quantités dégagées pendant une période de temps prolongée et en fonction de l'avancement.

54. Etudes géologiques et des gisements concernant l'origine et la présence du grisou dans les terrains houillers.

Un troisième projet de recherche qui est étudié par la Saarbergwerke AG est soutenu financièrement par la Haute Autorité depuis 1964. Il s'agit :

- de l'origine du grisou particulièrement abondant dans les mines de la Sarre;
- du problème de la migration du grisou sur des distances plus ou moins grandes;
- de la possibilité de l'étude, par le calcul, de l'écoulement du grisou dans le massif et vers les chantiers.

Le but déclaré de cette étude est la mise au point de nouvelles méthodes de lutte qui doivent permettre le dégazage efficace du massif avant l'exploitation. On utilisera également à cet effet les méthodes de recherche et l'expérience acquise dans l'industrie pétrolière.

6. CONTRIBUTION DE LA HAUTE AUTORITE DE LA CECA A LA RECHERCHE EFFECTUEE DANS LA COMMUNAUTE

La répartition des différents projets de recherche financés par la Haute Autorité se fait au sein d'un comité international d'experts pour le grisou et l'aérage, qui se compose de représentants des différents pays de la Communauté participant aux recherches. Au cours des réunions régulières de ce comité d'experts on échange les résultats obtenus, les connaissances et l'expérience acquise et on discute la poursuite de l'étude. Cette façon de procéder garantit que les programmes de recherche sont coordonnés méthodiquement et se déroulent selon une certaine division du travail, donc d'une part que tous les aspects du problème sont étudiés systématiquement sur une large base et d'autre part, qu'un travail fait en double et l'éparpillement des moyens sont évités. Elle garantit aussi que les connaissances acquises peuvent être diffusées et appliquées rapidement dans les bassins de la Communauté et que les nouvelles idées et les impulsions nouvelles servent sous tous les rapports à la poursuite directe des travaux.

Les communications suivantes vous montreront que les recherches sur le grisou ont progressé consi-

dérablement au cours de ces dernières années grâce aux efforts communs réalisés.

M. Paul du Steinkohlenbergbauverein parlera des récents résultats concernant la « Mesure de la concentration en gaz dans le charbon et de la fraction de cette concentration qui se dégage dans les mines ».

M. Gunther (Cerchar) traitera le problème résultant du « Dégagement du grisou dans les chantiers d'exploitation ».

M. Vandeloise (Inichar) nous décrira les « moyens de lutte contre le grisou dans les chantiers d'exploitation » actuellement disponibles et nous parlera de leurs possibilités d'emploi et de leur efficacité.

M. Wildschut de la Section de recherches des Mines d'Etat hollandaises fera un exposé sur le « dégagement du grisou dans les travaux préparatoires et les moyens de le combattre ».

Dans les domaines précités traités dans ces communications on a établi les bases permettant de résoudre les multiples problèmes pratiques que pose le grisou. L'état avancé des connaissances actuelles n'eût pas été atteint sans une collaboration internationale étroite et sans l'important travail de recherche intensif effectué dans le cadre de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier.

7. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Nous avons des raisons d'être contents et satisfaits des résultats obtenus jusqu'ici. Nous devons cependant reconnaître aussi avec beaucoup de modestie que des problèmes essentiels restent à résoudre avant que le but, qui est la maîtrise du grisou, soit atteint. Nous savons aussi que le temps presse pour résoudre ces problèmes; ils doivent en effet ouvrir la voie à d'autres développements importants dans la mine. Nous croyons notamment qu'en utilisant mieux les phénomènes de la mécanique des roches on parviendra à rendre encore plus efficaces les mesures de lutte contre le grisou. Nous expérimenterons et suivrons également des voies entièrement nouvelles de lutte contre le grisou.

Nous connaissons les problèmes qui se posent encore pour arriver à maîtriser le grisou. Leur résolution pose des questions de personnel et de matériel. Le déroulement des études s'effectue dans le cadre de programmes méthodiques. De nombreuses difficultés sont encore à vaincre; nous avons cependant le ferme espoir que tous les participants réussiront dans l'avenir comme ils l'ont fait jusqu'à maintenant, avec les moyens dont ils disposent et dans l'esprit d'un travail communautaire exemplaire, à atteindre prochainement le but fixé qui est la maîtrise du grisou. Nous espérons qu'ainsi ils arriveront à libérer le mineur et les mines d'un ennemi menaçant leur sécurité et d'une charge pesant sur la rentabilité et sur les possibilités de concurrence.

RESUME

La situation économique de l'industrie houillère oblige à des efforts constants en vue de développer la concentration des travaux et la mécanisation. Le grisou constitue l'un des plus gros obstacles à ce développement. La détection du grisou et la lutte contre celui-ci ont toujours fait l'objet d'une grande attention. Le problème le plus important pour l'ingénieur chargé de l'aérage est la prévision du dégagement de gaz dans les chantiers prévus et la lutte qu'il doit mener contre ce dégagement, dans des conditions économiques.

Le calcul préalable nécessite la connaissance de la concentration en gaz du massif et la fraction de ce gaz susceptible de se dégager. Il faut également éviter les pointes de dégagement de gaz inadmissibles et pour cela connaître l'allure du dégagement en fonction du temps. Enfin, pour réduire le dégagement de gaz, différentes méthodes de captage qui ont souvent fait leurs preuves ont été mises au point.

Le développement nécessaire et urgent de la lutte contre le grisou exige les efforts combinés des différents centres de recherche. C'est seulement de cette façon que l'on pourra connaître suffisamment les lois relatives au gisement et au dégagement du grisou. La création de la Communauté Européenne

du Charbon et de l'Acier a instauré de nouvelles conditions de financement et de coordination de projets de recherche répondant à ces objectifs. Ainsi, un concours ouvert par la CECA a d'abord fortement encouragé l'étude d'appareils de mesure et d'appareils avertisseurs de CH_4 et CO . Le premier des projets de recherche actuellement à l'étude a concerné le problème des dégagements instantanés. La vaste étude sur le « gisement et le dégagement du grisou dans les terrains houillers » fait l'objet d'un second programme de recherche. Finalement, une troisième recherche se propose d'expliquer l'origine du grisou particulièrement abondant dans les mines de la Sarre et sa migration dans le massif; cette étude doit servir de base à de nouvelles mesures de lutte s'appuyant sur les techniques de l'industrie pétrolière.

La Direction Générale Charbon de la Haute Autorité, stimule l'échange permanent des résultats entre les centres de recherches et contrôle l'emploi des moyens financiers. Elle veille en outre à la diffusion générale de tous les résultats de recherche. Les communications présentées à la journée d'information montreront que les recherches entreprises dans le cadre de la CECA ont été très fructueuses, mais aussi que de gros efforts sont encore nécessaires.

SAMENVATTING

De commerciële situatie in de steenkolenmijnbouw dwingt tot voortdurende bemoeienissen aangaande verdere bedrijfsconcentratie en mechanisering. Het mijngas is een van de grootste hindernissen die deze ontwikkeling in de weg staat. Daarom wordt aan de opsporing en de bestrijding ervan reeds van oudsher grote aandacht besteed. Het voornaamste probleem voor de ventilatieingenieurs is de voorspelling van de op een gepland bedrijfspunt te verwachten ontgassing en de economisch verantwoorde bestrijding daarvan.

Voor de voorafberekening is de kennis van de oorspronkelijke gasinhoud van het gesteente en het daaruit vrijkomend gedeelte noodzakelijk. Een verdere voorwaarde tot het voorkomen van ontoelaatbare ontgassingspieken is de kennis van het ontgassingsproces als functie van de tijd. Ter beperking van de ontgassing werden een aantal gasafzuigtechnieken ontwikkeld, die dikwijls bewezen hebben goed te voldoen.

De dwingende noodzaak tot verdere ontwikkeling van mijngasbestrijding vereist het gecoördoneerd samenwerken van verscheidene onderzoeksinstituten. Slechts op deze manier kunnen de wetmatigheden van het voorkomen en ontsnappen van mijngas in voldoende mate bekend worden. De stichting van de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal schiep nieuwe voorwaarden ter financiering en coördinering van de daarvoor geschikte onderzoekingen. Zo werd eerst door een door de Hoge Autoriteit uitgeschreven prijsvraag de ontwikkeling van CH_4 en CO meet- en waarschuwingsapparatuur sterk bevorderd. Het probleem van de « gasuitbarstingen » was destijds het eerste van de onderzoekingen. De zeer omvangrijke studieopgave over « Het voorkomen en ontsnappen van mijngas in het kolengesteente » is het onderwerp van een volgend programma van onderzoekingen.

Tenslotte is een derde onderzoek gewijd aan het probleem van de herkomst van de in het Saarbekken

voorkomende, uitzonderlijk grote, hoeveelheden mijn gas in het kolengesteente en de stroming ervan door dit gesteente, als grondslag voor moderne, aan de aardolie winning ontleende bestrijdingsmaatregelen.

De Hoge Autoriteit, Directoraat-Generaal Kolen, bevordert een voortdurende uitwisseling van gege-

vens tussen de onderzoekingsinstituten, en controleert de besteding van de verleende financiële steun voor het onderzoek. Verder draagt zij zorg voor de verspreiding van de onderzoeksresultaten. De vakvoordrachten op het voorlichtingscongres zullen aantonen dat het onderzoek in de Gemeenschap zeer vruchtbaar is geweest, echter eveneens, dat grote inspanning nog blijvend noodzakelijk is.

ZUSAMMENFASSUNG

Die wirtschaftliche Lage des Steinkohlenbergbaus erzwingt ständige Bemühungen um weitere Betriebskonzentration und Mechanisierung. Das Grubengas ist eines der grössten Hindernisse für diese Entwicklung. Deshalb wird seiner Erkennung und Bekämpfung von jeher grosse Aufmerksamkeit gewidmet. Das wichtigste Problem für den Wetteringenieur ist die Vorhersage des an einem geplanten Betriebspunkt zu erwartenden Gasanfalls und seiner wirtschaftlichen Bekämpfung.

Zur Vorausberechnung ist die Kenntnis des ursprünglichen Gasinhalts des Gebirges und des davon freiwerdenden Anteils notwendig. Eine weitere Voraussetzung zum Verhüten unzulässig hoher Ausgasungsspitzen ist das Wissen um den zeitlichen Verlauf der Ausgasung. Zur Verringerung des Gasanfalls wurden verschiedene Gasabsaugungsverfahren entwickelt, die sich vielfach bewährt haben.

Die dringend notwendige Weiterentwicklung der Grubengasbekämpfung erfordert das Zusammenwirken der verschiedenen Forschungsstellen. Nur so können die Gesetzmässigkeiten des Vorkommens und Freiwerdens des Grubengases ausreichend gut erkannt werden. Die Schaffung der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl schuf neue Vor-

aussetzungen zur Finanzierung und Koordinierung dazu geeigneter Forschungsvorhaben. So wurde zunächst durch einen von der Hohen Behörde der EGKS ausgeschriebenen Wettbewerb die Entwicklung von CH_4 - und CO -Mess- und -Warngeräten stark gefördert. Dem Problem der « plötzlichen Gasausbrüche » wurde das erste der zur Zeit laufenden Forschungsvorhaben gewidmet. Das umfassende Studium des « Vorkommens und Freiwerdens von Grubengas im Steinkohlengebirge » ist Gegenstand eines weiteren Forschungsprogramms. Schliesslich dient ein drittes Forschungsvorhaben der Klärung der Herkunft des im saarländischen Steinkohlengebirge in besonders grossen Mengen auftretenden Grubengases und seiner Bewegung im Gebirge als Grundlage für neuartige, an den Erdölbergbau angelehnte Bekämpfungsmassnahmen. Die Hohe Behörde — Generaldirektion Kohle — veranlasst einen ständigen Erfahrungsaustausch zwischen den Forschungsstellen und überwacht die Verwendung der Forschungsbeihilfen. Sie trägt weiter Sorge für die allgemeine Verbreitung der Forschungsergebnisse. Die Fachvorträge der Informationstagung werden zeigen, dass die Gemeinschaftsforschung sehr fruchtbar gewesen ist, aber auch, dass weiterhin grosse Anstrengungen erforderlich sind.

SUMMARY

The economic situation of the coalmining industry makes constant efforts necessary for developing the concentration and mechanization of works. Firedamp constitutes one of the biggest obstacles to this development. The detection of firedamp and the struggle against it have always been the centre of great attention. The most important problem for the engineer in charge of ventilation is the forecasting of the release of firedamp in the working places planned and the fight he must undertake against this release, in economic conditions.

The previous calculations require a knowledge of the concentration of gas in the rock mass and the fraction of this gas likely to be released. It is likewise necessary to avoid inadmissible peaks of firedamp release, and, for this purpose, to know the rate of release in function of time. Finally, in order to reduce the release of gas, various well-proved methods have been developed for collecting it.

The necessary and urgent development of the struggle against firedamp demands the combined efforts of the various research centres. It is only

in this way that it will be possible to obtain sufficient knowledge of the laws regarding the presence and the release of firedamp. The creation of the European Coal and Steel Community has initiated new conditions of financing and co-ordinating research schemes to meet these requirements. Thus, a competition opened by the ECSC first greatly encouraged the study of measuring devices and warning devices for CH₄ and CO. The first of the research schemes now under examination concerned the problem of sudden outbursts. The vast study of the « presence and release of firedamp in coal-bearing rocks » is the subject of a second research programme. Lastly, a third programme intends to

explain the origin of particularly abundant firedamp in mines in the Saar and its migration in the rock mass; this research will serve as a basis for new methods of fighting firedamp founded on techniques of the petroleum industry.

The General Direction of Coal in the High Authority stimulates the permanent exchange of results between the research centres and controls the use of finance. In addition, it supervises the general distribution of all the results of research. The reports presented at the congress will show that the research undertaken within the framework of the ECSC has been very profitable, but also that very great efforts are still necessary.

Mesure de la concentration en gaz du charbon et de la fraction de cette concentration qui se dégage dans les mines

K. PAUL,

Steinkohlenbergbauverein.

SOMMAIRE

1. Introduction.
 11. Définition des termes employés.
 12. Formulation du problème.
2. Résultats nouveaux sur la liaison gaz-charbon et le dégagement du grisou.
3. Mesure de la concentration en gaz par un procédé direct.
 31. Prélèvement de l'échantillon.
 32. Mesure de la concentration en gaz.
4. Mesure de la concentration en gaz par un procédé indirect.
 41. Mesure de la pression gazeuse.
 42. Mesures d'adsorption.
5. Mesure de la fraction libérée de la concentration en gaz.
6. Vérification des procédés utilisés pour la mesure de la concentration en gaz et de la fraction libérée de cette concentration.
 61. Mode de vérification.
 62. Résultats.
7. Conclusion.

1. INTRODUCTION

Une condition importante pour limiter efficacement le dégagement de grisou et pour appliquer avec succès les méthodes de lutte, réside dans la connaissance des quantités de méthane libérables dans la mine. En même temps que l'on développait des procédés de lutte, on devait donc aussi mettre au point des méthodes de calcul prévisionnel du

dégagement de gaz. Dans presque tous les pays qui exploitent des mines de charbon, il existait au début de nos recherches un procédé de calcul prévisionnel approprié aux conditions locales du dégagement de gaz de chacun des gisements. Cependant, aucun de ces procédés n'est sûr, ni d'application générale, de sorte qu'il ne peut être employé avec le même succès dans des gisements présentant d'autres conditions géologiques.

Dans nos recherches sur le gisement et le dégagement du méthane, nous nous sommes donc efforcés aussi d'obtenir un procédé de calcul prévisionnel du dégagement de gaz, sûr et qui soit valable le plus généralement possible. Les résultats des nombreuses recherches particulières nécessaires au préalable pouvaient aussi fournir des bases valables pour d'autres travaux, par exemple pour les études de dégagement de gaz en taille ou en traçage et pour la lutte contre le grisou.

La figure 1 indique sur un schéma, qui est valable pour tous les procédés de calcul prévisionnel de dégagement de gaz, les facteurs d'influence dont dépend le dégagement de gaz.

11. Définition des termes employés.

Le « dégagement de gaz total » se compose à la fois du « dégagement fondamental » — qui est le volume de grisou libéré par la couche en exploitation, en m^3/t ou en m^3/j — et du « dégagement supplémentaire » — qui est le volume de gaz, en m^3/t ou en m^3/j , libéré au toit et au mur, par les couches voisines influencées par l'exploitation et qui pénètre dans le courant d'air de la taille.

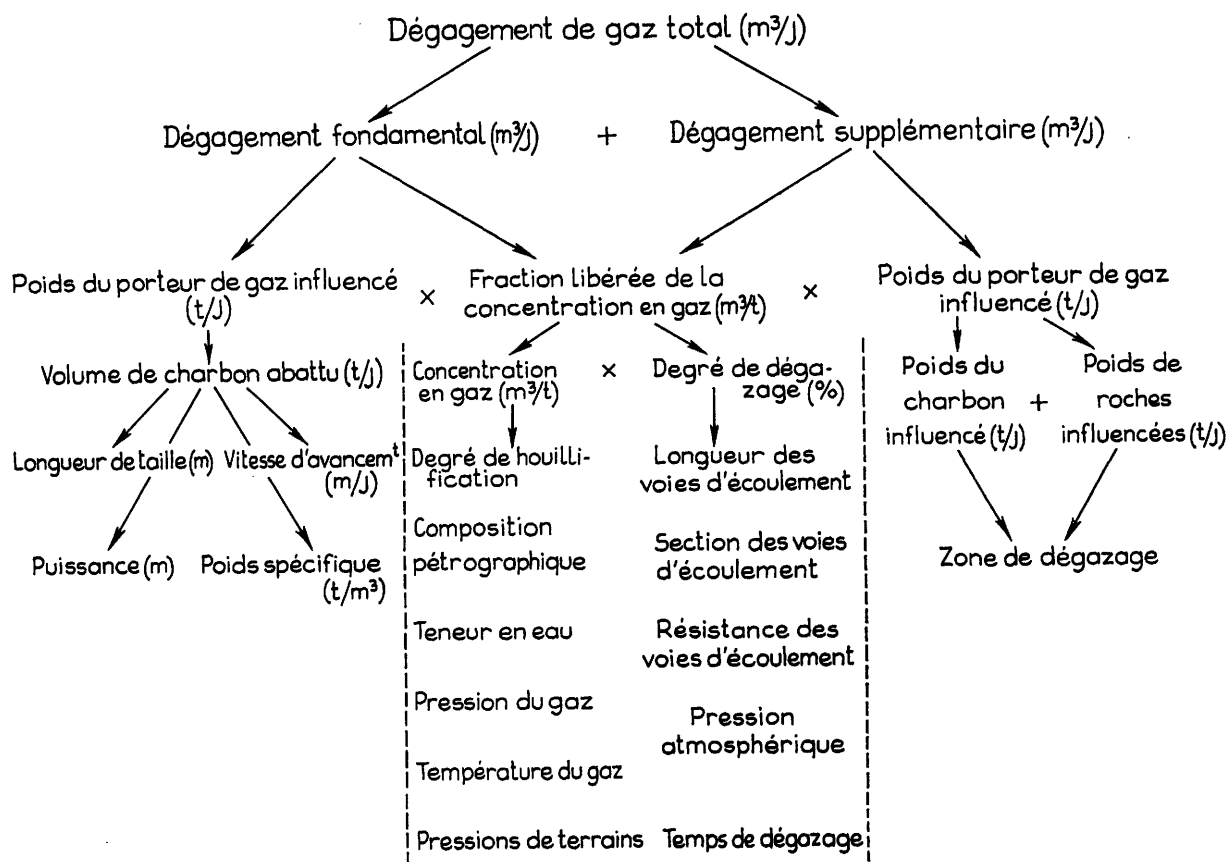


Fig. 1. — Facteurs influençant le dégagement de gaz (cas de la « taille »).

La « concentration en gaz », en m^3/t , est le volume de méthane que contient une couche ou une roche en terrains vierges (on utilise aussi le terme « fraction désorbable de la concentration en gaz », en m^3/t). On désigne ainsi le volume de méthane que peut dégager, au maximum, un charbon à la pression de 1 atm, donc dans les conditions normales d'exploitation. La fraction restante est la « concentration résiduelle en gaz » que le charbon contient encore à la pression de 1 atm, c'est-à-dire la « concentration résiduelle en gaz à 1 atm » (*).

Sous le terme « fraction libérée de la concentration en gaz », en m^3/t , on désigne le volume de méthane que dégage un charbon à la suite de l'influence des travaux miniers, par exemple, à cause du broyage qui se produit lors de l'abattage.

La fraction restant dans le charbon est la « concentration résiduelle en gaz » dans ce cas : « la concentration résiduelle après l'abattage ». (On voit que pour la « fraction libérée de la concentration en gaz » et pour la « concentration résiduelle en gaz », il est nécessaire de donner une précision supplé-

mentaire. Si cette précision manque, on pense toujours à la « fraction libérée dans la division d'exploitation » et à la « concentration résiduelle du charbon sorti de la division d'exploitation ».)

Le rapport entre la fraction libérée de la concentration en gaz et cette concentration est désigné sous le terme de « degré de dégazage ».

Ces notions sont encore une fois représentées sur la figure 2.

12. Formulation du problème.

Jusqu'à présent, le manque de valeurs certaines de la concentration en gaz a présenté de grandes difficultés pour le calcul prévisionnel du dégagement de gaz.

Dans certains cas, on a pu utiliser les renseignements obtenus dans des chantiers voisins. Si les conditions de gisement et le mode d'exploitation sont semblables (par exemple, dans une exploitation de panneaux voisins), on peut alors la plupart du temps faire une prédiction juste du dégagement de gaz. Les écarts ne dépassent généralement pas 10 à 20 %.

(*) 1 atm = 1 kg/cm² = env. 1 bar.

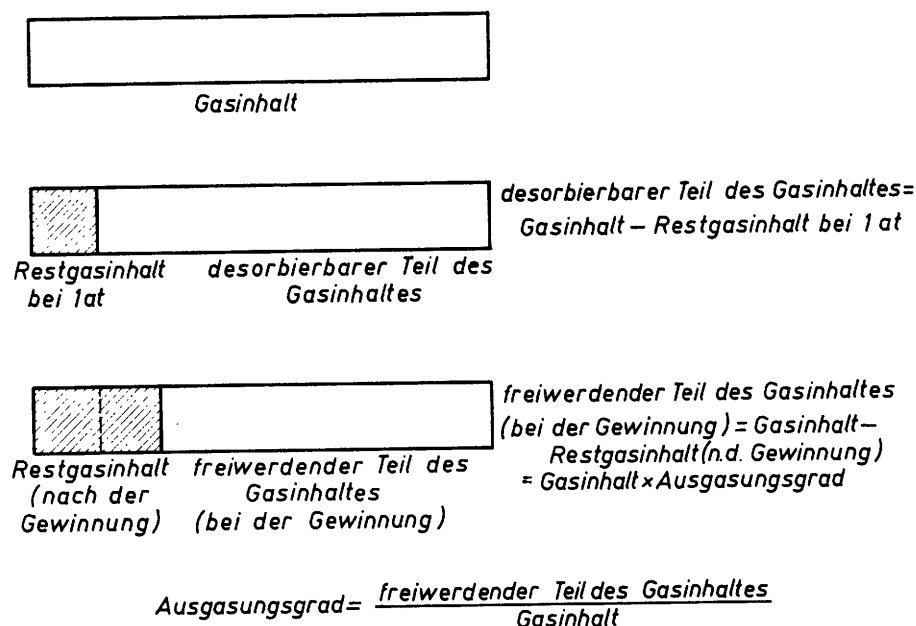


Fig. 2. — Relation entre concentration en gaz, fraction désorbable de la concentration en gaz, concentration résiduelle en gaz, fraction libérée de la concentration en gaz et degré de dégazage.

Gasinhalt	=	Concentration en gaz	Restgasinhalt (nach der Gewinnung)	=	Concentration résiduelle (après l'abattage)
Restgasinhalt bei 1 at	=	Concentration résiduelle en gaz à la pression atmosphérique	Freiwerdender Teil des Gasinhalt (bei der Gewinnung)	=	Fraction libérée de la concentration en gaz (lors de l'abattage)
desorbierbarer Teil des Gasinhalt	=	Fraction désorbable de la concentration en gaz	Ausgasungsgrad	=	Degré de dégazage

Pour des chantiers situés au-delà de dérangements, dans d'autres couches ou dans de nouveaux champs d'exploitation, avec des conditions tout à fait différentes, on ne peut appliquer ce procédé.

Les recherches effectuées en vue de déterminer la concentration en gaz par des mesures d'adsorption ou de désorption n'ont jamais fourni jusqu'à présent que des résultats utilisables dans des cas particuliers.

Les travaux que nous avons effectués au cours des dernières années ont permis de mettre au point et d'améliorer deux procédés valables aussi pour la prédétermination de la concentration en gaz des couches vierges. En liaison avec les résultats des recherches sur le degré de dégazage de la couche exploitée et sur la concentration résiduelle après l'abattage, cela nous a permis un calcul prévisionnel plus précis du dégagement fondamental de gaz.

Après un aperçu des résultats récents concernant la cinétique de l'adsorption du gaz par le charbon et concernant les paramètres dont dépend la concentration en gaz d'un charbon, nous décrivons deux procédés de mesure de la concentration en gaz des charbons, nous présenterons brièvement les études sur le dégagement de gaz des charbons abattus et finalement, nous analyserons, à l'aide de quelques exemples, l'applicabilité des procédés de prévision du dégagement de gaz fondamental.

2. RESULTATS NOUVEAUX SUR LA LIAISON GAZ-CHARBON ET LE DEGAGEMENT DU GRISOU

De nombreux résultats de recherche sur la liaison gaz-charbon sont à la base de nos études.

Lors de la première Journée d'Information sur le grisou tenue à Luxembourg en 1963, M. Linsel a donné un aperçu de l'état à l'époque, de nos connaissances sur le gisement et le dégagement du grisou et il a indiqué les questions qui réclamaient encore une explication. Au cours des quatre années écoulées, de nouvelles études théoriques et expérimentales ont été effectuées en Allemagne et en France. Elles avaient pour but d'élargir nos connaissances sur la liaison gaz-charbon et sur la signification des paramètres dont dépend la capacité de fixation de gaz d'un charbon et de vérifier les résultats concernant leur application à la solution des problèmes pratiques de l'exploitation.

Les résultats les plus importants de ces études seront résumés brièvement ici.

Deux processus différents participent à la fixation du méthane par le charbon :

1. la diffusion des molécules de méthane dans le charbon,
2. leur adsorption à l'intérieur du charbon.

Si l'équation de libération du méthane (dégagement de gaz) est valable en sens inverse, c'est que le processus de fixation du gaz est réversible et reproductible.

La diffusion est le processus le plus lent; elle conditionne la vitesse de fixation ou de dégagement du gaz. Une mesure de la vitesse de diffusion du gaz dans le charbon et qui concerne l'ensemble des phénomènes « Diffusion et Ad — ou Désorption » est fournie par le « coefficient effectif de diffusion ». La valeur moyenne de ce coefficient pour tous les charbons vaut environ

$$D_{eff} = 10^{-10} \text{ cm}^2/\text{s}.$$

Le fait que ce coefficient effectif de diffusion varie en fonction de la température selon la loi d'Arrhenius montre qu'il s'agit d'une « diffusion activée ». Les vides les plus étroits où le gaz se meut et se fixe, ont des dimensions de l'ordre de celles des molécules de gaz.

La loi de la diffusion dans un grain homogène peut s'exprimer par une formule simplifiée :

$$r(t) = \frac{q(t)}{q(\infty)} = \frac{12}{d} \sqrt{\frac{Dt}{\pi}} - \frac{12 Dt}{d^2}$$

où

$r(t)$ = degré de saturation, ou de dégazage, du charbon,

$q(t)$ = volume total de méthane fixé ou libéré à l'instant t ,

$q(\infty)$ = volume total de méthane fixé ou libéré après un temps infini,

d = diamètre du grain,

D = coefficient de diffusion,

t = temps de diffusion.

Cette formule est valable jusqu'à un degré de saturation — ou de dégazage — $r(t) \approx 95\%$, donc jusqu'à un point où le dégagement de gaz peut être considéré comme pratiquement terminé.

(La forme simplifiée de cette formule approximative, désignée aussi sous le nom de loi en \sqrt{t} , que l'on obtient en laissant tomber le second facteur, ne peut être employée que jusqu'à un degré de dégazage de 33 % environ.)

Selon une formule déduite de la formule précédente

$$t = \frac{d^2}{4\pi D} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{\pi}{3} r(t)} \right]^2$$

on peut calculer pour des grains de forme sphérique et un degré de dégazage $r(t) = 90\%$ et en prenant comme coefficient effectif de diffusion la valeur

$D = 10^{-10} \text{ cm}^2/\text{s}$, pour diverses granulométries, les temps de dégazage suivants :

diamètre du grain : $1 \mu\text{m} - 100 \mu\text{m} - 1 \text{ cm} - 1 \text{ m}$
temps

de dégazage : 4,6 s - 13 h - 15 ans - 150.000 ans

Les essais ont confirmé que l'ordre de grandeur du temps de dégazage est juste pour les grains de petit diamètre. Pour ceux-ci, le temps de dégazage varie effectivement selon le carré du diamètre des grains (fig. 3). Pour les grains de plus grand diamètre, les temps de dégazage réels sont sensiblement plus faibles. Cela ne peut que signifier que les grains de grand diamètre ne possèdent plus une structure homogène.

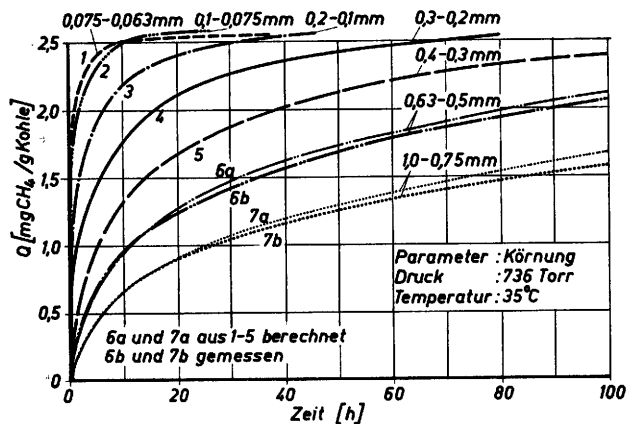


Fig. 3. — Evolution dans le temps de la désorption de méthane de diverses fractions granulométriques du charbon de la couche Mausegatt (d'après Schilling)

Zeit (h)	= temps (h)
Parameter : Körnung	= Paramètre : granulométrie
Druck : 736 Torr	= Pression : 736 Torr
6a und 7a aus 1-5 berechnet	= 6a et 7a calculées d'après 1-5
6b und 7b gemessen	= 6b et 7b mesurées

Quant à la question de savoir s'il existe dans le charbon un système de pores-canaux qui s'irradie profondément à l'intérieur des grains ou si ce système fait défaut et si la substance du charbon n'est seulement traversée que par un réseau de fissures, il n'y a pas encore de réponse complète.

La granulométrie jusqu'à laquelle un charbon présente une structure homogène dépend nettement du degré de houillification et de l'état tectonique de ce charbon.

Cette granulométrie peut être déterminée en portant sur un graphique, pour quelques degrés de dégazage, le temps de dégazage en fonction du diamètre moyen des grains (fig. 4). On obtient ainsi des droites parallèles d'une certaine pente. Si cette pente vaut 2, cela signifie que le charbon présente une structure homogène; si la pente est inférieure à 2, le charbon a une structure hétérogène.

Les résultats concernant la relation entre la granulométrie et le dégagement de gaz ont une importance particulière pour la pratique :

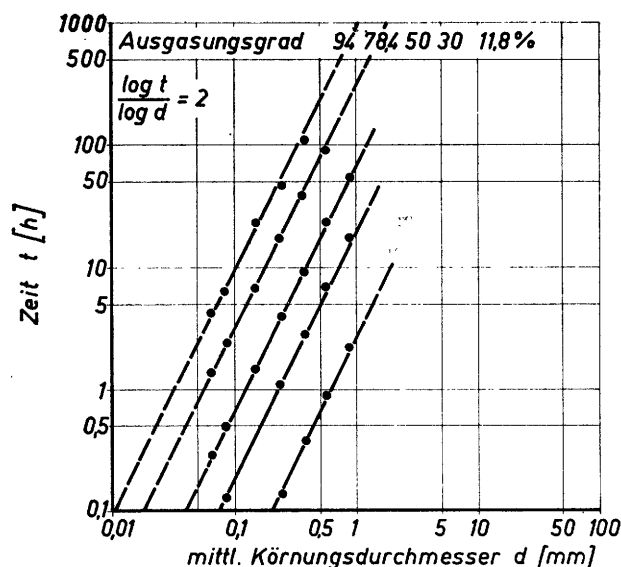


Fig. 4. — Temps de désorption en fonction de la granulométrie (d'après Schilling)

mittl. Körnungsdurchmesser d = diamètre moyen des grains (mm)
 Ausgasungsgrad = Degré de dégazage

- Dans la gamme des petites granulométries (de quelques microns pour les charbons peu houillifiés à quelques millimètres pour les charbons fortement houillifiés), le temps de dégazage varie proportionnellement au carré du diamètre des grains jusqu'à un certain degré de dégazage;
- dans la gamme des granulométries intermédiaires jusqu'à 20 - 30 mm, le temps de dégazage augmente plus lentement que le diamètre des grains;
- au-dessus d'une granulométrie de 20 - 30 mm, le temps de dégazage n'augmente pratiquement plus pour un accroissement du diamètre des grains.

Le facteur le plus important dans l'adsorption des gaz par les matériaux poreux est la pression gazeuse dans la phase libre. Pour une pression gazeuse croissante, le volume de méthane absorbé augmente d'abord rapidement, puis plus lentement. Des volumes de gaz considérables peuvent déjà être adsorbés à la pression de 1 atm (fig. 5).

A la pression de 25 atm, plus de la moitié du méthane adsorbable est fixé.

Une comparaison des courbes d'adsorption expérimentales avec les courbes d'adsorption calculées selon l'équation d'adsorption de Langmuir ne montre pas une concordance absolument complète mais une concordance satisfaisante au point de vue pratique (fig. 6). Cela confirme l'idée d'une fixation du gaz en couche mono-moléculaire, principalement par adsorption.

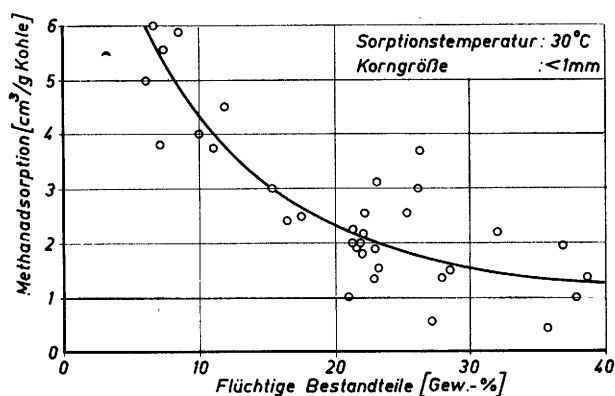


Fig. 5. — Adsorption de méthane de charbons de divers degrés de houillification à la pression gazeuse de 1 atm (env. 1 bar).

Flüchtige Bestandteile (Gew. %) = Matières volatiles (% poids)
 Methanadsorption (cm³/g Kohle) = Adsorption de méthane (cm³/g charbon)
 Sorptionstemperatur = Température d'adsorption
 Korngröße = Dimension des grains

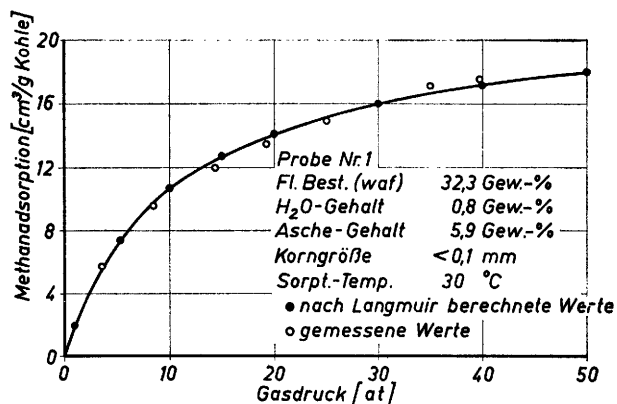


Fig. 6. — Comparaison de l'isotherme d'adsorption mesurée avec l'isotherme d'adsorption calculée d'après la formule de Langmuir.

Gasdruck (at) = Pression du gaz (atm)
 Methanadsorption = Adsorption de méthane
 Probe = Echantillon
 Fl. Best. (waf) = Mat. Vol.
 H₂O-Gehalt = Teneur en eau
 Korngröße = Dimension des grains
 Sorpt.-Temp. = Température d'adsorption
 Nach Langmuir berechnete Werte = Valeurs calculées d'après Langmuir
 Gemessene Werte = Valeurs mesurées

L'humidité du charbon diminue sa capacité de fixation de gaz. Les études ont montré que l'on peut caractériser assez exactement cette influence à l'aide d'une formule proposée par Ettinger (fig. 7). Selon cette formule, la capacité de fixation du charbon humide est égale à la capacité de fixation du charbon sec multipliée par $\frac{1}{1 + 0,31 F}$ où l'humidité F est exprimée en % en poids.

De même, une élévation de la température réduit la capacité de fixation. Selon les études faites en

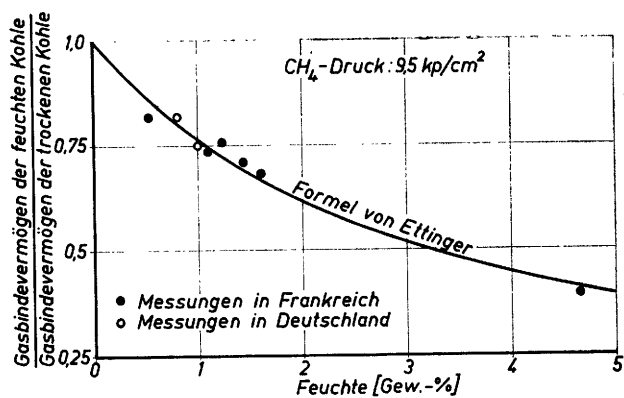


Fig. 7. — Fixation de grisou par un charbon humide (d'après Gunther)

Feuchte (Gew. %)	= Humidité (% poids)
Gasbindevermögen der feuchten Kohle	= Capacité de fixation de gaz du charbon humide
Gasbindevermögen der trockenen Kohle	= Capacité de fixation de gaz du charbon sec
Druck	= Pression
Formel von Ettinger	= Formule d'Ettinger
Messungen	= Mesures

France, cette diminution atteint environ 0,8 % par °C. Les études faites en Allemagne ont donné des valeurs semblables. Si la température des terrains s'écarte de celle qui est généralement adoptée pour le tracé des isothermes d'adsorption, c'est-à-dire 30 °C, on peut corriger la valeur mesurée de la capacité de fixation, par le calcul ou à l'aide de courbes de correction (fig. 8).

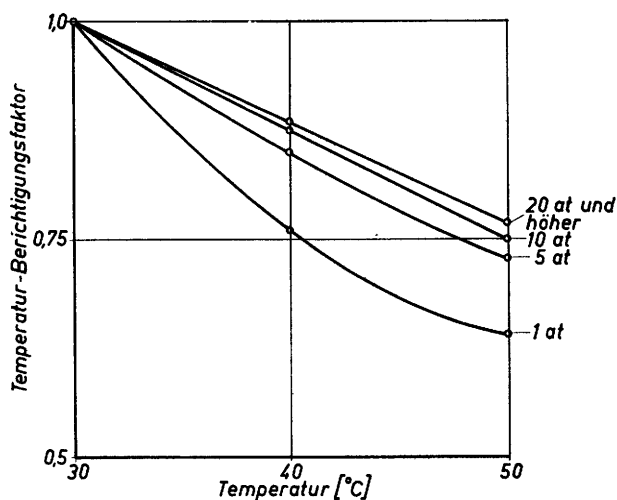


Fig. 8. — Relation entre l'adsorption de méthane du charbon et la température et la pression du gaz.

Berichtigungsfaktor	= Facteur de correction de la température
20 at und höher	= 20 atm et plus

A l'encontre des hypothèses antérieures, on a vu que le degré de houillification, caractérisé par la teneur en matières volatiles ou par la teneur en carbone du charbon, n'est pas approprié pour caractériser la capacité de fixation de gaz des charbons.

En Allemagne, sur divers charbons de même degré de houillification, on a constaté des différences de capacité de fixation qui peuvent dépasser 30 %. De même, à l'intérieur d'une couche, il peut exister des différences qui donnent pour des charbons peu ou moyennement houillifiés un écart type de 10 % environ et qui sont ainsi plus grandes que pour les charbons maigres et les anthracites pour lesquels l'écart type atteint environ 5 %.

En Allemagne, la capacité de fixation de gaz des différents charbons est si diverse qu'il est encore nécessaire au premier chef de tracer une isotherme d'adsorption propre pour chaque charbon. En France, les différences entre les capacités de fixation de gaz des divers charbons paraissent plus faibles. Il y suffit donc d'une isotherme unique pour les anthracites et d'une autre isotherme pour les autres charbons (fig. 9).

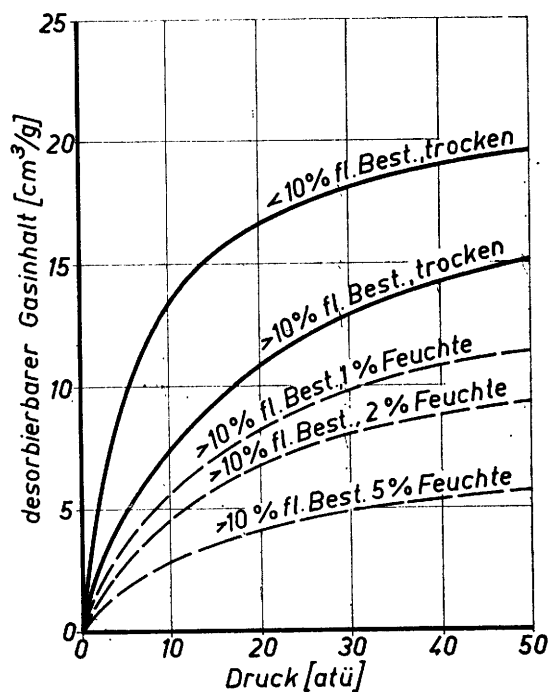


Fig. 9. — Capacité de fixation moyenne de méthane (concentration en gaz désorbable) de charbons français (d'après Gunther)

Druck (atü)	= Pression (atm)
Desorbierbarer Gasinhalt	= Concentration en gaz désorbable
Trocken	= Sec
Feuchte	= Humidité

A cause de la structure hétérogène des grains de charbon de grandes dimensions, tels qu'ils se présentent en pratique à la suite de l'abattage, il n'est pas possible de calculer la perméabilité à l'aide des coefficients de diffusion par exemple. On a donc effectué des mesures de perméabilité au laboratoire.

La perméabilité d'un charbon sur lequel agit une pression extérieure de 100 à 200 atm, est extrêmement faible. Les résultats des recherches montrent

en outre une grande dispersion, même pour des échantillons voisins. Pour la pratique, la constatation importante est que la perméabilité au gaz d'un charbon n'augmente de manière sensible que lorsqu'il est soustrait à la pression extérieure (fig. 10). C'est l'une des raisons pour lesquelles le captage du grisou, dans la zone d'influence d'une taille où les couches sont détendues, donne de bons résultats alors que le prédégazage du charbon non encore influencé, avant l'abattage, ne connaît la plupart du temps aucun succès.

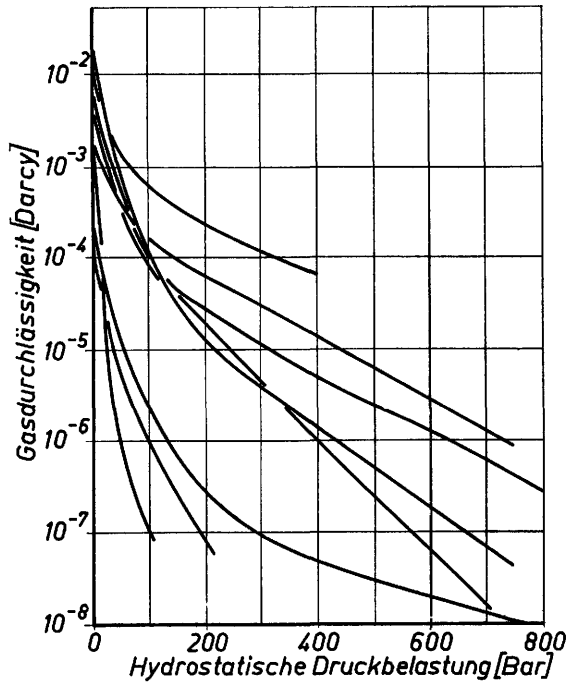


Fig. 10. — Perméabilité au gaz en fonction de la pression externe, pour différents charbons (d'après Gunther)

Hydrostatische Druckbelastung = charge hydrostatique
 Gasdurchlässigkeit (Darcy) = Perméabilité au gaz (Darcy)

Les études sur l'importance que représentent les roches comme réservoir de gaz ne sont pas encore terminées. Pour une roche pure (sans inclusions organiques), il s'agit principalement d'une rétention de méthane sous pression dans les pores et dans les fissures. Dans le cas des inclusions organiques qui, dans les épontes des couches de charbon, peuvent aller des traces charbonneuses aux filets d'un millimètre d'épaisseur environ, il peut aussi y avoir une fixation de méthane par adsorption. Connaissant les porosités des roches du carbonifère, on peut calculer que les épontes peuvent contenir des quantités de gaz allant jusqu'à 3 m³/t et davantage. Mais jusqu'à présent, la question n'est pas non plus résolue de savoir quelle est la fraction de ce gaz qui peut effectivement être libérée et s'écouler dans les conditions de dégagement de gaz des terrains en place; en effet, la perméabilité au gaz des épontes est faible, notam-

ment si elles contiennent des composés argileux. Souvent, seules importent comme voies d'écoulement pour le gaz, les fissures et les fentes qui ne se forment que dans la zone d'influence de la taille. Des observations faites à l'aide d'une caméra de télévision dans des sondages de captage ont montré que dans quelques cas particuliers seulement du gaz s'échappait aussi des épontes.

Les études dans ce domaine seront poursuivies.

3. MESURE DE LA CONCENTRATION EN GAZ PAR UN PROCÉDE DIRECT

Pour la mesure de la concentration en gaz par le procédé direct, on prélève un échantillon de charbon au fond et on l'enferme dans un récipient étanche au gaz. On mesure ensuite au laboratoire le volume de gaz contenu dans cet échantillon. La valeur des résultats obtenus de cette manière dépend principalement, si la mesure réussit, du fait que l'on maintient la perte de gaz au prélèvement à une valeur faible ou que l'on mesure le volume de gaz dégagé avant que l'échantillon ne soit enfermé dans un récipient étanche.

Précédemment, on avait essayé d'améliorer le mode de prélèvement de l'échantillon, en utilisant des tubes carottiers qui emprisonnent déjà l'échantillon de manière étanche dans le sondage. Mais cela n'a apporté de succès relatif que dans quelques cas particuliers. Le calcul du volume de gaz perdu lors du prélèvement de l'échantillon fut aussi un échec, de sorte que jusqu'à présent, on n'a encore obtenu aucun résultat valable par ce procédé. Cependant, on s'est efforcé, en France, depuis quelques années, d'améliorer autant que possible le procédé direct de mesure de la concentration en gaz. Il y avait à cela deux raisons : 1°) la difficulté dans le procédé indirect de sceller le sondage de sorte que l'on puisse mesurer une pression gazeuse d'équilibre utilisable, et 2°) la crainte que l'on ne mesure vraisemblablement toujours dans le charbon des pressions gazeuses trop faibles parce que seul le charbon détendu par le sondage serait suffisamment perméable pour livrer son gaz.

Deux résultats obtenus dans les recherches de laboratoire ont conduit à la mise au point d'une « méthode légère » :

1. Un charbon peu fissuré ne dégage son gaz qu'assez lentement si la granulométrie est supérieure à la distance entre fissures. Pour les charbons lorrains, la distance entre fissures est de l'ordre de quelques millimètres. Au cours des 10 premières minutes, ces charbons ne libèrent pas plus de 10 % de leur concentration en gaz.
2. Si le charbon est ensuite broyé à une granulométrie qui se situe nettement en dessous de la fissuration naturelle, le dégagement de gaz est très

fortement accéléré. Un grain de 10 μ libère 90 % de son gaz en quelques minutes.

31. Prélèvement de l'échantillon.

L'échantillon doit être prélevé là où le charbon possède encore sa concentration totale en gaz, c'est-à-dire là où aucun dégazage n'a déjà eu lieu. Le prélèvement de l'échantillon doit se faire rapidement. Aucune mesure de précaution spéciale n'est toutefois nécessaire. On utilise des débris de forage dont on recueille la fraction supérieure à 1 mm. Un échantillon de 10 g suffit. Les débris de forage sont généralement prélevés à l'aide d'une sondeuse et d'une barre de forage, à une profondeur de 2 ou 3 m, sur un front de charbon fraîchement découvert. S'il est nécessaire de prélever l'échantillon à une profondeur de trou de 10 - 20 m ou plus, on utilise un tube carottier. L'échantillon est alors déposé dans un flacon en polyéthylène de 1 litre de capacité et remonté à la surface.

32. Mesure de la concentration en gaz.

La concentration en gaz se compose du volume de gaz qui est déjà libéré au cours du transport et du volume de gaz qui est encore libéré par le broyage de l'échantillon de charbon au laboratoire. Le volume de gaz qui est libéré au cours du transport est calculé à partir de l'accroissement de la teneur en méthane dans le flacon qui contient l'échantillon. Avant le prélèvement et avant l'introduction de l'échantillon, on mesure la teneur en méthane dans le flacon à l'aide d'un méthanomètre et on calcule la quantité de méthane à partir du volume du flacon. Après avoir pesé exactement l'échantillon, celui-ci est placé dans un petit godet et broyé dans un broyeur vibrant à billes. Le volume de gaz libéré par le broyage est mesuré à l'aide d'une burette remplie d'eau. Après un temps de broyage de 25 à 30 minutes environ, l'échantillon ne dégage pratiquement plus de gaz.

Les volumes de gaz libérés au cours du transport et pendant le broyage donnent ainsi la concentration en gaz désorbable. Le volume de gaz perdu pendant le prélèvement de l'échantillon peut être estimé à l'aide d'une mesure de pression dans le flacon; celle-ci ne dure que quelques minutes. Le début de la courbe qui exprime la quantité perdue q en fonction du temps de prélèvement t , a pratiquement la forme : $q = a \sqrt{t}$. Si le gaz contient une forte proportion de CO_2 , on ne peut faire la mesure avec une burette remplie d'eau. On utilise alors un procédé un peu plus compliqué dont la validité doit encore être partiellement contrôlée.

4. MESURE DE LA CONCENTRATION EN GAZ PAR UN PROCÉDE INDIRECT

En défaveur de l'emploi du procédé direct dans la Ruhr, les études de dégagement de gaz des charbons, par exemple de carottes de charbon gras de 40 mm de diamètre et de 80 mm de longueur, ont montré que le dégagement de gaz est très rapide au cours des premières minutes, pour une pression de gaz initiale de 10 et 20 atm (fig. 11). Les échantillons taillés ou les carottes de composition granulométrique variée libèrent initialement leur gaz encore plus rapidement et la concentration résiduelle après le prélèvement de l'échantillon n'atteignait parfois plus que 40 - 60 % de la concentration en gaz. Pour une carotte hétérogène, il ne convient pas non plus de tracer à peu près exactement la courbe de dégazage à partir d'une relation mathématique simple et de calculer la perte de gaz depuis l'instant 0 par une extrapolation. On a donc dû s'efforcer de mettre au point le procédé indirect dans lequel on mesure au fond la pression du gaz dans un sondage en charbon et on détermine au laboratoire la capacité de fixation de gaz sur un échantillon de charbon à cette pression.

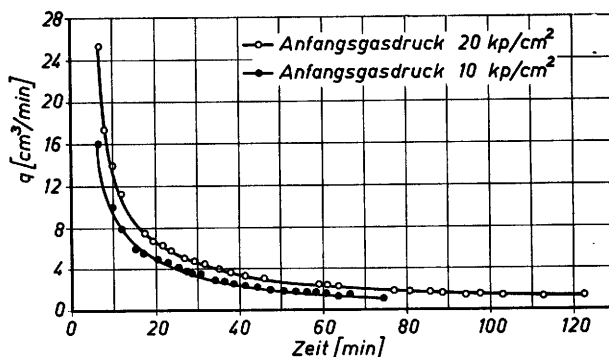


Fig. 11. — Dégagement de gaz d'une carotte de charbon en fonction de la pression de gaz initiale et du temps.

Anfangsgasdruck = Pression de gaz initiale

Les études sur la perméabilité du charbon ont nettement montré que sous une pression extérieure croissante, la perméabilité du charbon diminuait fortement. L'allure asymptotique de la courbe signifie toutefois que le charbon n'est pas non plus complètement imperméable au gaz sous de hautes pressions extérieures. (Cela est confirmé par les résultats des études russes sur la relation entre la porosité différentielle et une pression triaxiale. D'après ces études, même sous une pression de 200 kg/cm², seuls les pores de diamètre supérieur à 300 - 400 Å sont influencés). Dans le charbon, même dans la zone de surpression qui se forme autour d'un sondage comme autour d'une galerie, il doit donc se produire encore un mouvement de gaz. Cela milite,

dans les conditions allemandes, en faveur du procédé indirect.

Pour vérifier ces hypothèses, on a foré à partir d'une galerie en zone vierge, deux sondages de 65 mm de diamètre et de 50 m de longueur en charbon. On a observé leur dégagement de gaz pendant une période de 12 mois (fig. 12). Le dégagement de gaz a effectivement diminué de 6,5 m³/j au début à 1,7 m³/j à la fin de la période d'observation, mais comme le montrent les courbes, il n'était pas encore terminé. Le dégagement total de gaz de plus de 1 000 m³ par sondage ne peut être expliqué que si du gaz s'écoule de zones situées à grande distance du sondage. Les quantités de gaz qui sont perdues durant le forage jusqu'à l'achèvement du scellement de la chambre de mesure sont faibles par rapport au volume total de gaz contenu dans la couche et on peut considérer qu'elles n'influencent pratiquement pas le résultat des mesures. Il découlait seulement de tout cela qu'il fallait trouver un procédé convenable pour la mesure des pressions de gaz.

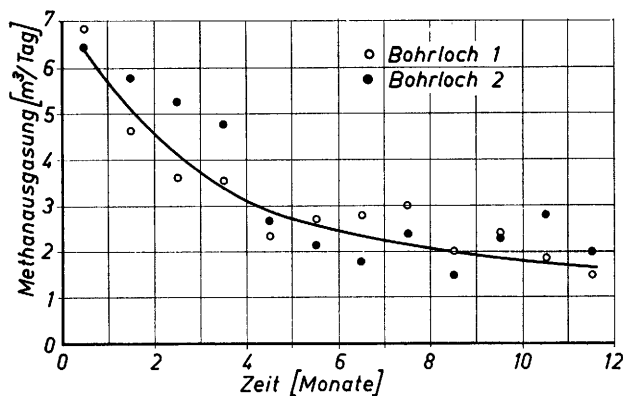


Fig. 12. — Dégagement de méthane de sondages dans une couche de charbon gras

Methanausgasung = Dégagement de méthane
Bohrloch = Sondage

41. Mesure de la pression gazeuse.

Dans le passé, on a toujours cherché à mesurer directement la pression du gaz dans une couche. Les valeurs trouvées varient dans de larges limites :

En U.R.S.S., on a trouvé des valeurs allant jusqu'à 52 kg/cm², aux Pays-Bas jusqu'à 18 kg/cm², en Belgique, jusqu'à 46 kg/cm². Grâce aux procédés employés antérieurement, on n'a pu toutefois mesurer les pressions élevées que lorsque la sonde utilisée pour le scellement du sondage était ancrée dans les épontes. Cela nécessitait des sondages en roche qui sont coûteux et ne peuvent être souvent réalisés qu'avec des difficultés. En Allemagne, on a donc veillé, lors de la construction d'une sonde de mesure de pression de gaz, à ce qu'elle puisse aussi être utilisée dans des sondages qui seraient forés en charbon.

Pour le scellement du sondage, divers procédés ont été essayés. Le remplissage du sondage avec du gypse, du ciment ou un matériau plastique, n'a pas eu de succès parce que, jusqu'au moment de la consolidation de la masse de remplissage, le gaz s'écoulant de la paroi du sondage créait de fins passages qui restaient ouverts après le scellement. Des essais avec les scellements décrits par Itz et Maas n'apportèrent pas non plus de résultats satisfaisants dans les sondages en charbon. Par la suite on a donc mis au point une sonde à scellement hydraulique (fig. 13). Cette sonde se compose d'un flexible gonflable renforcé par des toiles, qui est relié à une tête et à une pièce terminale. Pour transmettre la pression du gaz depuis la chambre de mesure de la sonde jusqu'à un enregistreur de pression installé dans la galerie comme appareil de mesure, on utilise un flexible à haute pression de petit diamètre. En avant de la tête de la sonde, on a fixé une brosse perforée de 0,20 m de longueur environ qui sert à nettoyer la paroi du sondage des débris de forage et maintient la sonde à une distance exacte du fond du trou. La sonde standard a un diamètre de 60 mm et une longueur de scellement de 1,30 m. Bien que l'on obtienne déjà un scellement correct avec une longueur de 0,65 m, on a choisi une plus grande longueur pour pouvoir raccourcir la sonde en cas de dégâts aux points de jonction et l'utiliser encore par après. Pour éviter que la sonde ne risque d'être projetée hors du sondage, un dispositif de fixation est amarré au soutènement. La sonde est introduite dans des sondages de 64 - 70 mm de diamètre. Pour forer en charbon des sondages de mesure de 25 m de longueur, une sondeuse manuelle actionnée à l'air comprimé convient bien. Pour forer des trous plus longs, on a utilisé une machine plus puissante montée sur affût. Des barres de forage creuses, avec hélice de dégagement, permettent de forer aussi bien à sec qu'avec rinçage à l'air ou à l'eau. Dans les sondages où le charbon est sec, on fore sans rinçage. Les sondages d'où du méthane s'écoule déjà lors du forage sont toujours humides. Dans ces sondages, il faut travailler avec rinçage à l'air ou à l'eau, parce que sans rinçage, les débris de forage ne peuvent être évacués. Des difficultés techniques de forage peuvent en outre se produire aux endroits où la couche se trouve sous forte contrainte, par exemple dans la zone de culée qui précède une taille ou au voisinage des fronts de galerie sur lesquels agit une surcharge particulièrement élevée. On ne peut y forer de sondages utilisables pour les mesures de pression.

La sonde et la brosse assemblées sont introduites jusqu'au fond du trou à l'aide de rallonges et la chambre de scellement est gonflée hydrauliquement à une pression de 100 kg/cm². Cela garantit un scellement sûr, même pour des pressions de gaz élevées. Simultanément, la paroi du trou est reconsolidée et sa perméabilité au gaz au voisinage de la

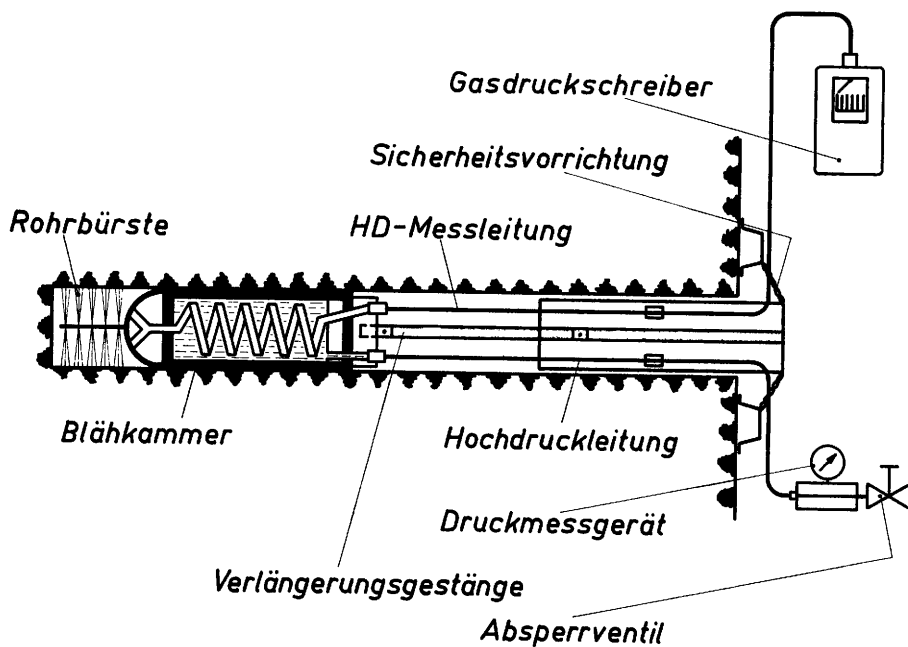


Fig. 13. — Schéma de la sonde de mesure de pression de gaz.

Gasdruckschreiber	= Enregistreur de pression de gaz	Blähkammer	= Chambre gonflable
Sicherheitsvorrichtung	= Dispositif de sécurité	Hochdruckleitung	= Conduite haute pression
Rohrbürste	= Brosse perforée	Druckmessgerät	= Manomètre
HD-Messleitung	= conduite de mesure HP	Verlängerungsgestänge	= Tiges d'allongement
		Absperrventil	= Vanne d'isolement

paroi est sensiblement diminuée dans la partie du sondage non scellée. On évite ainsi que du gaz ne s'écoule de la chambre de mesure dans la partie du sondage non scellée.

La mesure de pression doit se faire là où le charbon n'a pas encore dégagé de gaz. Les mesures de pression effectuées dans un sondage ont montré qu'avec le temps, la zone détendue autour d'une galerie s'étend et par conséquent aussi la zone dégazée. Les sondages de mesure de pression doivent donc être d'autant plus profonds que la galerie est plus ancienne; si l'âge de la galerie n'atteint que quelques jours, des longueurs de sondages de 15 à 20 m suffisent, selon l'expérience, pour pouvoir mesurer la pression de gaz originelle. On obtient une certitude supplémentaire si l'on dispose de plusieurs points de mesures à diverses profondeurs.

La condition requise pour une mesure de pression valable est une paroi de trou lisse. Dans les couches influencées ou bien là où de fortes contraintes supplémentaires agissent sur le front de charbon, le charbon peut se rompre le long de la paroi du trou. Dans ce cas, si le scellement en couche n'est pas possible, il faut forer des trous perpendiculairement à la stratification et placer la sonde dans les épontes. Le temps nécessaire à l'établissement d'une pression d'équilibre dépend de la pression du gaz dans le charbon et de la perméabilité du charbon au gaz. En

outre, exercent une influence le volume de la chambre de mesure qui peut diminuer au cours de la mesure de pression, par exemple à cause d'une infiltration d'eau, et le « volume mort » de l'appareil de mesure de pression qui est maintenu le plus petit possible. Dans l'espace, comme ces grandeurs varient de couche à couche et de mesure à mesure, la forme des courbes de pression varie également. La figure 14

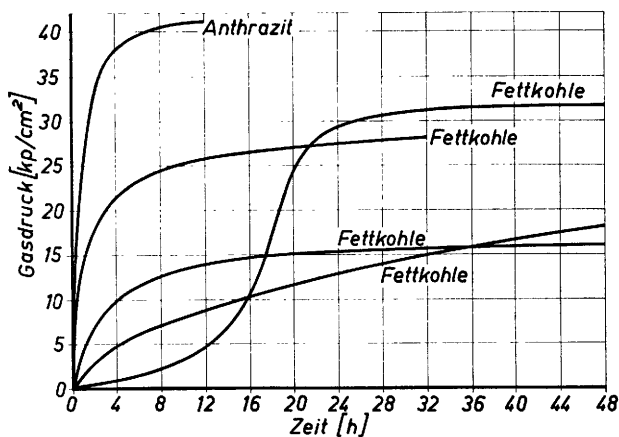


Fig. 14. — Etablissement de la pression de gaz d'équilibre dans une « chambre de mesure » en fonction du temps.

Gasdruck	= Pression de gaz
Anthrazit	= Anthracite
Fettkohle	= Charbon gras

TABLEAU : Résultats de mesures de pression de gaz dans le charbon en place.

Couche	Nature du charbon	Longueur du sondage (m)	Pression de gaz (kg/cm ²)	Remarques
Hugo (Bassin de la Ruhr)	Charbon gras	10,0	7,0	Sondage en couche.
		20,5	8,0	
		28,5	8,0	
G (Lorraine)	Charbon flambant	20,0	21,5	Sondage en couche.
2 (Ibbenbüren)	Anthracite	13,5	39,0	Sondage en couche.
		25,5	41,0	
		30,0	44,0	
2 (Bassin de la Sarre)	Charbon flambant	25,5	53,0	Sondage en couche.
Karl (Bassin de la Ruhr)	Charbon gras	35	63,0	Sondage à travers épontes.
Wellington (Bassin de la Ruhr)	Charbon gras	45	71,5	Sondage à travers épontes.

montre quelques exemples; dans un tableau, on a rassemblé quelques valeurs de pressions gazeuses mesurées.

42. Mesures d'adsorption.

Sur un échantillon que l'on conserve sous azote jusqu'au moment de la mesure, on détermine la capacité de fixation de gaz par le charbon. Pour cela, aussi bien le procédé volumétrique que le procédé gravimétrique conviennent, mais la plupart du temps, on préfère le procédé gravimétrique. Pour une détermination particulière de la concentration en gaz, il suffit de faire la mesure de la capacité de fixation à la pression de gaz mesurée.

Les courbes d'adsorption sont relevées à la température de 30 °C. Si la température effective des terrains s'écarte de cette valeur, on corrigera d'après les courbes de correction de la figure 8 déjà expliquées. L'influence de l'humidité sera prise en considération si nécessaire, en appliquant la formule d'Ettinger déjà mentionnée.

Le gaz contenu sous pression dans l'espace libre du charbon sera calculé à partir de la pression du gaz et du volume des pores du charbon. La somme des deux valeurs donne la concentration en gaz.

5. MESURE DE LA FRACTION LIBEREE DE LA CONCENTRATION EN GAZ

Les études effectuées au laboratoire et dans la mine ont montré que le dégagement de gaz d'un

charbon peut durer pendant plusieurs mois. Le charbon abattu contient donc encore une certaine quantité de gaz lorsqu'il quitte la division d'exploitation ou la mine. Mais pour l'exploitation, c'est seulement le volume de gaz qui est libéré dans la mine et que nous désignons sous le terme de « fraction libérée de la concentration en gaz » qui importe. Pour connaître ce volume, à côté de la concentration en gaz, on utilise encore la « concentration résiduelle en gaz » (concentration en gaz moins concentration résiduelle en gaz = fraction libérée de la concentration en gaz) ou le « degré de dégazage » (concentration en gaz multipliée par degré de dégazage = fraction libérée de la concentration en gaz).

Le dégagement de gaz du charbon lors de l'abatage, le dégagement de gaz du charbon abattu et sa concentration résiduelle en gaz à différents moments après l'abatage, comme la valeur du degré de dégazage et les facteurs d'influence dont dépendent ces valeurs, ont été étudiés systématiquement pour la première fois et précisément pour les charbons de la Ruhr et quelques couches d'autres bassins.

Ces études qui ont été effectuées dans 35 chantiers soumis ou non à l'influence d'autres exploitations, fournissent l'image suivante du dégagement de gaz des couches exploitées :

La « concentration résiduelle immédiatement après l'abatage » atteint dans la Ruhr, pour toutes espèces de charbon, jusqu'à 7 m³/t (fig. 15). Le degré de houillification ne constitue pas un facteur

déterminant de la valeur de la concentration résiduelle en gaz. Celle-ci est déterminée, principalement lors de l'exploitation d'une couche vierge, par la concentration en gaz (fig. 16) : Pour une concentration en gaz de $5 \text{ m}^3/\text{t}$, la « concentration résiduelle immédiatement après l'abattage » vaut $3,5 \text{ m}^3/\text{t} = 70 \%$; pour une concentration en gaz de $25 \text{ m}^3/\text{t}$, par contre, elle vaut environ $7 \text{ m}^3/\text{t} = 28 \%$.

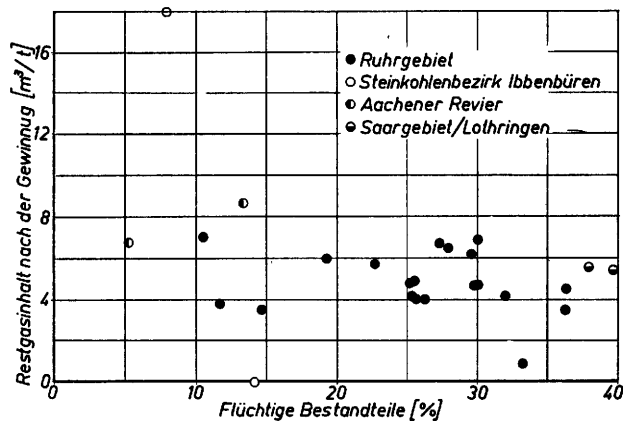


Fig. 15. — Concentration résiduelle en gaz après l'abattage en fonction du degré de houillification.

Flüchtige Bestandteile = Matières volatiles
 Restgasinhalt nach der Gewinnung = Concentration résiduelle en gaz après l'abattage
 Steinkohlenbezirk = Arrondissement houiller

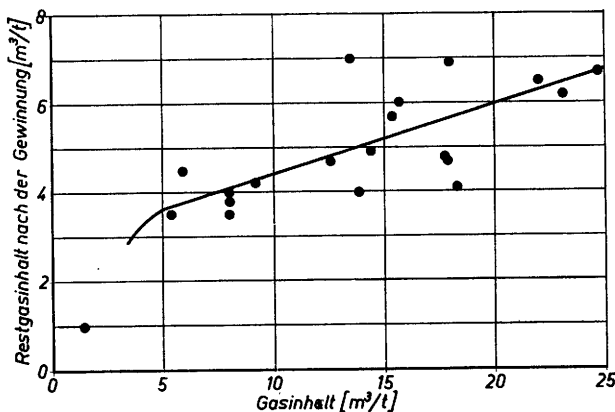


Fig. 16. — Concentration résiduelle en gaz après l'abattage en fonction de la concentration en gaz.

Gasinhalt = Concentration en gaz
 Restgasinhalt nach der Gewinnung = Concentration résiduelle en gaz après l'abattage

Les résultats obtenus dans les couches d'antracite des arrondissements miniers d'Aix-la-Chapelle et d'Ibbenbüren et dans les couches de charbon flamboyant des bassins de la Sarre et de Lorraine diffèrent des valeurs trouvées dans la Ruhr. Dans les couches de ces bassins, la « concentration résiduelle en gaz après l'abattage » est plus grande que dans les couches comparables du bassin de la Ruhr. Cela signifie

que le charbon du Carbonifère de la Ruhr libère plus vite son gaz lors de l'abattage que les charbons de ces autres gisements houillers.

Pour le charbon provenant d'une seule et même taille, la « concentration résiduelle en gaz immédiatement après l'abattage » varie fortement à cause des hétérogénéités de la couche et à cause de la fissuration irrégulière en avant du front de taille. On doit généralement s'attendre dans un chantier à une dispersion de $\pm 20 \%$ par rapport à la concentration résiduelle moyenne. L'influence du rythme journalier de l'abattage n'a pas été constatée. Par contre, le rythme hebdomadaire d'abattage exerce une influence nette ; au début de la semaine de travail, on mesure toujours des concentrations résiduelles de 20 à 30 % plus faibles.

La comparaison des mesures faites dans un chantier sous des conditions d'exploitation variables et la comparaison des mesures faites dans divers chantiers ont montré que la vitesse d'avancement, l'injection d'eau et le mode de contrôle du toit n'ont aucune influence significative sur la valeur de la « concentration résiduelle après l'abattage ». De même, les conditions de gisement d'une couche telles que la pente, la puissance et la profondeur, ne se sont pas montrées déterminantes.

La « concentration résiduelle à l'extrémité de la voie de desserte du chantier » atteint encore jusqu'à $6 \text{ m}^3/\text{t}$ pour le charbon transporté, dans la Ruhr (fig 17) (à Ibbenbüren, jusqu'à $16,9 \text{ m}^3/\text{t}$). Mise à part la granulométrie, cette valeur dépend principalement de la concentration en gaz de la couche. La valeur moyenne de cette concentration résiduelle pour toutes les granulométries, se situe pour une concentration en gaz de $5 \text{ m}^3/\text{t}$ à environ $2,5 \text{ m}^3/\text{t}$ soit 50 %, pour une concentration de $25 \text{ m}^3/\text{t}$ à environ $5 \text{ m}^3/\text{t}$ soit 20 %.

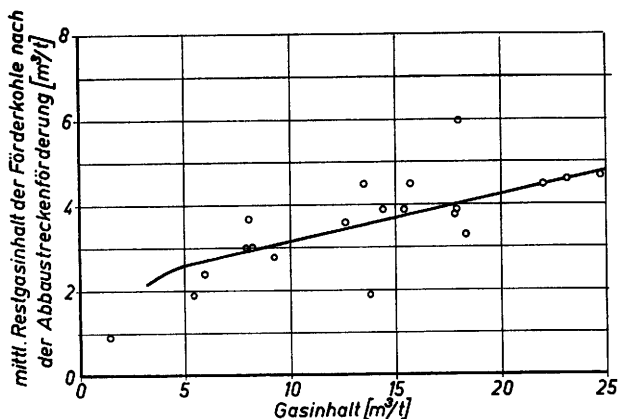


Fig. 17. — Concentration résiduelle en gaz du charbon après le transport en voie de chantier en fonction de la concentration en gaz (Bassin de la Ruhr)

Mitt. Restgasinhalt der Förderkohle nach der Abbaustreckenförderung = Concentration résiduelle moyenne en gaz du charbon après le transport en voie de chantier

Le dégagement de gaz au cours de l'évacuation en taille et en voie de chantier atteint, dans la Ruhr, jusqu'à 3,9 m³/t ; à Ibbenbüren, jusqu'à 5,4 m³/t (fig. 18). Il diminue pour une granulométrie croissante, mais toutefois plus au delà d'un diamètre des grains de 8 à 25 mm. Outre la granulométrie, il dépend dans une plus faible mesure de la concentration en gaz de la couche. 90 % du gaz libéré pendant l'évacuation en taille et dans la voie de chantier, c'est-à-dire au cours d'une période de 10 à 20 minutes, se dégagent déjà dans les deux premières minutes qui suivent l'abattage. De même, après le transport dans la voie du chantier (p. ex. durant le séjour dans les silos à brut de la surface), le charbon déga-

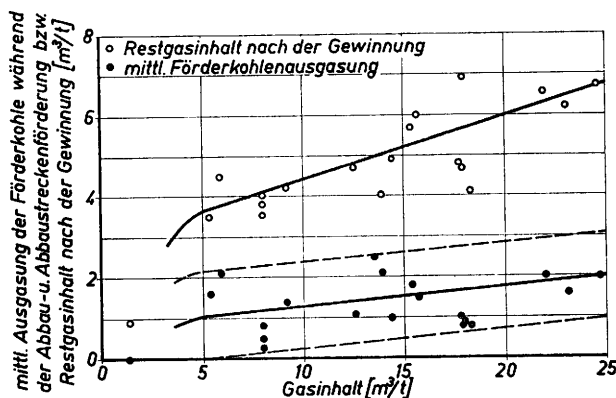


Fig. 18. — Dégagement de gaz du charbon abattu durant le transport en taille et en voie de chantier en fonction de la concentration en gaz et de la concentration résiduelle après l'abattage.

Mittl. Ausgasung der Förderkohle während der Abbau- u. Abbaustreckenförderung bzw. Restgasinhalt nach der Gewinnung	= Dégagement de gaz moyen du charbon abattu durant le transport en taille et en voie de chantier, ou concentration résiduelle en gaz après l'abattage
Restgasinhalt nach der Gewinnung	= Concentration résiduelle en gaz après l'abattage
Mittl. Förderkohlausgasung	= Dégagement de gaz moyen du charbon abattu

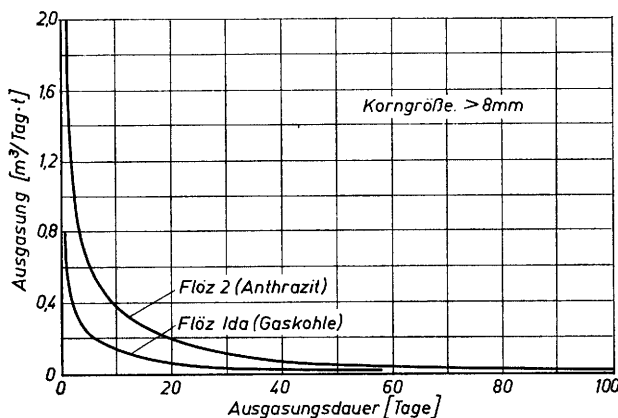


Fig. 19. — Dégagement de gaz du charbon extrait en fonction de la durée de dégazage.

ge encore du gaz pendant plusieurs mois. Sur la figure 19, on a porté les vitesses de dégazage d'un charbon à gaz riche en gaz et d'un anthracite riche en gaz, de granulométrie supérieure à 8 mm, en fonction du temps de dégazage, pendant une période de 3 mois. La courbe du charbon à gaz peut être considérée comme une courbe moyenne pour les couches grisouteuses de la Ruhr, tandis que la courbe de l'anthracite donne les plus hautes valeurs trouvées jusqu'à présent. Ces courbes permettent de mieux apprécier le danger de formation d'accumulations de grisou dans les silos à brut que cela ne fut possible jusqu'à présent.

Concernant l'ensemble du dégagement fondamental d'une taille, les recherches ont montré que :

La fraction libérée de la concentration en gaz (en %), avant et pendant l'abattage, est d'autant plus grande que la couche contient plus de gaz; par contre, la fraction libérée durant l'évacuation en taille et dans la voie de chantier est d'autant plus faible que la couche contient plus de gaz. De même, par rapport à la concentration en gaz, le degré de dégazage du charbon abattu atteint environ 50 % à l'extrémité de la voie de transport, pour des concentrations de 5 m³/t, et il augmente jusqu'à 80 % environ pour des concentrations de 25 m³/t (fig. 20).

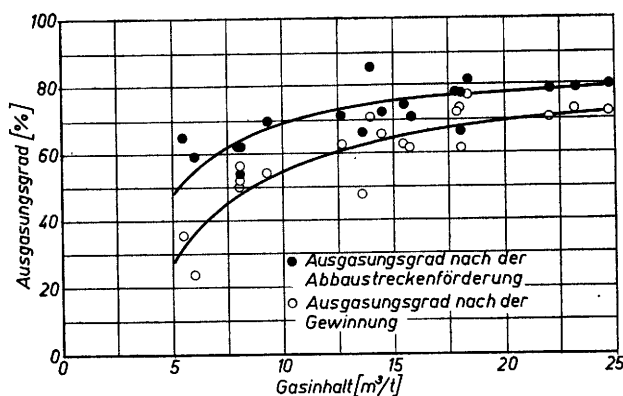


Fig. 20. — Degré de dégazage du charbon abattu en fonction de la concentration en gaz

Gasinhalt	= Concentration en gaz
Ausgasungsgrad	= Degré de dégazage
Ausgasungsgrad nach der Abbaustreckenförderung	= Degré de dégazage après le transport en voie de chantier
Ausgasungsgrad nach der Gewinnung	= Degré de dégazage après l'abattage

Pour la prévision du dégagement de gaz, on peut exprimer le dégagement fondamental en fonction de la concentration en gaz par une loi approximativement linéaire :

$$q_g = 0,89 Q_o - 2,0 \text{ (m}^3\text{/t)}$$

où q_g = dégagement fondamental (m³/t) et Q_o = concentration en gaz de la couche (m³/t).

Cette formule est valable pour les couches vierges de la Ruhr d'une concentration en gaz de plus de 5 m³/t. (D'après les résultats de mesures faites dans 20 chantiers, il faut compter avec une erreur maximale de ± 15 % de la concentration en gaz, mais toutefois pas supérieure à 2 m³/t.)

6. VERIFICATION DES PROCÉDES UTILISÉS POUR LA MESURE DE LA CONCENTRATION EN GAZ ET DE LA FRACTION LIBÉRÉE DE CETTE CONCENTRATION

61. Mode de vérification.

Une vérification des procédés utilisés pour la prévision des valeurs du dégagement de gaz n'est possible que par la comparaison du dégagement de gaz précalculé avec le dégagement de gaz mesuré ultérieurement dans le chantier.

Dans la mine, on a mesuré la fraction libérée de la concentration en gaz. Cette valeur doit être comparée avec la valeur précalculée de la fraction libérée de la concentration en gaz.

Si le dégagement total de gaz est composé d'un dégagement fondamental et d'un dégagement supplémentaire, il faut essayer d'obtenir séparément le dégagement fondamental. Cela ne peut souvent se faire qu'au cours de la période de démarrage de la taille pendant laquelle les couches voisines ne sont pas encore influencées de manière telle qu'elles libèrent leur gaz dans le courant d'air de la taille. En mesurant le débit d'air et la teneur en CH₄ de l'air, on peut calculer le dégagement de gaz dans le courant d'air. La précision de ces déterminations du dégagement de gaz dépend de la durée des mesures, de la méthode de mesure et du type des appareils de mesure utilisés.

Même dans les conditions les plus favorables, on doit toutefois escompter une erreur qui peut atteindre ± 10 % de la valeur mesurée et davantage.

Si les valeurs de dégagement de gaz précalculées ne s'écartent pas de ± 10 % des valeurs mesurées dans la mine, on peut considérer le résultat comme bon. Cependant, même pour de grands écarts, les prévisions peuvent encore être tout à fait valables, par exemple, si une erreur importante a été faite lors de la mesure du dégagement de gaz dans la mine.

62. Résultats.

Les procédés mis au point par la « Forschungsstelle für Grubenbewetterung » pour la détermination de la concentration en gaz par voie indirecte et pour le calcul prévisionnel du dégagement fondamental grâce à la formule approximative proposée ont été vérifiés en Allemagne dans une série de cas pratiques. La figure 21 montre un exemple.

La pression du gaz mesurée dans la couche (couche de charbon gras à 22,0 % M.V.) atteignait 28,0 kg/cm². La température de la couche était de 35,0 °C. Sous contrainte, le charbon présentait un volume poreux de 0,06 m³/t.

A la pression de gaz mesurée de 28,0 kg/cm², le charbon adsorbait 12,0 m³/t et contenait 1,6 m³/t de grisou sous pression dans le volume poreux. Cela donne une concentration en gaz de 13,6 m³/t. En outre, le dégagement de gaz fondamental a été calculé et valait 10,1 m³/t. On a mesuré dans la mine un dégagement fondamental de 11,2 m³/t. L'erreur de prévision atteignait ainsi — 1,1 m³/t ou — 9,6 pour cent.

Dans le cas de 8 calculs prévisionnels qui ont été effectués pour des couches de divers degrés de houil-

CALCUL PREVISIONNEL N° 9

Nature du charbon : charbon gras

Matières volatiles	22,0 %
Pression de gaz mesurée dans la couche	28,0 kg/cm ²
Température de la couche	35,0 °C
Volume des pores (sous charge)	0,06 m ³ /t
Quantité de méthane adsorbé	12,0 m ³ /t
Quantité de méthane emprisonné dans les pores	1,6 m ³ /t
Concentration en gaz	13,6 m ³ /t
Dégagement de gaz fondamental (prévu)	10,1 m ³ /t
Dégagement de gaz fondamental (mesuré au fond)	11,2 m ³ /t
Différence	— 1,1 m ³ /t = — 9,8 %

Fig. 21. — Exemple de calcul prévisionnel du dégagement de gaz fondamental et vérification.

lification et de conditions grisouteuses très diverses, l'exactitude a pu être contrôlée jusqu'à présent par des mesures de dégagement de gaz après le démarrage de la taille. Dans tous les cas, l'erreur fut inférieure à $\pm 10 \%$. Dans de nombreux cas de prévision, la vérification ne fut possible qu'après le commencement de l'exploitation.

Le procédé indirect mis au point en Allemagne fournit donc, pour les conditions ouest-allemandes, des prévisions utilisables de la concentration en gaz et du dégagement fondamental.

En France, jusqu'à présent, quelques milliers de mesures ont été effectuées par le procédé direct (méthode légère). Grâce à cette méthode de détermination de la concentration en gaz, ou plus précisément, de la fraction libérable de la concentration en gaz d'une couche, on n'obtient sans aucun doute jamais la valeur moyenne qu'à partir d'un grand nombre de mesures, car les valeurs individuelles dans une seule et même couche sont très dispersées.

Pour vérifier ces valeurs, on n'a pas considéré le dégagement fondamental mesuré dans les chantiers, mais le dégagement de gaz total (dégagement fondamental + dégagement supplémentaire). Il s'est avéré que les valeurs précalculées selon les méthodes de Schultz, Winter et Stuffken pour le dégagement total de gaz se sont toujours situées en dessous des valeurs observées dans les chantiers.

Grâce à un nouveau procédé provisoire de calcul prévisionnel conçu par le Cerchar (*), dans lequel on tient compte actuellement d'une zone de dégazage plus grande et aussi du fait que les épontes contiennent du gaz, on dispose pour les mines fran-

çaises d'une prévision dont la précision ne dépasse pas 50 % à l'heure actuelle.

On a entrepris les premiers essais grâce auxquels on vérifiera dans d'autres bassins miniers, l'applicabilité des deux procédés de détermination de la concentration en gaz, dans les mêmes conditions, au même moment et au même endroit. Les résultats obtenus jusqu'à présent ne peuvent pas encore être donnés.

7. CONCLUSION

Les deux procédés mis au point et essayés au cours des dernières années dans le cadre de la CECA pour mesurer la concentration en gaz et la fraction libérée de cette concentration permettent maintenant de prédire, avec une précision satisfaisante pour l'exploitation, le dégagement de gaz à escompter de la couche exploitée, c'est-à-dire le dégagement fondamental, même dans le cas de l'exploitation de quartiers vierges. On a donc atteint le premier but en ce qui concerne le développement d'un procédé amélioré de prévision du dégagement de gaz.

Les études en cours sur le degré de dégazage des couches voisines, pour lesquelles des procédés valables de détermination de la concentration en gaz et de la concentration résiduelle étaient le préliminaire, nous permettront aussi dans quelque temps, en liaison avec les résultats des études sur la forme et la grandeur de la zone de dégazage qui se forme autour d'une taille, de prédire plus exactement qu'auparavant le dégagement supplémentaire à escompter. Ce n'est qu'alors que nous atteindrons notre but final, à savoir des renseignements certains sur le dégagement total de gaz à escompter lors de l'exploitation d'une couche.

(*) J. GUNTHER : Dégagement du grisou dans les chantiers d'exploitation.

RESUME

Une condition importante de la maîtrise pleinement efficace du dégagement de grisou dans la mine et de l'emploi fructueux de moyens de lutte contre le grisou est la connaissance préalable du dégagement de gaz auquel il faut s'attendre dans un chantier à exploiter.

Les procédés antérieurs de calcul prévisionnel du dégagement de gaz ne répondent plus aux exigences que pose aujourd'hui l'exploitation moderne. Dans le cadre des études subsidiées par la Haute Autorité sur le gisement et le dégagement de méthane dans les terrains houillers, on a donc entrepris des recherches qui ont pour but d'obtenir un procédé sûr et d'application générale de calcul prévisionnel du dégagement de grisou.

On citera d'abord brièvement quelques-uns des résultats nouveaux sur la liaison gaz-charbon et sur les facteurs d'influence dont dépend la circulation du gaz dans les terrains. Ces résultats de nombreuses recherches particulières qui ont été effectuées au cours des dernières années, sont à la base d'une amélioration des procédés de calcul prévisionnel en même temps qu'ils apportent une aide précieuse pour d'autres travaux tels que les recherches sur le dégagement de gaz dans les chantiers d'exploitation et

dans les travaux préparatoires et pour le perfectionnement et l'amélioration des moyens de lutte.

Ensuite, on décrira deux procédés qui ont été mis au point en Allemagne et en France et à l'aide desquels on peut déterminer de façon nettement plus précise qu'auparavant la concentration en gaz du charbon en place. Les résultats qui en découlent dans des recherches sur le degré de dégazage du charbon effectuées systématiquement pour les premières fois en Europe occidentale, permettent de dire quelle est la fraction de la concentration en gaz qui est libérée avant et pendant l'abattage et au cours de l'évacuation du charbon abattu.

A partir de la concentration en gaz et du degré de dégazage, on peut prédéterminer maintenant avec une précision satisfaisante le dégagement de gaz de la couche en exploitation (le dégagement fondamental). Les vérifications pratiques des prévisions l'ont montré. Les résultats obtenus sont à la base de recherches non encore terminées sur le dégagement de gaz des couches situées au toit et au mur de la couche exploitée (le « dégagement supplémentaire »).

A la fin des travaux en cours, il sera possible de prévoir le dégagement de gaz total, de manière plus précise et plus sûre qu'auparavant, et d'exercer une lutte encore plus efficace contre le dégagement de grisou.

SAMENVATTING

Een belangrijke voorwaarde voor een werkelijk doelmatige beheersing van de gasuitwaseming in een mijn en voor een doeltreffend gebruik van de gasbestrijdingsmiddelen is de voorafgaandelijke kennis van de gasontwikkeling waaraan men zich in een te ontginnen werkplaats kan verwachten.

De oudere procédé's voor het vooraf berekenen van de gasontwikkeling beantwoorden niet meer aan de vereisten van de hedendaagse ontginning. Bijgevolg heeft men in het raam van de door de Hoge Autoriteit gesubsidieerde studies over de aanwezigheid en de uitwaseming van het methaan in het kolengesteente opzoekingen ondernomen met het oog op het uitwerken van een zekere en algemeen toepasbare methode voor vooraf berekening van de mijngasontwikkeling.

Vooreerst worden enkele nieuwe gegevens verstrekt over de binding gas-kolen en de factoren die de verplaatsing van het gas in het gesteente beïnvloeden. Deze resultaten, vrucht van speciaal opzoe-

kingswerk van de laatste jaren, vormen de basis voor betere procédé's voor de vooruitberekening en betekenen tevens een belangrijke hulp op andere gebieden zoals de studie van de gasontwikkeling in ontginningswerkplaatsen en voorbereidende werken, en de verbetering van de bestrijdingsmiddelen.

Vervolgens worden twee procédé's beschreven die werden uitgewerkt in Duitsland en Frankrijk, waarmee de gasinhoud van de vastekolen veel nauwkeuriger dan vroeger kan bepaald worden. De resultaten voortspruitend uit opzoekingen betreffende de ontgassingsgraad van kolen die voor de eerste maal systematisch werden uitgevoerd in West-Europa, leiden tot de bepaling van het gedeelte van het gas dat vrijkomt vóór en tijdens de winning en tijdens het vervoer van de gewonnen kolen.

Uitgaande van de gasinhoud en van de ontgassingsgraad kan men thans met voldoende nauwkeurigheid voorop bepalen hoeveel gas de laag bij de ontginning zal afgeven (hoofdgastoevloed). Waarnemingen in de praktijk hebben dit bewezen.

De bekomen resultaten liggen aan de basis van nog aan gang zijnde opzoekingen over de mijngasontwikkeling uit lagen die zich in dak en vloer van de ontgonnen laag bevinden (bijkomende toevloed).

Enmaal beëindigd zullen deze werken toelaten juister en veiliger dan voorheen de totale gastoevoer te voorzien, en de mijngasontwikkeling meer doeltreffend te bestrijden.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine wichtige Voraussetzung für die wirkungsvolle Beherrschung der MethanAusgasung unter Tage und für die erfolgreiche Anwendung von Bekämpfungsmassnahmen gegen das Grubengas ist die vorherige Kenntnis des Gasanfalls, der bei einem geplanten Abbau zu erwarten ist.

Die früher entwickelten Ausgasungs-Vorausrechnungsverfahren genügen den Anforderungen, die der moderne Betrieb heute stellt, nicht mehr. Deshalb wurden in die von der Hohen Behörde finanziell unterstützten Forschungsarbeiten über Vorkommen und Freiwerden von Methan im Steinkohlengebirge Untersuchungen aufgenommen, die das Ziel haben, ein zuverlässiges und allgemeingültiges Vorausberechnungsverfahren für den zu erwartenden Gasanfall zu schaffen.

Es werden zunächst kurz einige neue Erkenntnisse vorgetragen über die Bindung von Methan an Kohle und über die Einflussgrössen, von denen die Gasführung im Gebirge abhängt. Diese Ergebnisse aus zahlreichen Einzeluntersuchungen, die in den letzten Jahren durchgeführt worden sind, waren die Grundlage zur Verbesserung der Ausgasungsvorausberechnung, gleichzeitig aber auch eine wertvolle Hilfe für andere Arbeiten, beispielsweise für Untersuchungen über die Ausgasung im Strebraum und in Streckenvortrieben und für die Weiterentwick-

lung und Verbesserung von Bekämpfungsmassnahmen.

Anschliessend werden zwei Verfahren beschrieben, die in Deutschland und Frankreich entwickelt worden sind und mit denen der Gasinhalt der anstehenden Kohle wesentlich genauer als bisher bestimmt werden kann. Die danach angeführten Ergebnisse aus Untersuchungen über den Ausgasungsgrad der Kohle, die zum ersten Male in Westeuropa planmässig durchgeführt worden sind, lassen Aussagen darüber zu, welcher Teil des Gasinhaltes vor und während der Gewinnung und im Verlauf der Abförderung der gewonnenen Kohle frei wird.

Aus Gasinhalt und Ausgasungsgrad kann man jetzt den Gasanfall aus dem im Abbau stehenden Flöz (die « Grundausgasung ») mit ausreichender Genauigkeit vorausberechnen. Das haben die im Betrieb überprüften Vorausberechnungen gezeigt. Die gewonnenen Ergebnisse bilden die Voraussetzung für die noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen über den Gasanfall aus den Schichten im Hangenden und Liegenden des im Abbau stehenden Flözes (die « Zusatzausgasung »).

Nach Beendigung der laufenden Arbeiten wird es möglich sein, den Gesamtgasanfall genauer und zuverlässiger als bisher vorherzusagen und eine noch wirkungsvollere Ausgasungsbekämpfung durchzuführen.

SUMMARY

One important condition for the complete, efficient mastery of firedamp released in the mine and the effective means of fighting firedamp is the previous knowledge of the amount of gas which is expected to be released in a working place where coal has to be won.

Previous methods of forecasting the release of gas no longer meet present day requirements of modern working. Within the framework of studies in the presence and the release of methane in coal-bearing rocks subsidized by the High Authority, research has therefore been undertaken with a view to obtaining a process of calculating in advance the

amount of firedamp to be released, which will be safe and can be applied generally.

In the first place, a few fresh results may be mentioned in connection with the gas-coal relation and the factors of influence upon which the circulation of gas in the rocks depends. These results of a great many individual studies carried out in recent years, form the basis of an improvement in the forecasting calculation methods, and, at the same time, afford valuable help in other work, such as research into the release of gas in extraction working places and in preparatory works, as well as for the perfecting and improvement of methods of fighting the gas.

Next, comes a description of two processes that have been developed in Germany and France, and with the aid of which it is possible to determine the concentration of gas in the coal in situ much more accurately than before. The results obtained in research into the degree of firedamp released from the coal, carried out systematically for the first time in Western Europe, make it possible to say what fraction of the gas concentration will be released before and during winning and during the evacuation of the coal won.

From the gas concentration and the degree of firedamp released, it is now possible to forecast the

release of gas from the seam being worked (fundamental release), with a satisfactory degree of accuracy. Practical verifications of the forecasts have proved this. The results obtained form the basis of research now under way into the release of gas from the coal seams situated in the roof and floor of the seam being worked (the « supplementary release »).

When the present research is completed, it will be possible to forecast the total release of gas in a much more accurate and reliable manner than before, and to carry out a still more effective fight against firedamp release.

Dégagement du grisou dans les chantiers d'exploitation

J. GUNTHER,

Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France.

SOMMAIRE

1. Introduction.
2. Dégagement normal en taille.
 21. Généralités.
 22. Répartition des teneurs en grisou dans l'espace.
 221. Dans une section.
 222. Le long du circuit d'aéragé.
 223. Dans l'arrière-taille.
 23. Variation des teneurs en grisou dans le temps.
 24. Influence de divers facteurs d'exploitation.
 241. Méthode d'exploitation.
 242. Pression barométrique.
 243. Incidents d'aéragé et de captage.
 244. Autres facteurs.
 25. Notion de débit grisouteux spécifique — Méthodes de prévision.
3. Dégagements instantanés en taille.
4. Conclusions pratiques.

1. INTRODUCTION

Le dégagement normal ou instantané du grisou constitue une menace importante pour la sécurité et la rentabilité d'un nombre croissant de mines européennes.

La présente communication est essentiellement destinée à décrire le phénomène en ce qui concerne les chantiers d'exploitation. Nous rappelons que les bases physiques du problème ont été exposées par M. Paul, que l'aspect « travaux préparatoires » le sera par M. Wildschut et que les mesures pratiques de lutte vous seront présentées par M. Vandeloise.

Nous nous limiterons en fait à un seul type de chantier, à savoir la longue taille en plateure (pen-

dage inférieur à 25° environ). En effet, les problèmes liés au grisou apparaissent toujours à une profondeur notable, où l'exploitation par chambres et piliers n'est pas utilisable dans l'état actuel de la technique. Quant aux chantiers en dressants, ils sont relativement rares dans la Communauté et, à notre connaissance, la plupart de ceux qui existent posent peu de problèmes de dégagement grisouteux parce que la production unitaire des chantiers est assez faible et que les couches redressées ont souvent subi un dégagement naturel dû à leur affleurement.

Nous entendons ici par dégagement normal du grisou un phénomène répandu, à des degrés divers, dans la plupart des mines de charbon, et connu depuis longtemps de tous les mineurs : il s'agit d'une émission lente et progressive d'un gaz combustible, essentiellement composé de méthane. Cette émission peut être diffuse ou localisée : dans ce cas, on a affaire à des soufflards. Le dégagement normal du grisou ne produit pas d'effets mécaniques.

Les dégagements instantanés (en abrégé D.I.) sont beaucoup moins répandus; en ce qui concerne la CECA, on en a observé en taille et dans les travaux préparatoires dans le Bassin des Cévennes, en France, et dans le Bassin du Sud, en Belgique. D'autres gisements (Bassin du Pas-de-Calais en France, Limburg aux Pays-Bas) y sont sujets, mais uniquement en traçages. La caractéristique essentielle de ces phénomènes est que le dégagement de grisou y est très rapide et s'accompagne de projections mécaniques pouvant atteindre des milliers de tonnes. Le gaz dégagé n'est pas d'ailleurs obligatoirement du grisou pur; dans le bassin des Cévennes, il contient en effet des proportions importantes de gaz carbonique (CO₂). On conçoit que de telles manifestations sont extrêmement dangereuses et nécessitent des précautions tout à fait spéciales.

Nous consacrerons la plus grande partie du présent exposé au dégagement normal en taille, en raison de l'importance des problèmes qu'il soulève et du fait qu'il présente, par rapport au dégagement en traçage, des caractères particuliers. Nous parlerons ensuite assez rapidement des dégagements instantanés en taille, qui se différencient peu de ceux observés en traçage; nous en profiterons cependant pour introduire la notion de caractérisation d'un panneau.

2. DEGAGEMENT NORMAL EN TAILLE

21. Généralités.

Nous considérons donc une longue taille en plateau. Rappelons qu'un tel chantier est constitué d'un front incliné en général selon le pendage, de 50 à 400 m de longueur, et progressant de quelques décimètres à quelques mètres par jour; ce front est desservi par deux voies : la voie de base servant à l'arrivée de l'air et à l'évacuation des produits et la voie de tête servant au retour de l'air et souvent à l'arrivée du remblai et du matériel. Du point de vue ventilation, on dit que la taille est chassante (ou aussi avançante) par rapport à une voie si la zone de cette voie parcourue par le courant d'air principal est en arrière du front. Dans le cas contraire, la taille est rabattante sur cette voie. Une taille chassante (ou rabattante), sans autre précision, l'est sur ses deux voies. Dans certains cas, et surtout en mine grisouteuse, on aura des tailles à la fois chassantes et rabattantes sur leur voie de tête. Les schémas de la figure 1 donnent des exemples de ces diverses situations.

L'arrière-taille peut être traitée par foudroyage ou par remblayage; dans les exploitations qui ont été étudiées, le remblayage était toujours pneumatique.

En taille chassante, les voies sont creusées en même temps que la taille, ou parfois un peu en avant : il y a alors une antenne en cul-de-sac aérée comme en traçage. En taille rabattante, les voies sont creusées à l'avance et abandonnées dans l'arrière-taille, sauf dans le cas de la taille à la fois chassante et rabattante évoquée plus haut (fig. 1c), dont on verra le grand intérêt en mine grisouteuse.

Dans une taille en exploitation, on peut mesurer en tout point, à tout instant, une teneur de grisou dans l'air; la distribution de ces mesures est très intéressante à connaître car elle permettra de définir les points les plus dangereux; nous l'examinerons ci-après.

Cette distribution n'est valable qu'à un instant donné; il faut donc étudier la variation dans le temps des teneurs, et notamment de celles qui sont les plus élevées; ce sera l'objet de la partie suivante de notre exposé.

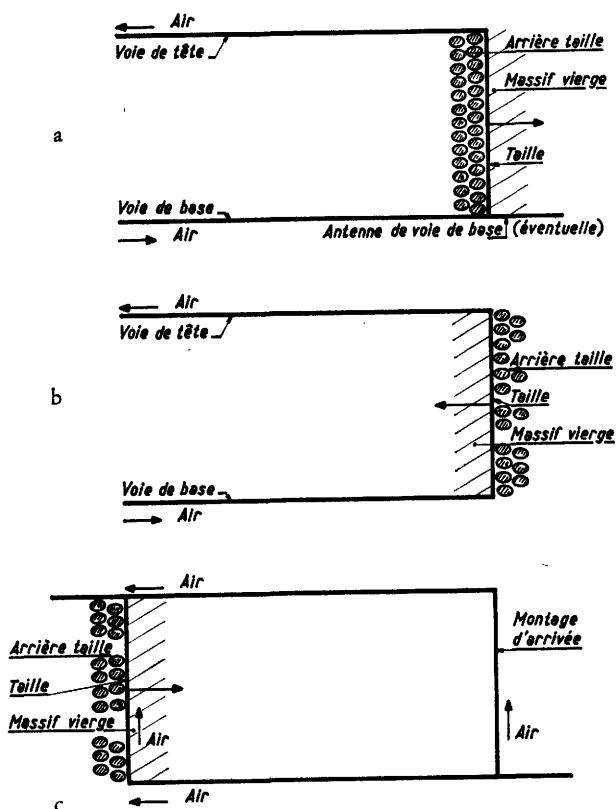


Fig. 1. — Diverses dispositions d'une taille par rapport à ses voies :

- a) Taille chassante
- b) Taille rabattante
- c) Taille rabattante sur sa voie de base, chassante et rabattante sur sa voie de tête.

Nous examinerons ensuite l'influence de divers facteurs d'exploitation sur la répartition dans l'espace et la variation dans le temps des teneurs.

En dernier lieu, nous introduirons la notion de débit grisouteux d'une taille et montrerons comment on peut prévoir ce débit.

22. Répartition des teneurs en grisou dans l'espace.

221. Dans une section.

Nous allons examiner d'abord comment se répartissent les teneurs dans une section perpendiculaire d'une voie ou de la taille. Il s'agit là d'un problème important, car on peut légitimement craindre que le grisou, lorsqu'il est émis en couronne, ait du mal à se diluer puisqu'il est plus léger que l'air.

Cette tendance du grisou à former des « nappes » au toit des chantiers est heureusement contre-balançée par l'effet de mélange dû à la vitesse du courant d'air et aux tourbillons qui en résultent. On démontre et on constate que, dans les chantiers très grisouteux où l'exploitant doit envoyer des débits d'air considérables pour obtenir une teneur moyenne

acceptable, de telles nappes existent rarement. Les teneurs ne sont pas toutefois homogènes dans une section, mais le maximum a tendance à se trouver aux points d'émission du grisou; de plus, le rapport de la teneur maximum à la teneur moyenne n'est jamais élevé. Les figures 2a et 2b donnent, à titre d'exemple, des cartes de teneurs relevées dans des retours de taille chassante.

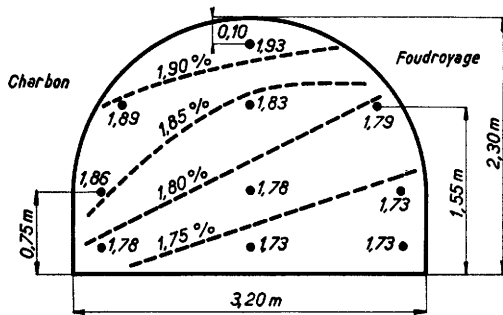


Fig. 2a

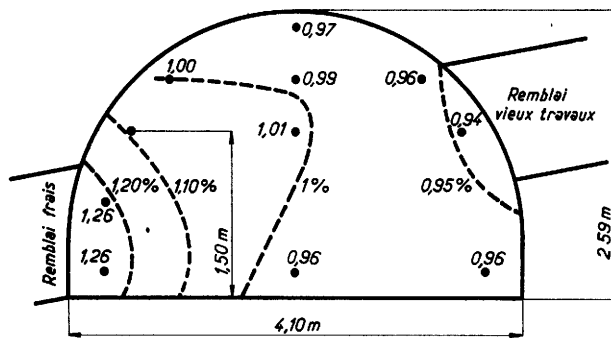


Fig. 2b

Fig. 2. — Teneurs mesurées dans des retours d'air de tailles chassantes.

En taille rabattante, les points les plus dangereux sont ceux qui sont situés contre le remblai ou le foudroyage; M. Vandeloise précisera ce point ultérieurement; l'existence d'hétérogénéités importantes dans ce cas a conduit beaucoup d'exploitants à renoncer à la taille rabattante en mine grisouteuse. Il semble cependant que cette position soit excessive et que notamment les tailles remblayées avec captage (surtout par chambres dans le remblai) s'accommodent très bien d'une marche rabattante, même en mine fortement grisouteuse.

Lorsque l'on quitte le domaine des mines très grisouteuses, la probabilité de stratification du grisou (apparition de nappes au toit) augmente. Ce phénomène est d'autant plus dangereux que, dans de telles mines, l'exploitant est moins sensibilisé au risque grisou que son collègue des mines très grisouteuses.

222. Le long du circuit d'aérage.

L'origine du grisou émis se situe essentiellement dans les couches et terrains détendus par l'exploitation. Une partie, parfois faible, se dégage au front de taille en provenant de la couche exploitée; c'est l'arrière-taille qui constitue la zone principale de cheminement du gaz et qui assure sa distribution dans les chantiers. On conçoit donc que la répartition des teneurs diffère profondément selon qu'on est en taille chassante ou rabattante.

En taille rabattante, la teneur est à peu près nulle en pied de taille et croît jusqu'à sa valeur maximale, atteinte en tête de taille. En taille chassante, par contre, la teneur commence à croître dans la voie d'entrée d'air et continue à croître le long de la voie de retour (fig. 3). C'est pour tenir compte de ce fait que le règlement français limite les teneurs à 1 % en taille et 1,5 % sur les voies de retour.

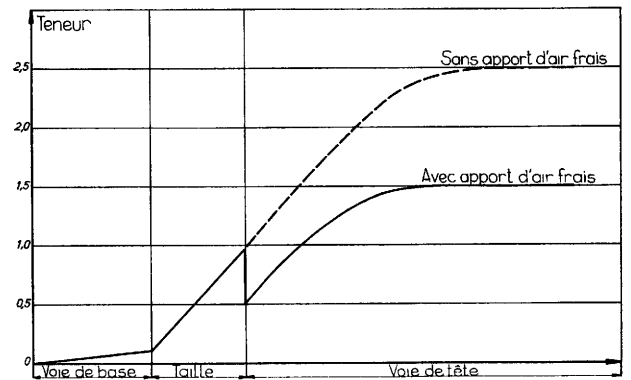


Fig. 3. — Influence d'un apport d'air frais en tête de taille sur la répartition des teneurs.

En réalité, le rapport de la teneur à l'extrémité du retour à la teneur en tête de taille chassante est souvent supérieur à 1,5, de sorte que c'est la limitation à 1,5 % de la teneur du retour qui importe. Cette constatation a conduit à l'idée de ménager un appoint d'air frais en tête de taille en ouvrant à l'avance la voie de tête (voir fig. 1c); on peut ainsi envoyer plus d'air que si tout passait dans la taille (car la résistance de celle-ci est importante et les vitesses d'air doivent y être limitées pour les raisons d'hygiène) tout en l'amenant là où il est le plus nécessaire. La figure 3 donne le schéma de la répartition des teneurs le long de la taille et des voies avec et sans cet appoint d'air frais. Bien entendu, dans le cas où il n'y a pas d'appoint, on réduirait la production pour respecter la teneur limite, mais la répartition relative des teneurs serait la même que ce qui est indiqué sur la figure.

L'emplacement du montage de départ, en taille chassante, est aussi un point critique, car la cassure des terrains due au premier foudroyage, sert de drain à grisou pendant fort longtemps. Un sondage

de captage qui recoupe la cassure permet de réduire cette venue de grisou.

223. Dans l'arrière-taille.

Les mineurs se demandent souvent s'il n'y a pas des teneurs explosives dans les arrière-tailles et quel est le danger éventuel qui peut en résulter. On a pu observer qu'il y avait en effet, dans les arrière-tailles foudroyées, des zones importantes à teneur explosive, qui peuvent ne pas être sans danger si par exemple une brusque venue de foudroyage venait les expulser dans le courant d'air principal. Par contre, dans les arrière-tailles remblayées, on trouve le plus souvent des teneurs élevées, donc sans danger car il n'y a plus assez d'air pour entretenir la combustion, au point qu'on peut y capter du grisou par des chambres judicieusement disposées.

23. Variation des teneurs en grisou dans le temps.

Maintenant que nous connaissons les points où, à un instant donné, on observe les teneurs les plus élevées, nous allons exposer comment varient ces teneurs dans le temps.

On peut distinguer :

- les variations à très court terme (quelques minutes),
- les variations à l'échelle de la journée et de la semaine,
- les variations à long terme.

C'est surtout la question des variations à très court terme qui est importante au point de vue sécurité. Il ne serait guère possible, en effet, de travailler si une mesure de grisou faite à un instant donné et donnant une valeur faible, ne pouvait garantir contre une brusque venue de grisou l'instant d'après. Heureusement, les campagnes de mesures faites avec des grisomètres enregistreurs montrent que le dégagement est en général très régulier, en particulier dans les tailles remblayées en couche puissante à avancement assez lent (fig. 4); par contre, dans certains chantiers foudroyés, il y a beaucoup plus d'irrégularité, en raison notamment des venues de foudroyage qui envoient des bouffées d'air plus grisouteux dans l'aérage passant. La figure 5 montre un enregistrement de régime grisouteux en couche mince foudroyée à avancement rapide. C'est un cas extrême; le plus souvent on observe des régimes nettement plus réguliers.

Les variations ne sont, même dans ce cas, que d'une ampleur limitée et n'affectent pas la sécurité.

Examinons maintenant les variations à l'échelle de la journée et de la semaine. En général, l'influence des cycles d'exploitation est sensible, mais pas prépondérante (fig. 6); cela s'explique par le fait que la majorité du grisou vient des couches détendues par l'exploitation, et que cette détente est lente et régulière. L'abattage lui-même dégage du grisou

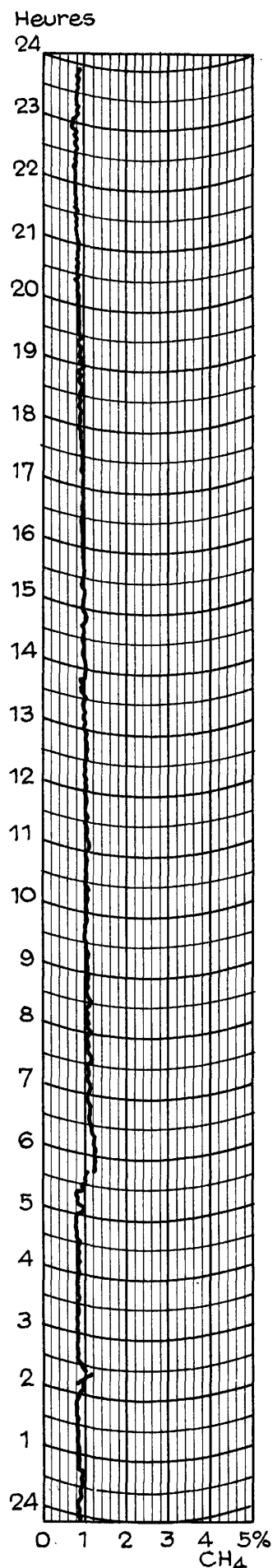


Fig. 4. — Enregistrement obtenu avec un grisomètre-enregistreur Mono-Maihak placé sur le retour d'une taille remblayée.

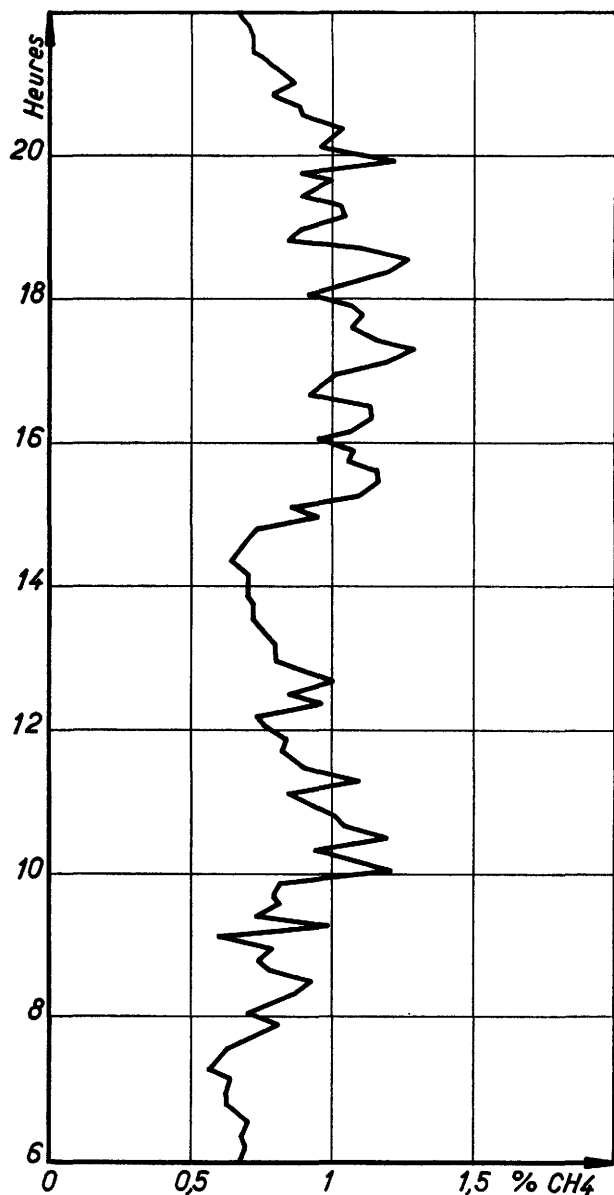


Fig. 5. — Enregistrement obtenu avec un central de télégrismétrie sur le retour d'une taille foudroyée à avancement rapide

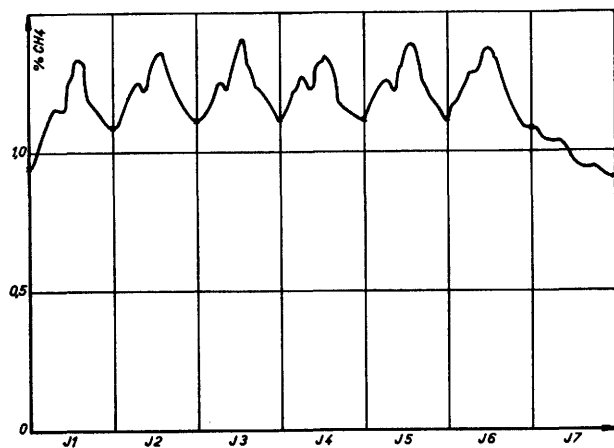


Fig. 6. — Evolution moyenne de la teneur au cours de la semaine.

dû au broyage du charbon par la machine; ce gaz peut quelquefois donner des teneurs localement un peu plus élevées, mais il représente peu de chose devant la totalité du dégagement de la taille, ce qui explique les variations assez faibles à l'échelle de la journée et de la semaine.

Les variations à long terme sont essentiellement celles qu'on peut observer au cours de la vie de la taille. On peut noter les faits suivants :

- au démarrage d'une taille, les teneurs montent rapidement et au bout de quelques mois (délai très variable selon les conditions d'exploitation et la géologie locale) ne présentent plus que des variations à l'échelle de la semaine comme celles vues plus haut (à condition que la vitesse d'avancement soit constante, ainsi que l'aéragé et le captage);
- si une taille s'arrête, le grisou se dégage encore longtemps; il faut plus d'un mois pour que son débit diminue de moitié.

Certains éléments liés à ce problème des variations, en fonction du temps (effet de l'aéragé, de la vitesse d'avancement), seront examinés plus loin.

24. Influence de divers facteurs d'exploitation.

241. Méthode d'exploitation.

Le dégagement de gaz de la veine exploitée dépend immédiatement et localement du mode d'abatage, l'influence sur le dégagement total restant faible.

L'influence de la longueur de la taille semble peu sensible dans les limites courantes.

Le mode de traitement de l'arrière-taille a, nous l'avons vu, une influence nette, mais encore imparfaitement connue, sur la régularité du régime grisouteux. Il est de plus probable — mais non encore prouvé — qu'il se dégage plus de grisou, toutes choses égales par ailleurs, si l'on exploite par foudroyage la première couche d'un faisceau, car l'effet de détente des couches voisines doit être plus important; il s'en dégagera moins, par contre, lors de l'exploitation ultérieure d'une autre couche de ce faisceau.

Dans les limites courantes, la vitesse d'avancement ne semble pas influencer beaucoup à terme sur le dégagement de grisou rapporté à la tonne abattue, sauf dans les gisements où les terrains se referment rapidement; toutes choses égales par ailleurs, la teneur est généralement proportionnelle à la vitesse d'avancement. Lorsque toutefois on change brutalement cette vitesse, il y a un régime transitoire au cours duquel la teneur part progressivement de sa valeur ancienne pour atteindre sa valeur nouvelle (fig. 7). La figure 7bis illustre le même phénomène dans un cas réel. Ce régime transitoire peut durer

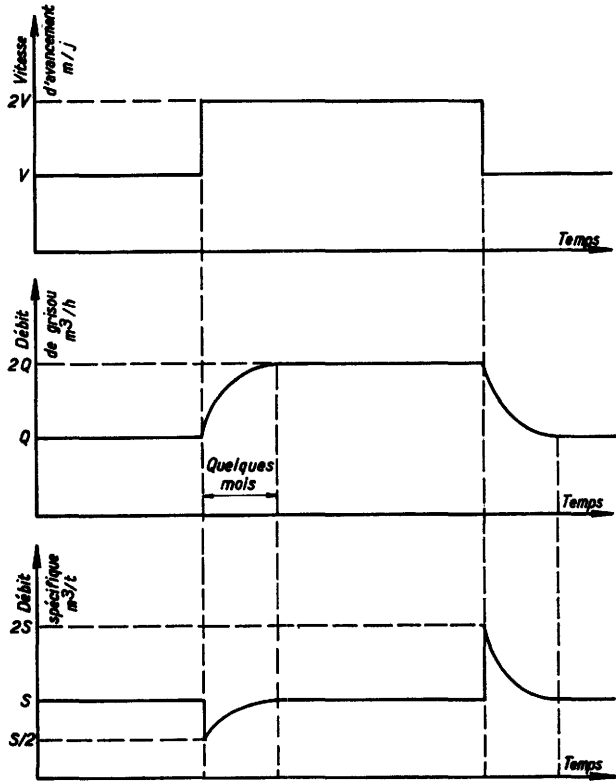


Fig. 7. — Effet d'une variation brusque de la vitesse d'avancement sur le dégagement de grisou d'une taille (schéma).

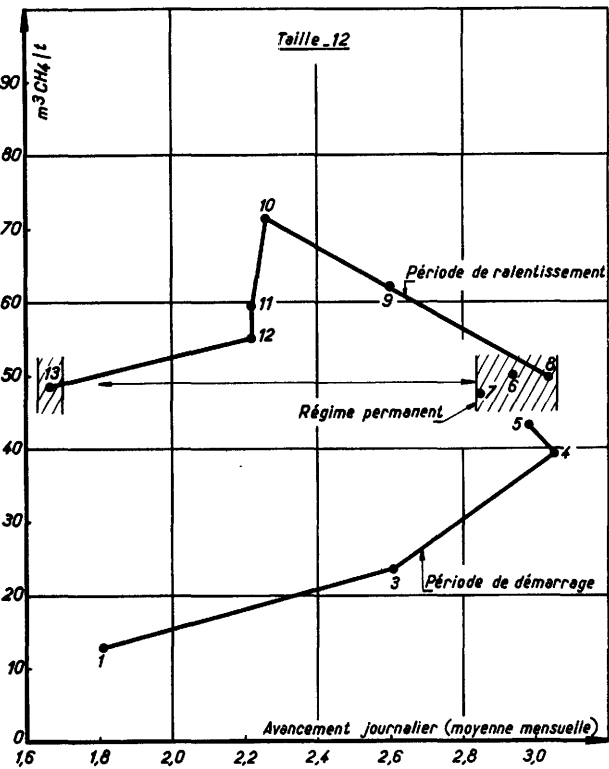


Fig. 7bis. — Effet d'une variation de la vitesse d'avancement sur le dégagement de grisou d'une taille (cas réel).

plusieurs semaines et rend difficile l'interprétation de beaucoup d'observations, car, en pratique, la vitesse d'avancement varie constamment.

Une variation de débit d'air entraîne une variation inversement proportionnelle des teneurs; là encore il y a un régime transitoire, mais il ne dure que quelques heures. En particulier, un arrêt de ventilation entraîne une montée rapide de la teneur jusqu'à la valeur imposée par l'aéragé naturel. La figure 8 donne l'allure du phénomène; nous avons choisi un cas extrême, particulièrement spectaculaire;

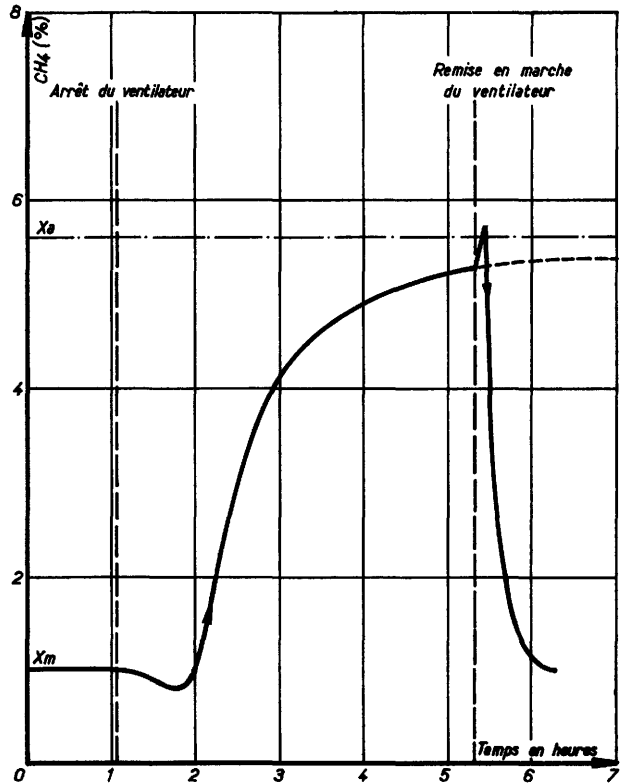


Fig. 8. — Evolution de la teneur lors d'un arrêt de ventilation.

laire; il arrive souvent que l'aéragé naturel soit plus fort et que les teneurs atteintes soient moins élevées que sur cette figure. Il y a souvent une petite pointe à la remise en marche, due à la brusque dépression exercée sur le réservoir de grisou que constitue l'arrière-taille. Par contre, il n'y a aucun effet permanent de la dépression d'aéragé sur le dégagement.

Le captage d'une partie du grisou, dont la technique sera exposée dans la communication de M. Vandeloise, entraîne une baisse proportionnelle de la teneur; tout arrêt de captage se traduit par une hausse correspondante de teneur (fig. 9).

Signalons enfin que le passage d'une taille sous la limite d'un stot en veine sus-jacente peut entraîner des augmentations passagères et importantes de la teneur, dont il y a lieu de se méfier. C'est un phénomène encore mal connu.

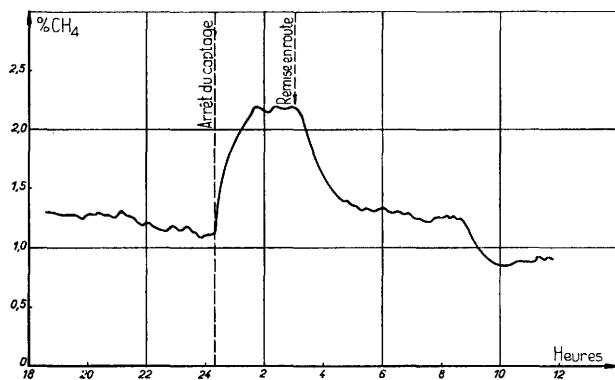


Fig. 9. — Effet d'un arrêt de captage sur la teneur dans l'aéragé

242. Pression barométrique.

Les variations de pression barométrique n'ont, contrairement à ce que l'on a cru pendant longtemps, qu'une faible influence sur les teneurs dans le retour d'air d'une taille active. On observe, par contre, des effets assez importants dans certains retours généraux en liaison avec des vides importants provenant d'anciennes exploitations foudroyées. Ces montées de teneur sont heureusement assez lentes, de sorte qu'une surveillance attentive du baromètre permet de les prévoir à temps.

243. Incidents d'aéragé et de captage.

Nous avons vu plus haut l'effet des arrêts d'aéragé et de captage. Il faut insister à nouveau sur ces incidents, car au cours d'une étude approfondie d'une série d'enregistrements grisoumétriques, il a été possible de leur attribuer la quasi totalité des anomalies observées. On a notamment remarqué que les exploitants n'attachaient pas assez d'importance au captage : alors que tout arrêt de ventilation (pour entretien en particulier) est prévu avec soin et placé en dehors des jours ouvrés, certains arrêts de captage surviennent au cours d'un poste et gênent

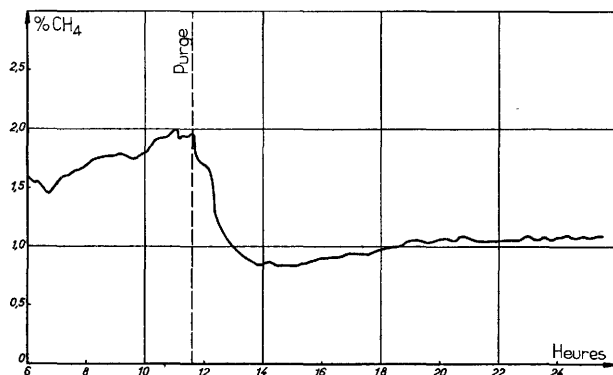


Fig. 10. — Effet d'une purge de la tuyauterie de captage sur la teneur dans l'aéragé (la purge précédente avait eu lieu 110 heures avant).

la production. Il faut, en particulier, assurer aux extracteurs de captage une alimentation électrique aussi sûre qu'aux ventilateurs principaux.

Une cause souvent insoupçonnée d'arrêt du captage est la formation d'un bouchon d'eau dans la conduite (fig. 10); il faut prévoir des purgeurs efficaces.

244. Autres facteurs.

Ce chapitre comprend toutes les anomalies souvent inexplicables ou imprévisibles qui peuvent affecter la teneur en grisou dans une taille. Ce sont de tels phénomènes, pas toujours bien connus, qui sont à l'origine de la plupart des accidents qu'on continue malheureusement à enregistrer. On en a vu quelques cas ci-dessus: il n'est pas inutile de les récapituler :

- apparition de nappes dans un secteur mal aéré d'une mine peu grisouteuse,
- bouffées de grisou dues à des venues de foudroyage,
- augmentation brusque du dégagement au passage d'un stot,
- arrêt d'aéragé et de captage,
- variation d'aéragé due à des modifications des circuits (ouverture de porte, éboulement).

On peut encore citer :

- passages de bouchons à teneur élevée provenant d'un tir ou de la purge d'un traçage en amont aéragé,
- éruption de grisou provenant de vieux travaux mal remblayés, mis soudainement en communication avec les chantiers,
- incident lors du démantèlement de chantiers très grisouteux,
- brusque découverte de soufflards au passage de failles.

Quelles que soient les précautions prises, on ne peut encore actuellement se garantir contre tous ces phénomènes. La sécurité des chantiers continue donc à reposer sur une surveillance grisoumétrique sérieuse et l'élimination des sources d'inflammation.

25. Notion de débit grisouteux spécifique — Méthodes de prévision à usage pratique.

On appelle débit grisouteux d'un quartier la quantité totale de grisou qui en sort par unité de temps. Sa valeur s'obtient en multipliant la teneur à la sortie par le débit d'air mesuré par les méthodes anémométriques classiques, et en y ajoutant le débit de grisou pur capté.

D'après ce que nous avons dit plus haut, le débit grisouteux est une grandeur beaucoup plus constante dans le temps que la teneur, et son étude est donc intéressante.

On appelle débit grisouteux spécifique le quotient du débit grisouteux par la production. En raison des

effets d'inertie évoqués plus haut, ce quotient doit se faire sur une période assez longue. Il s'exprime en mètres cubes de grisou pur par tonne nette de charbon.

Ce débit spécifique est très variable. Le record enregistré atteint 120 m³/t, mais un chantier peut être gêné à partir de 10 m³/t et même moins en couche mince.

Il est très intéressant de pouvoir prévoir le débit spécifique. Cette prévision s'appuie sur la mesure de la concentration en gaz désorbable des charbons (voir communication de M. Paul) et sur la connaissance de la proportion de grisou effectivement dégagée par la couche exploitée, d'une part, par les couches et terrains influencés, d'autre part. La mise au point d'une bonne méthode de prévision est un élément important des recherches en cours. Jusqu'à présent les spécialistes, tout en enregistrant des progrès importants, n'ont pu encore résoudre entièrement ce problème.

Nous allons cependant exposer la méthode provisoire utilisée en France, qui donne d'assez bons résultats en pratique.

Le point de départ est d'arriver à bien connaître la coupe géologique des terrains dans la zone à laquelle on s'intéresse. On ne saurait trop insister sur ce point; pour classique qu'il soit, il est aussi important que la mesure de concentration et la prise en compte des coefficients d'influence dont on parlera ci-après. L'utilisation de la sonde à rétrodiffusion est susceptible d'apporter une aide utile, car elle permet d'évaluer la teneur réelle en cendres des « schistes carbonneux » et « charbons sales » qu'on voit souvent sur les coupes et dont il y a lieu de tenir compte; en ce qui concerne les stériles proprement dits, il sera bon, faute d'autre indication, de considérer qu'ils renferment une concentration en gaz de l'ordre de 1 % de celle des charbons, ce qui n'est pas négligeable, car leur épaisseur est bien plus grande que celle des couches. Il faudra aussi se méfier des accidents géologiques locaux susceptibles de modifier la coupe et d'introduire des divergences importantes entre les débits prévus et observés.

Il faut ensuite affecter à chaque point du massif un certain coefficient d'influence qui exprime le pourcentage de gaz qui sera effectivement dégagé lors de l'exploitation. Le bilan grisouteux prévisible s'en déduira aisément.

Pour la couche exploitée, on pourra admettre un coefficient d'influence de 50 %, faute d'indication plus précise; nous avons constaté, en effet, que le charbon abattu remonte au jour environ 50 % de son gaz. On peut essayer de mesurer directement cette proportion sur une taille en activité dans une couche analogue à celle qui sera exploitée.

La détermination des coefficients d'influence dans les couches et terrains influencés est malheureusement, à l'heure actuelle, des plus difficiles. Un cer-

tain nombre d'auteurs ont émis à ce sujet des théories contradictoires, ce qui s'explique par le fait que ces théories cherchent simplement à retrouver empiriquement les bilans observés dans des mines très diverses; parfois même, les concentrations n'ont pas été mesurées, mais évaluées de manière à ce qu'en les associant aux coefficients d'influence proposés, on arrive à retrouver le débit grisouteux observé. En attendant que l'étendue et l'importance du dégazage réel soient mieux précisées, on arrive à des prévisions assez raisonnables en admettant :

- qu'au toit de la couche, le coefficient est constant et égal à 100 % jusqu'à une distance de 100 m, ce qui suffit en pratique, car il y a très rarement plus de 100 m de houiller inexploité au-dessus d'une taille;
- qu'au mur le coefficient est de 100 % au contact de la couche et se réduit linéairement jusqu'à 0 à 100 m de distance.

Il faut appliquer ces résultats avec beaucoup de prudence dans tous les cas et plus encore lorsque l'on s'écarte des conditions où ils ont été obtenus (plateures, couches de 1 m à 1,50 m foudroyées ou de 2 à 3 m remblayées).

Exemple d'application :

couche exploitée : puissance 120 cm, ouverture 150 cm, foudroyée.
 1 couche de 50 cm de puissance à 50 m au toit.
 1 couche de 50 cm de puissance à 20 m au mur.
 1 couche de 100 cm de puissance à 80 m au mur.
 Concentration en gaz désorbable dans le charbon 10 m³/t (charbon réel et non charbon pur).
 Concentration en gaz dans les roches 0,1 m³/t.
 Contribution de la couche exploitée 50 %.

La couche au toit compte comme	50 cm de charbon
La couche exploitée compte comme	60 cm de charbon
La 1 ^{re} couche au mur compte comme	40 cm de charbon
La 2 ^e couche au mur compte comme	20 cm de charbon
100 m de terrains au toit comptent comme . . .	100 cm de charbon
100 m de terrains au mur comptent comme . . .	50 cm de charbon
Soit en tout	320 cm de charbon

Chaque fois que l'on abat 120 cm de charbon, tout se passe comme si on dégazait 320 cm. Le dégazage total du quartier sera donc :

$$10 \times \frac{320}{120} = 26,6 \text{ m}^3/\text{t nette, dont } \frac{60}{320}$$

soit 19 % viennent de la couche exploitée.

L'approximation de telles prévisions ne dépasse pas, dans l'état actuel de la question, 50 %. Nos efforts visent à l'améliorer.

Tout ce qui précède est relatif au cas où la couche exploitée est la première d'un faisceau. Lorsque ce n'est pas le cas, les prévisions deviennent encore plus incertaines, mais le dégagement grisouteux est plus faible de sorte que le problème est moins aigu. Indiquons ci-après ce que l'on peut dire dans quelques cas particuliers :

- Panneau partiellement au-dessus ou au-dessous d'une ancienne exploitation très proche : dans ce cas, on peut admettre que le dégagement est réduit dans le rapport de la surface vierge à la surface totale.
- Panneau en plateure entièrement recouvert par une ancienne exploitation située quelques dizaines de mètres plus haut. On peut admettre que l'ancienne taille a laissé dans son mur une concentration résiduelle qui est la différence entre la concentration en vierge et la concentration désorbée calculée comme ci-dessus. On applique ensuite la méthode de prévision à la nouvelle exploitation en considérant partout la concentration résiduelle et non la concentration en vierge. L'erreur est plus considérable que dans le cas d'une couche vierge, car l'incertitude sur les coefficients d'influence joue deux fois; de plus, on n'est pas sûr que le retour du quartier contienne tout le grisou, et rien que le grisou, libéré par l'exploitation en cours.

Une fois le débit spécifique connu, il convient de prévoir la proportion pouvant être captée afin de dimensionner correctement l'installation de captage. Ce qui reste sera dilué par l'aérage; pour prévoir le volume d'air nécessaire, il faudra tenir compte non seulement du débit moyen, mais aussi de l'irrégularité du dégagement afin d'être à tout moment en dessous de la teneur réglementaire.

On a, en effet, obtenu par la méthode ci-dessus un débit spécifique qui est le quotient du volume total de grisou sortant de la taille au cours d'une longue période excluant le démarrage par la production nette de charbon dans cette période.

En fait, ce grisou ne sort pas régulièrement. Un élément favorable est qu'une partie du grisou sort les jours chômés de sorte qu'il n'est pas gênant pendant le travail; par contre, l'irrégularité pendant les jours de travail et pendant la semaine est défavorable. Compte tenu de ces éléments, nous avons trouvé que dans la plupart des cas, en France, il y avait lieu d'introduire un coefficient d'irrégularité d'environ 1,5. Reprenons, pour faire comprendre de quoi il s'agit, l'exemple cité plus haut où le débit spécifique était 26,6 m³/t. Supposons une production de 500 t par jour ouvré. Il sortirait en l'absence d'irrégularité :

$$500 \times 26,6 = 13\,300 \text{ m}^3 \text{ de grisou par jour}$$

Il faudrait pour diluer ce grisou à 1 %

$$\frac{13\,300}{86\,400} \times 100 = 15,4 \text{ m}^3/\text{s d'air, ce qui est}$$

déjà un débit pratiquement prohibitif en couche d'ouverture faible ou moyenne.

L'application du coefficient d'irrégularité conduit à choisir un débit de

$$15,4 \times 1,5 = 23,1 \text{ m}^3/\text{s.}$$

D'après les études faites en France, un tel débit assurerait que la teneur de 1 % ne serait dépassée que quelques heures par mois au plus. Si l'on désire une sécurité totale, il faudrait majorer encore le débit.

3. DEGAGEMENTS INSTANTANES EN TAILLE

L'expérience des mineurs a montré que les dégagements instantanés en taille sont moins fréquents et moins violents que ceux observés en traçage, eux-mêmes inférieurs à ceux qui résultent de la recoupe d'une couche par un travers-bancs. Cela s'explique par la répartition différente des pressions de terrains et des pressions de gaz dans chacun de ces trois cas. En taille (et surtout s'il y a foudroyage), le charbon est détendu et dégazé sur une profondeur assez grande, et la masse inerte ainsi constituée forme un barrage contre l'éruption du gaz venant de régions plus profondes.

Dans les gisements très susceptibles (Cévennes, Bassin du Sud en Belgique), on connaît cependant de nombreux exemples de D.I. en taille. Le phénomène peut être déclenché par un tir, mais peut aussi s'amorcer à la suite de l'attaque du massif par un moyen d'abattage qui diminue la résistance de la « frette » et rompt ainsi l'équilibre précaire existant entre la poussée des gaz et la cohésion de la couche; cet équilibre est si sensible à la moindre perturbation que des mineurs expérimentés ont pu bloquer un D.I. menaçant par un boisage très sommaire du front.

Une fois le D.I. déclenché, on assistera en quelques secondes à l'émission de quantités de gaz importantes (jusqu'à plusieurs dizaines de milliers de m³) accompagnées de projections solides pouvant atteindre des centaines de tonnes. Le gaz dégagé peut faire apparaître dans l'aérage, d'ailleurs gravement perturbé, des teneurs asphyxiantes; si c'est du grisou, on peut aussi se trouver dans la zone des teneurs inflammables. L'apparition de ce gaz est si subite qu'on renonçait à l'électrification des mines à D.I. de grisou, avant la réalisation récente de dispositifs efficaces de coupure automatique et très rapide; le danger d'inflammation par l'électricité est d'autant plus grand que les projections solides peuvent mettre simultanément en défaut la protection antidéflagrante du matériel. Bien entendu, les

projections solides à elles seules constituent pour le personnel un danger considérable.

Indépendamment du danger qu'ils représentent, ces phénomènes restreignent gravement la rentabilité du chantier, en raison du temps passé à déblayer les projections, à rétablir le soutènement, etc... et de la détérioration possible du matériel, notamment convoyeur et machine d'abattage.

Comme on le verra dans la communication de M. Vandeloise, on a heureusement maintenant des moyens de se prémunir efficacement contre les D.I. L'abattage au rabot a pu être introduit en taille, alors qu'auparavant seuls des tirs d'ébranlement, effectués mine ou chantier évacué, étaient autorisés; ces tirs provoquaient des D.I. supplémentaires, détériorant la granulométrie des produits, entraînant des pertes dans le foudroyage et empêchant tout progrès de rendement.

Nous ne nous étendrons donc pas davantage ici sur les moyens de lutte contre les D.I. Par contre, nous allons parler rapidement de la caractérisation des panneaux dangereux.

Pour employer les moyens de lutte à bon escient, il est nécessaire en effet de pouvoir dire si l'on est ou non en zone dangereuse. Jusqu'à présent, et dans aucun pays, il n'a été possible de mettre en évidence un véritable signe prémonitoire du D.I. On a pu seulement trouver des méthodes permettant de caractériser de manière globale un panneau du point de vue danger de D.I.

La méthode retenue en France est décrite dans la publication récente de J. Belin « Résultats récents des études françaises sur les D.I. de méthane ». Elle est basée sur trois éléments :

- l'indice Δp qui est lié à certaines propriétés des charbons,
- l'indice S qui caractérise l'agitation sismique de la couche, c'est-à-dire certaines particularités d'ordre mécanique liées à l'action des pressions de terrains,
- la concentration en gaz mesurée par la méthode légère décrite par M. Paul, et qui caractérise l'existence d'une pression de gaz dans la couche.

C'est la conjonction de ces trois facteurs (nature du charbon, régime des pressions de terrains, pression du gaz) qui est à l'origine du D.I. Le fait de

mesurer ces facteurs par les indices évoqués plus haut a rendu possible la caractérisation des panneaux. La figure 11 donne l'allure de cette relation.

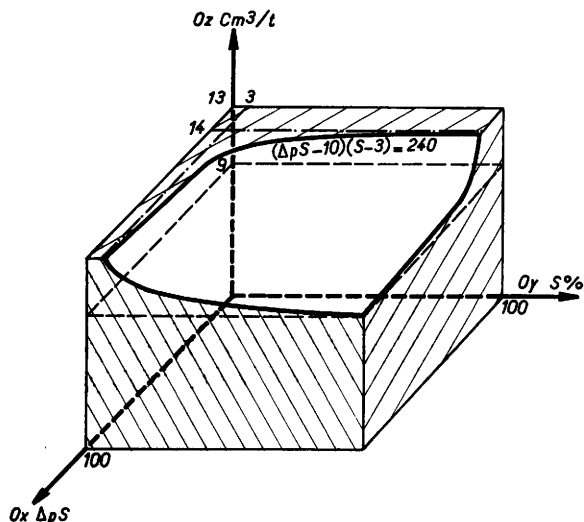


Fig. 11. — Représentation dans un espace (C, S, ΔpS) du volume de non susceptibilité au dégagement instantané.

4. CONCLUSIONS PRATIQUES

Le présent exposé était surtout destiné à mettre en évidence un certain nombre de faits résultant des campagnes de mesures effectuées dans le cadre des études financées par la CECA.

- Certaines de ces observations ont des conséquences pratiques directes intéressantes; on peut citer :
- la connaissance des lieux et des instants où le danger d'apparition de teneurs élevées de grisou est le plus grand,
 - l'importance de l'aéragé et du captage comme moyens de lutte contre le grisou,
 - l'intérêt de certains schémas d'aéragé (taille à la fois chassante et rabattante sur sa voie de tête),
 - la possibilité de prévoir l'aéragé nécessaire pour diluer le grisou et d'évaluer le danger de dégagement instantané.

Nous restons conscients de la nécessité d'améliorer encore notre connaissance de ces phénomènes, c'est le but des études en cours.

RESUME

La présente communication résume tout d'abord un certain nombre d'observations systématiques du dégagement grisouteux menées avec des moyens modernes (appareils enregistreurs) dans les divers pays de la CECA. On présente successivement le problème des variations de teneurs en grisou dans l'espace et dans le temps, puis celui de l'influence des facteurs d'exploitation.

Ces observations, jointes à des connaissances plus théoriques, ont permis d'améliorer les méthodes permettant de prévoir le dégagement de grisou dans des chantiers futurs et la part de ce dégagement qui pourra être captée.

On aborde ensuite le problème des dégagements instantanés en taille, en exposant en particulier les récents progrès permettant le classement des panneaux selon le danger qu'ils présentent.

SAMENVATTING

Deze mededeling geeft op de eerste plaats een samenvatting van een aantal systematische waarnemingen betreffende het vrijkomen van mijngas, die verricht werden met moderne hulpmiddelen (zelfregistrerende apparaten) in de verschillende landen van de E.G.K.S. Na elkaar worden behandeld het probleem van de veranderingen in het mijngasgehalte als functie van de plaats en van de tijd, vervolgens dat van de invloed van de afbouw.

Deze waarnemingen, gevoegd bij de meer theoretische kennis, hebben het mogelijk gemaakt om de methode te verbeteren voor het voorspellen van het vrijkomen van mijngas in de toekomstige pijlers, alsmede het voorspellen van het gedeelte van het vrijgekomen mijngas dat afgezogen kan worden.

Vervolgens pakt men het probleem aan van de mijngasuitbarstingen in pijlers, in het bijzonder door het nader toelichten van de recente vorderingen, die het mogelijk maken om de velden in verband met hun gevaarlijkheid in te delen.

ZUSAMMENFASSUNG

Der vorliegende Beitrag fasst zahlreiche systematische Beobachtungen über das Freiwerden von Grubengas zusammen, die mit den modernen Hilfsmitteln (Schreibgeräten) in den verschiedenen Ländern der EGKS durchgeführt worden sind.

Nacheinander wird das Problem der Schwankungen des Grubengasgehaltes im Raum und in der Zeit dargestellt, anschliessend der Einfluss der Vorgänge im Abbau.

Diese Beobachtungen haben es in Verbindung mit überwiegend theoretischen Erkenntnissen erlaubt, die Vorausberechnungsverfahren zu verbessern, die die Vorhersage des Gasanfalls in geplanten Streben und den Anteil davon, der abgesaugt werden kann, gestatten.

Schliesslich wird noch das Problem der plötzlichen Gasausbrüche im Strebbetrieb angeschnitten. Im Besonderen werden die neueren Fortschritte dargestellt, die die Einstufung der Flöze nach der Gefährlichkeit erlauben.

SUMMARY

The present report first of all sums up a certain number of systematic observations of the release of firedamp carried out by modern methods (recording devices) in the various countries of the ECSC. The problem of the variations in the content of firedamp in space and time, and that of the influence of working factors are each dealt with in turn.

These observations, combined with more theoretical knowledge, have made it possible to improve the

methods of forecasting the release of firedamp in future working places and the amount of this firedamp which it will be possible to drain.

After that, the problem of sudden outbursts in the face is dealt with, with special reference to recent progress whereby it is possible to classify panels according to the danger they present.

Moyens de lutte contre le grisou dans les chantiers d'exploitation

R. VANDELOISE,

Institut National de l'Industrie Charbonnière (Belgique).

SOMMAIRE

1. Introduction.
2. Enoncé des moyens actuels de lutte contre le grisou.
3. Mesure du dégagement de grisou et contrôle de la teneur en méthane.
 31. Généralités.
 32. Intérêt des campagnes de mesures systématiques.
 33. Contrôle de la teneur en méthane du courant d'air.
4. Ordre d'exploitation des couches.
 41. Généralités.
 42. Ordre d'exploitation des couches.
 43. Exploitations superposées.
5. Aérage.
 50. Généralités.
 51. Systèmes d'aérage.
 52. Etude des problèmes d'aérage sur simulateur ou sur ordinateur.
 53. Régularité et stabilité de l'aérage.
 54. Vitesse de l'air.
 55. Cas particuliers : arrêts de ventilateurs et ouvertures de portes d'aérage.
 56. Remise en marche des installations après un déclenchement général du réseau électrique.
6. Captage du grisou.
 61. Règles générales pour réaliser le captage du grisou.
 62. Techniques de captage.
 63. Autres caractéristiques nouvelles de la technique de captage.
 64. Résultats du captage.
7. Prédégazage du massif.
 71. Généralités.
 72. Le déplacement du grisou par l'eau.
 73. Essais de prétéléinfusion d'eau.
 74. Dégazage par dislocation hydraulique de la couche.
8. Traitement des couches à dégagements instantanés.
 81. Développement de la prévention par sondages de détente.
 82. Résultats acquis.
 83. Cas difficiles.
 84. Perspectives d'avenir. Emploi de méthodes basées sur l'injection d'eau.
9. Résumé des résultats acquis et conclusions.

1. INTRODUCTION

La lutte contre le grisou dans les chantiers d'exploitation suppose que l'on connaisse au préalable la concentration en grisou du gisement : de la couche exploitée, des couches voisines et des épontes. L'exposé de M. Paul était consacré à la mesure de ces concentrations.

Il faut aussi connaître les lois principales du dégagement de grisou, c'est-à-dire la distribution spatiale des teneurs en méthane dans les chantiers et son évolution dans le temps, autrement dit la localisation et la chronologie du dégagement de grisou au cours de l'exploitation. M. Gunther y a consacré son exposé.

Sur la base de ces connaissances et de la longue expérience des mineurs, on a essayé au cours de la recherche de perfectionner les moyens de lutte déjà connus ou de mettre en œuvre des procédés nouveaux. L'appoint de fondements scientifiques très sûrs et l'apport des découvertes récentes de la technique, adaptées au cas particulier de la mine, sont essentiels dans la lutte contre le grisou.

Il ressort des exposés précédents que, pour des conditions géologiques données et une concentration en grisou donnée du gisement, ce sont les facteurs miniers suivants qui influencent le dégagement du grisou et la teneur en méthane de l'air des chantiers : la méthode et le rythme d'exploitation — la vitesse d'avancement — l'aérage — le captage du grisou. Les moyens de lutte à mettre en œuvre con-

sistent donc principalement à agir sur ces facteurs pour créer les conditions les plus favorables à une exploitation sûre et rentable et à réduire le dégagement de grisou dans l'air afin d'éviter que n'apparaisse en quelque endroit du chantier un mélange explosif de gaz.

2. ENONCE DES MOYENS ACTUELS DE LUTTE CONTRE LE GRISOU

Ces moyens de lutte sont :

- le choix d'un ordre d'exploitation des couches et de méthodes d'exploitation appropriés;
- l'aérage;
- le captage de grisou;
- le prédégazage du massif;
- les sondages de détente dans le cas particulier des couches à dégagements instantanés.

3. MESURE DU DEGAGEMENT DE GRISOU ET CONTROLE DE LA TENEUR EN METHANE

31. Généralités.

La mesure du dégagement de grisou dans les chantiers souterrains ne constitue pas à proprement parler un moyen de lutte contre le grisou. Cependant, la connaissance du dégagement de grisou et notamment le contrôle de la teneur en méthane de l'air sont une condition préalable nécessaire à une lutte efficace contre le grisou. On ne peut combattre avec quelque chance de succès qu'un ennemi que l'on connaît bien.

Lors de la première journée d'information sur le grisou, en juin 1963, M. de Vergeron a exposé les progrès obtenus dans la détection du grisou. Grâce à de nombreux grisomètres portatifs et aux méthanomètres enregistreurs perfectionnés encore depuis 1963, on a pu effectuer de nombreuses campagnes de mesures grisométriques systématiques. Celles-ci ont souligné l'importance d'un contrôle régulier de la teneur en grisou et elles ont permis de préciser les endroits des chantiers et les divers moments de l'exploitation nécessitant une attention et une vigilance particulières.

Au cours des dernières années, la télégrisométrie a fait de grands progrès. L'utilisation des centraux de télégrisométrie s'est multipliée : dix installations du type Cerchar sont actuellement en service dont six en France, deux en Allemagne, une aux Pays-Bas et une en Belgique (*). Ces appareils (fig. 1) permettent de surveiller depuis la surface la teneur en méthane en de nombreux points de la mine et d'accumuler en peu de temps de très nombreuses mesures dont le dépouillement est susceptible d'améliorer rapidement nos connaissances sur le caractère

(*) Ces 10 centraux fournissent pour l'ensemble des mines où ils sont installés une mesure de teneur en grisou toutes les 2 secondes, avec 150 têtes de détection en service. Une telle fréquence de contrôle de la teneur en grisou n'a jamais été atteinte dans le passé.

grisouteux d'un gisement et sur l'influence des facteurs d'exploitation sur le dégagement du grisou.

En Allemagne, dans plus de 30 sièges, il existe des installations de télévigie, à la surface ou au fond, près du puits, auxquelles sont retransmises les mesures de CH_4 et de CO , parfois aussi les mesures de vitesse d'air, qui sont obtenues par des appareils de mesure (Unor, etc...) installés dans les divers chantiers.

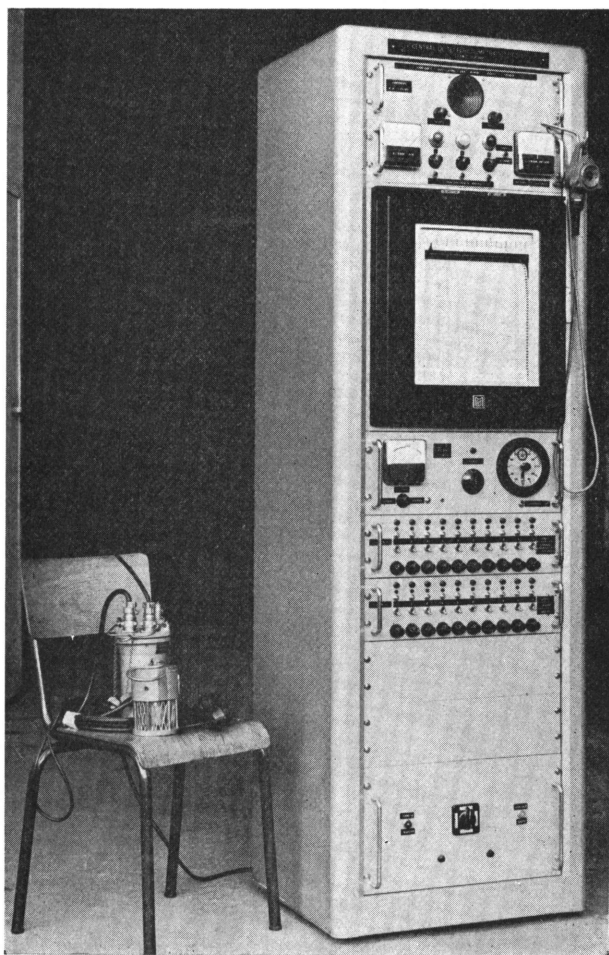


Fig. 1. — Central de télégrisométrie, type Cerchar.

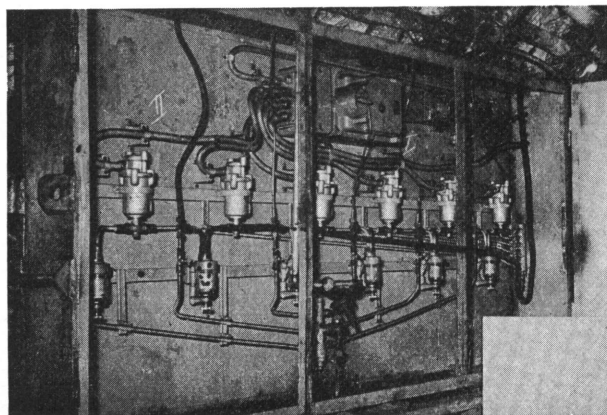
De leur côté, les mines de la Sarre ont mis au point une installation comprenant un inframètre analyseur Unor et un dispositif de commutation permettant d'interroger alternativement 6 points de mesures (fig. 2). Cette installation convient très bien pour l'analyse et la comparaison de la teneur en méthane en 6 points d'un même chantier, les comparaisons étant valables puisque l'erreur de mesure est la même en chacun des points.

A l'avenir, l'emploi des centraux se développera et on ne pourra même pas concevoir la mine moderne sans ces appareils de contrôle. Des essais de prototypes d'appareils sont en cours pour utiliser la même installation de mesure à distance non seule-

ment pour mesurer la teneur en grisou du courant d'air, mais encore la vitesse de l'air (le débit d'air), la teneur en méthane du grisou capté, et parfois aussi la teneur en CO de l'air.



a



b

Fig. 2. — Analyseur de méthane avec dispositif de commutation pour 6 points de mesure de la mine Luisenthal.

Les mines à D.I. posent un problème particulier de contrôle. Un réseau électrique susceptible d'être atteint par les gaz d'un D.I. doit pouvoir être mis automatiquement et rapidement hors tension.

En juin 1963, M. de Vergeron a décrit l'analyseur-déclencheur ADR 59 qui est un appareil totalement autocontrôlé (fig. 3). Malheureusement cet appareil est coûteux et encombrant, ce qui limite

son champ d'application. Le Cerchar a construit et fait l'essai de prototypes d'autres appareils : un grisoumètre alarme autonome — un grisoumètre déclencheur secteur pour la surveillance en plusieurs points et le déclenchement à différentes teneurs — un télégrisoumètre enregistreur déclencheur à plusieurs voies.

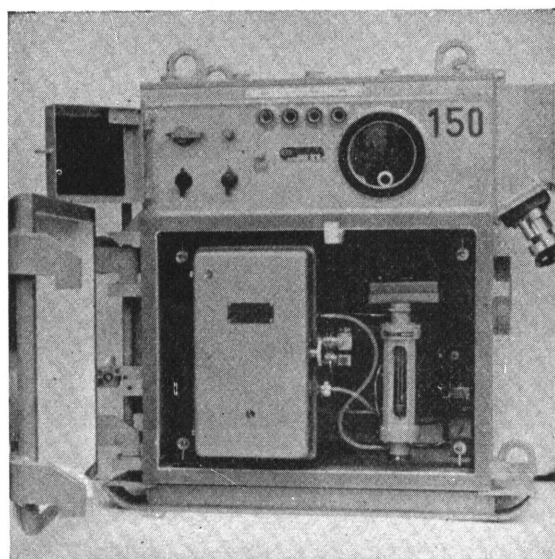


Fig. 3. — Analyseur-déclencheur ADR 59.

32. Intérêt des campagnes de mesures systématiques.

Pour mieux connaître les lois du dégagement de grisou, il est indispensable d'effectuer de nombreuses mesures dans de nombreux chantiers exploités dans des gisements très variés, constitués de charbons de tous rangs. Ces mesures doivent être exécutées non seulement pendant une journée ou un mois, mais si possible pendant toute la vie des chantiers, depuis le démarrage jusqu'à l'achèvement de l'exploitation. Comme les chantiers choisis pour les études sont souvent fort grisouteux et que l'on y pratique généralement le captage du grisou, il faut mesurer simultanément les paramètres qui concernent l'air de ventilation et aussi le captage. On a donc installé, dans chacun des bassins miniers de la CECA, des stations de mesures grisoumétriques. La figure 4 montre une photo d'une telle station de mesure.

Tout au long de l'exposé, nous aurons l'occasion de tirer les conclusions pratiques des mesures et d'en citer les applications concrètes. Mais nous tenons à insister encore sur le fait que ce n'est qu'en mesurant minutieusement et dans les conditions les plus variées, les divers facteurs du dégagement de grisou que l'on parviendra à les contrôler — à régulariser, réduire ou étaler le dégagement du grisou — et à perfectionner encore nos moyens de captage.

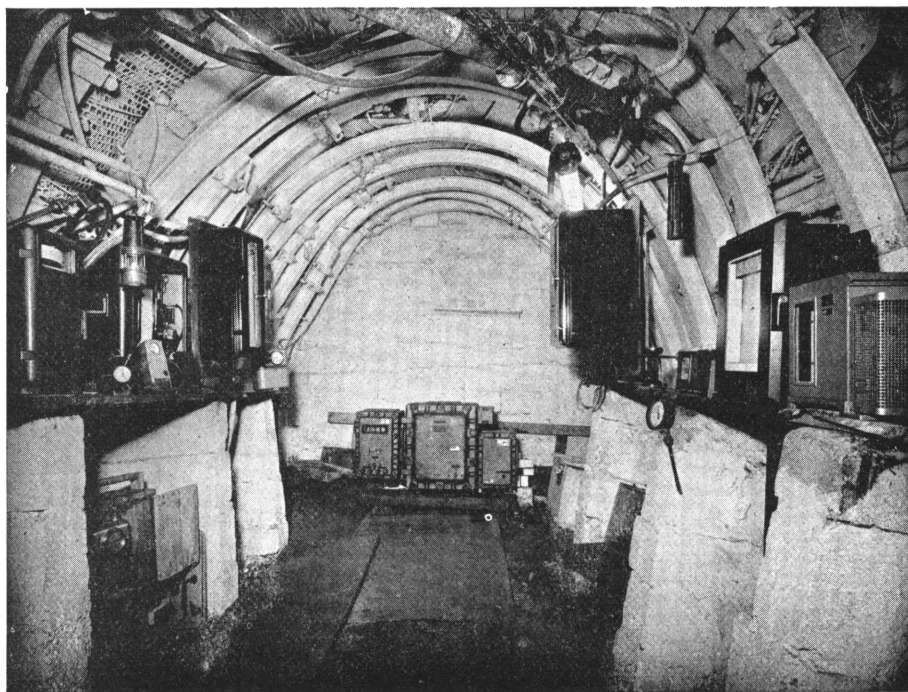


Fig. 4. — Station de mesures grisométriques souterraine.

33. Contrôle de la teneur en méthane du courant d'air.

Dans chacun des pays de la Communauté, il existe des réglementations concernant le contrôle régulier de la teneur en méthane du courant d'air. Ce que les études ont montré, c'est l'importance du choix des endroits et des moments où il est le plus important de contrôler la teneur — et ce qu'elles ont apporté, ce sont des dispositifs nouveaux de mieux en mieux adaptés, pouvant même conduire à une modification des teneurs limites.

Où faut-il contrôler la teneur en méthane du courant d'air ?

Dans les chantiers, c'est à l'endroit où la teneur atteint des valeurs maximales et aux endroits où des venues locales de grisou peuvent entraîner la formation d'accumulations ou de nappes. De manière générale, la teneur maximale en plein courant d'air est atteinte à 50-100 m à l'arrière du front de taille dans la voie de retour d'air et reste alors constante jusqu'à l'extrémité de cette voie. Quant aux accumulations et aux nappes de grisou, elles peuvent se former : a) à proximité de la tête de taille dans les exploitations rabattantes; b) entre le front de taille et le dernier sondage de captage en activité si celui-ci se trouve trop éloigné du front; c) dans la voie de retour d'air, le long du foudroyage jusqu'à une cinquantaine de mètres de la tête de taille; d) à proximité des brèches de recarrage; e) au droit du montage de départ de la taille, etc...

Quand faut-il mesurer la teneur en méthane ?

La teneur en méthane doit notamment être mesurée lorsqu'elle atteint des valeurs maximales, c'est-à-dire à la fin des postes d'abattage et surtout au cours des derniers jours de la semaine de travail.

Ajustement des teneurs limites de CH_4 en fonction de l'amélioration des moyens de contrôle.

Dans le passé, le contrôle des teneurs a presque toujours été réalisé à l'aide de lampes à flamme ou de grisomètres portatifs. Il existe actuellement toute une gamme de grisomètres présentant à des degrés divers de nombreux avantages. En fixant les limites admissibles de la teneur en grisou, les réglementations ont tenu compte — à juste titre — des insuffisances des mesures manuelles et la sécurité vis-à-vis de la limite inférieure d'inflammabilité du grisou dans l'atmosphère se trouve assurée par une marge de sécurité élevée.

L'utilisation de plus en plus répandue de méthanomètres enregistreurs précis et sûrs, notamment des centraux de télégrisométrie, permet de connaître beaucoup mieux les moments où il est opportun de contrôler soigneusement les teneurs; l'emploi de ces appareils permet effectivement un contrôle permanent. L'introduction de ce moyen de contrôle continu amène toujours l'exploitant à surveiller de plus près la situation grisométrique des chantiers; plusieurs fois on a constaté — après la mise en service d'un central — que les teneurs baissent.

Dès lors, il semble qu'exiger le respect des anciennes limites de teneurs lorsque les chantiers sont contrôlés par des centraux risque de gêner par trop l'exploitant, cela à cause de constatations automatiquement plus nombreuses du dépassement des teneurs limites autorisées.

Dans quelques cas particuliers, on a étudié, en France, les teneurs limites non réglementaires qui satisferaient aux deux conditions suivantes :

1°) le risque d'atteindre une teneur explosive n'est pas augmenté;

2°) le respect des nouvelles limites n'entraîne pas de gêne supplémentaire pour l'exploitant.

L'analyse des enregistrements faits dans un siècle a montré que le remplacement des mesures réglementaires de grisou, manuelles, par celles, automatiques, d'un central de télégrisoumétrie pourrait conduire à relever équitablement les teneurs limites actuelles :

— de 1,5 à 2 % dans le retour d'air d'une taille,

— de 2 à 2,2 % pour l'évacuation des lieux.

Ce relèvement est justifié par le fait que, grâce aux enregistrements, on peut connaître la teneur au moment où elle est effectivement la plus élevée, alors que ce n'est pas le cas pour les mesures manuelles. Finalement, comme une telle mesure renforce la sécurité, elle a été adoptée dans certains sièges sous forme d'essai avec dérogação.

Une possibilité, et même une nécessité de modification des teneurs limites autorisées, est ainsi apparue qui entraîne un renforcement de la sécurité d'une part et d'autre part incontestablement une amélioration de la rentabilité grâce à une marche plus régulière des chantiers.

4. ORDRE D'EXPLOITATION DES COUCHES

41. Généralités.

Parmi les moyens de lutte contre le grisou dans les chantiers d'exploitation, l'un des principaux consiste à éviter de mettre ces chantiers dans des conditions telles que la lutte contre le grisou y devienne extrêmement difficile, sinon impossible. Cela signifie que, lors de l'établissement du planning et du choix des méthodes d'exploitation, on ne peut pas perdre de vue les lois fondamentales qui régissent les mouvements de terrains et le dégagement du grisou.

42. Ordre d'exploitation des couches.

L'exploitation d'une couche en région vierge provoque la détente et la fissuration des couches et des terrains voisins, sus-jacents et sous-jacents (1).

Cette détente et cette fissuration entraînent la libération partielle du grisou des veines voisines et sa migration vers les galeries du chantier en exploitation. L'apport de grisou des couches voisines constitue fréquemment la part prépondérante des bilans de dégagement de grisou, atteignant parfois les huit dixièmes du dégagement total. Le captage du grisou permet de récupérer une fraction plus ou moins importante de cet apport de grisou supplémentaire.

Les études récentes du Steinkohlenbergbauverein en vue de déterminer la forme et les dimensions de la zone de détente et le degré de dégazage des couches influencées et les recherches entreprises dans plusieurs pays sur la base des mesures de la concentration résiduelle en grisou des couches influencées confirment ces idées sur l'action de l'exploitation sur la détente des terrains et la concentration en grisou. Plusieurs auteurs ont cité des taux de dégazage des couches du toit et du mur influencées par une exploitation, suivant l'épaisseur de la couche exploitée, l'éloignement des couches voisines, etc..., mais jusqu'à présent, les valeurs citées sont divergentes, cela étant dû vraisemblablement à la différence de nature des gisements et notamment des épontes tantôt cassantes, tantôt plastiques et fluantes.

Dans une taille influencée par l'exploitation antérieure d'une couche sus-jacente, le volume de grisou libéré par le charbon abattu dans le chantier est plus faible que dans une taille en couche vierge. Les mesures faites dans 10 chantiers de la Ruhr ont montré que ce dégagement de grisou du charbon abattu ne valait en moyenne que 50 % environ du même dégagement dans une couche vierge. De même, la concentration résiduelle du charbon abattu ne valait en moyenne que la moitié environ de celle atteinte dans une couche vierge (première couche exploitée dans un nouveau quartier).

L'examen des bilans de dégagement de grisou de tailles exploitées successivement dans les diverses couches d'un faisceau met aussi en évidence une influence mutuelle. L'exemple suivant concerne un faisceau de couches très grisouteuses d'un gisement belge (fig. 5). Ce faisceau est constitué par cinq couches principales numérotées 8 - 7 - 6 - 5 - 3 du haut vers le bas de l'échelle stratigraphique. Le dégagement spécifique maximal de grisou (dégagement à la tonne extraite) de la Veine 6, exploitée partiellement sous les vieux travaux de deux exploitations sus-jacentes dans les veines 7 et 8 (42 m³/t), ne

(1) Les données chiffrées manquent parce que nous ne connaissons pas encore les dimensions exactes de la zone de détente.

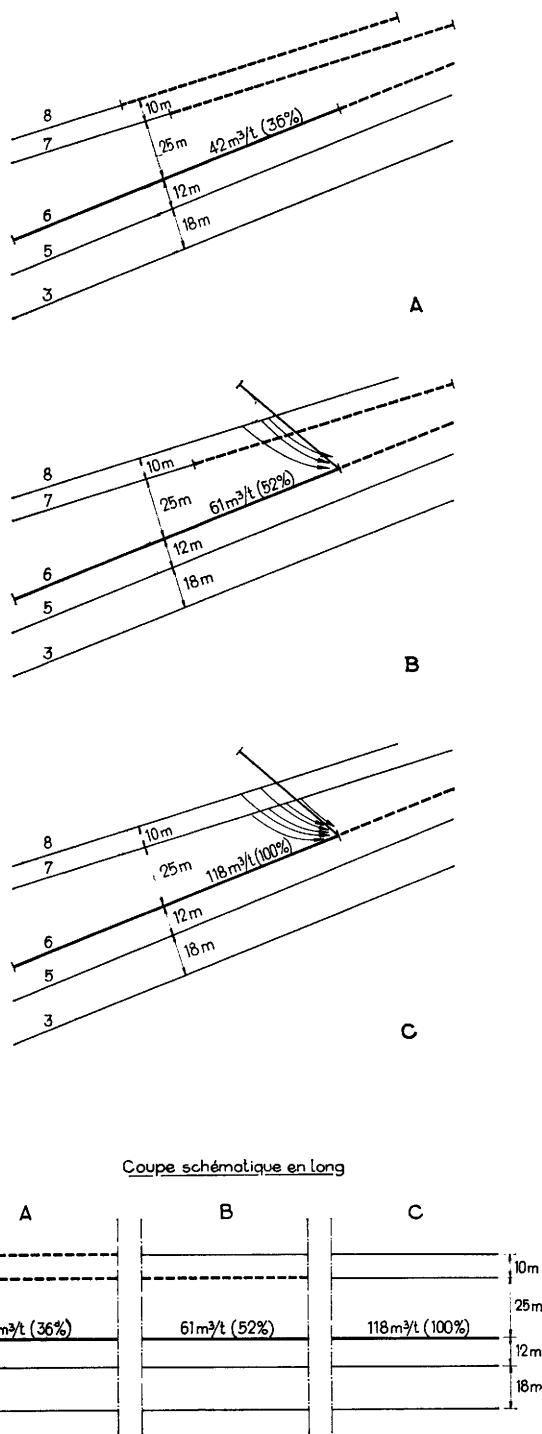


Fig. 5. — Influence d'une exploitation antérieure sur le dégagement de grisou des couches voisines.

représente que 36 % du dégagement spécifique maximal de la Veine 6 exploitée en région vierge (118 m³/t) et le dégagement spécifique maximal de grisou de la Veine 6, exploitée partiellement sous les vieux travaux d'une seule exploitation sus-jacente dans la veine 7 (61 m³/t), ne représente que 52 % du dégagement spécifique maximal de la Veine 6 exploitée en région vierge. Ce n'est que grâce au

captage du grisou qu'il a été possible de poursuivre l'exploitation de la Veine 6 en région vierge sans dépasser les teneurs limites autorisées. Les pourcentages cités ne valent que pour les conditions du faisceau envisagé, mais ils traduisent l'intérêt de l'ordre d'exploitation descendant dans les gisements grisouteux.

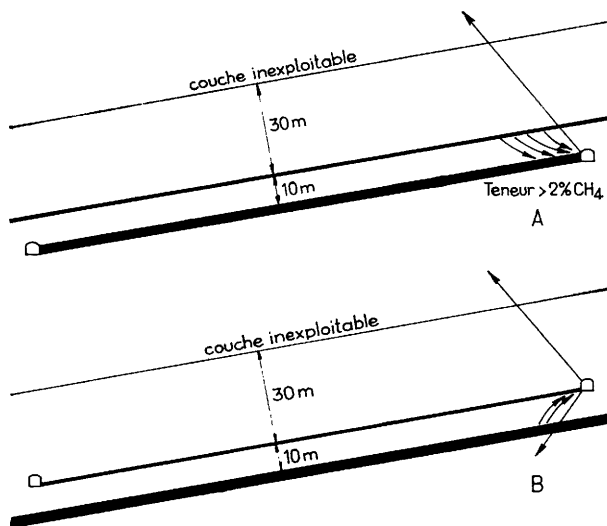


Fig. 6. — Influence de l'ordre d'exploitation sur le dégagement de grisou de deux couches voisines.

Dans une autre mine belge (fig. 6), on exploite deux couches distantes de 10 m environ et dont la couche inférieure est très épaisse. Lorsque la couche inférieure est prise en première exploitation, on se heurte à de très grandes difficultés pour respecter la teneur limite autorisée et cela malgré un avancement réduit (1 m/jour) et le captage du grisou de la couche sus-jacente. Si la couche supérieure est exploitée en premier lieu, les difficultés sont beaucoup moins grandes pour l'exploitation de chacune des deux couches. Le rendement global du captage est sans doute alors moins bon; une amélioration serait toutefois possible en captant le grisou qui se dégage de la couche inférieure pendant l'exploitation de la couche supérieure.

En général, il semble que, dans les gisements grisouteux, l'ordre d'exploitation descendant soit le mieux approprié, sauf peut-être dans certains cas comme celui des couches sujettes à coups de toit et de certaines couches à dégagements instantanés. On ne risque pas alors de voir le grisou des couches sus-jacentes inexploitées migrer vers l'arrière-taille de la couche en exploitation et se dégager dans le courant d'air. Si les couches sont exploitées successivement dans l'ordre descendant, l'exploitation ne collecte que peu de grisou en provenance des vieux travaux dans les couches sus-jacentes et, d'autre part, la couche en exploitation a déjà été partiellement dégazée lors du déhouillement des couches sus-jacen-

tes. Ce dégazage partiel est réel, car la détente des terrains lors d'une exploitation se produit vers le bas comme vers le haut, à moindre distance toutefois et avec moins d'intensité au mur qu'au toit dans les gisements en plateure. Les effets de la détente vers le bas ont d'ailleurs aussi été nettement observés dans les gisements à D.I. en plateure : diminution du risque de D.I. par amoindrissement des contraintes et par abaissement de la concentration et de la vitesse de désorption du grisou à la suite du départ d'une certaine quantité de gaz.

Il convenait de rappeler ces observations et ces principes, car à l'heure actuelle, certaines mines abandonnent les étages supérieurs pour exploiter de nouveaux étages plus profonds où la qualité du charbon répond mieux aux exigences du marché (notamment en ce qui concerne les charbons à coke). Le dégagement du grisou risque dès lors de créer des difficultés lors de l'exploitation en région vierge de la première couche du faisceau profond surmonté d'une série de veines inexploitées.

43. Exploitations superposées.

Non seulement il paraît souhaitable d'adopter l'ordre d'exploitation descendant, mais il faut encore éviter la concentration de plusieurs chantiers dans un même quartier de la mine où diverses couches d'un même faisceau seraient exploitées simultanément.

L'idée de la concentration de plusieurs chantiers dans un même quartier paraît séduisante à première vue pour faciliter l'organisation et réduire les coûts d'entretien des galeries communes et les coûts de transport et de desserte. Cependant, lorsque l'on a appliqué ce principe, on s'est chaque fois heurté, surtout à grande profondeur, à des difficultés insurmontables de tenue des voies de chantiers et d'aéragage.

L'exploitation superposée de plusieurs couches combine, du point de vue grisou, les inconvénients de l'ordre descendant et de l'ordre montant sans aucun des avantages. En cas d'exploitation simultanée de deux ou de plusieurs couches superposées, les galeries de la couche supérieure jouent le rôle de drain pour tout le grisou libéré par l'exploitation de la couche inférieure. On doit donc s'attendre à un fort dégagement de grisou dans la (ou les) tailles supérieures.

En principe, l'exploitation simultanée de plusieurs couches grisouteuses superposées est à déconseiller; il est préférable de n'entreprendre l'exploitation d'une deuxième couche que quand l'exploitation de la première est achevée. Des cas d'espèce peuvent évidemment se présenter qui nécessiteront une exploitation superposée. Mais alors, de grandes précautions doivent être prises pour contrôler l'émission de grisou.

Dans le même ordre d'idées, le passage d'une taille sous un bouveau, dans le cas de présence de veines et veinettes grisouteuses, est extrêmement dangereux; l'émission de grisou dans le bouveau peut survenir brusquement et intempestivement à des endroits généralement localisés du bouveau. Si le courant d'air est important, l'ensemble des travaux situés en aval-aéragage est infesté de grisou; s'il est faible, des teneurs explosives peuvent être atteintes localement, le courant d'air ne pouvant évacuer tout le grisou émis.

De manière générale, il s'avère très utile de surveiller attentivement la position relative des fronts de taille les uns par rapport aux autres et par rapport aux galeries existantes.

On doit tenir compte notamment des risques de venue anormale de grisou ou de dégagement instantané en couche susceptible, lorsqu'une taille arrive à l'aplomb d'un ancien front d'exploitation, c'est-à-dire à l'aplomb de la limite d'exploitation d'une taille sus-jacente ou sous-jacente.

Les travaux préparatoires doivent aussi être menés suffisamment à l'avance, surtout dans les mines à couches puissantes, pour éviter que les entrées d'air ne soient déjà éventuellement polluées par le grisou qui se dégage des couches récemment recoupées ou tracées.

5. AERAGE

50. Généralités.

L'aéragage est le moyen de lutte le plus ancien contre le grisou. Aujourd'hui encore, il conserve une importance extrême. Jusqu'à ces dernières années, c'était surtout la dilution du grisou par l'air que l'on avait en vue et on portait presque toute son attention sur le « débit d'air ». Aujourd'hui, en outre, une importance toujours accrue est attribuée à la « vitesse de l'air ». C'est de cette vitesse qu'il s'agit lorsque l'on se préoccupe des bouchons et des nappes de grisou.

Nous traiterons les questions suivantes :

- systèmes d'aéragage,
- étude des problèmes d'aéragage sur simulateur ou sur ordinateur,
- régularité et stabilité de l'aéragage,
- vitesse de l'air,
- cas particuliers des arrêts de ventilateurs et des ouvertures de portes d'aéragage,
- finalement, règles à suivre pour la remise en marche des installations après un déclenchement général du réseau électrique de la mine.

51. Systèmes d'aéragage.

En juin 1963, M. Maas a commenté les avantages et les inconvénients de divers schémas d'exploitation (valables surtout pour les tailles foudroyées), au point de vue de l'aéragage et du dégagement de grisou : taille avançante, rabattante ou semi-rabattante

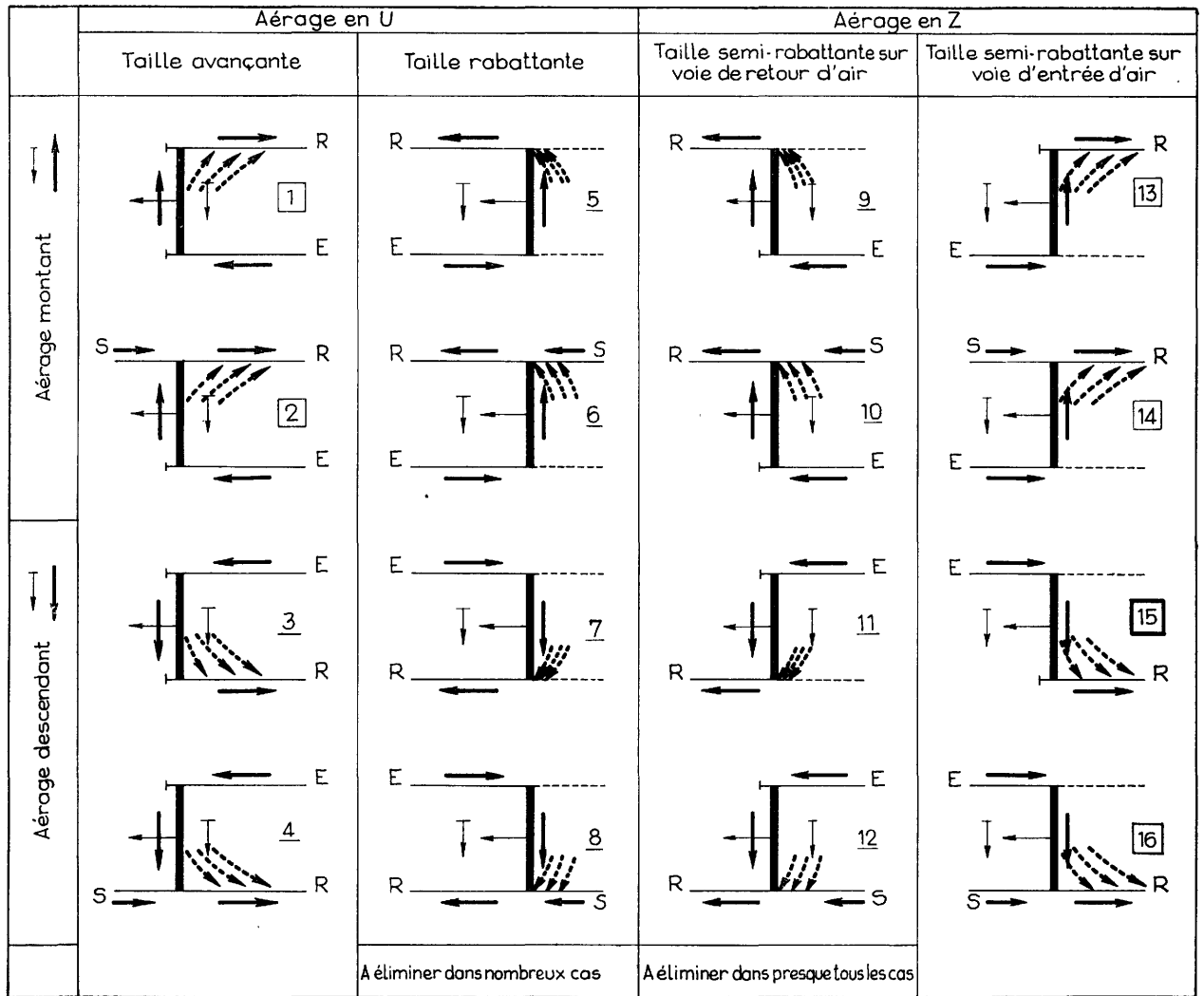


Fig. 7. — Systèmes d'aériage d'une taille.

E : Voie d'entrée d'air
 R : Voie de retour d'air
 S : Apport d'air frais supplémentaire

T ↓ Sens de la pente
 — Sens de progression de la taille
 — Sens du courant d'air
 - - - Cheminement du grisou vers la voie de retour d'air

avec aériage en Z — aériage montant ou descendant — éventuellement avec apport d'air frais à l'extrémité aval-aériage de la taille (fig. 7).

Comme l'a rappelé M. Stassen à la Conférence Internationale de Liège sur l'Avancement Rapide dans les Chantiers d'exploitation, en octobre 1963, là où les conditions de gisement le permettent, les exploitations rabattantes peuvent présenter divers avantages. Cependant deux facteurs principaux s'opposent à une généralisation de cette technique : la nature des terrains qui encadrent une couche ou son caractère grisouteux.

1. Si les terrains sont tendres et fluants, le revêtement des traçages est détruit avant le passage de la taille.
2. En gisement grisouteux, l'exploitation rabattante « classique » (schéma 5 de la fig. 7) présente un

défaut très grave. L'accumulation de grisou en tête de taille dépasse fréquemment la teneur autorisée et on ne dispose pas encore actuellement de moyens pour l'éviter. Des remèdes intéressants qui méritent la plus grande attention ont été essayés au cours de la recherche.

Par exemple, pour éviter une teneur exagérée en grisou à l'extrémité aval-aériage de la taille, on a prévu un aériage en Z avec apport d'air frais par le traçage à cette extrémité de la taille (schéma 14 en aériage montant et schéma 16 en aériage descendant). Mais pour atteindre cet objectif, il faut que les panneaux à exploiter permettent de creuser les traçages d'un bouveau de recoupe à l'autre et il faut maintenir ouverte la voie de retour d'air après le passage de la taille.

On préconise aussi une exploitation semi-rabattante avec aériage en Z et voie de retour d'air creusée

à mesure de l'avancement de la taille (schémas 13 et 15).

D'une étude faite à la mine Emma dans le Limbourg néerlandais en 1964, la Commission des Problèmes du Grisou chargée de cette étude a tiré les conclusions suivantes :

— Si le dégagement de grisou est important, pour éviter toute accumulation de grisou, il est nécessaire que le courant d'air principal longe l'arrière-taille. Certains schémas (n^{os} 5 à 12) où la taille rabat sur la voie de retour d'air sont donc automatiquement à éliminer.

Dans la discussion de ces schémas, il s'agit toutefois surtout de tailles foudroyées. Le cas des tailles remblayées pneumatiquement peut être quelque peu différent. Dans le chapitre consacré au captage, nous verrons comment un captage très bien étudié et très soigné a permis de conduire sans difficulté des tailles rabattantes à remblayage pneumatique à très forte production.

— Si la production de la taille est importante, à débit d'air égal, la taille semi-rabattante avec aérage descendant (système 15) est généralement plus favorable au point de vue économique que la taille avançante avec aérage montant (système 1). Cet avantage économique est dû à de moindres frais d'entretien des galeries et n'est pas inférieur en général à celui qui résulterait d'une production un peu plus élevée, rendue possible grâce à un captage de grisou plus efficace en cas d'aérage montant.

— Si un apport d'air frais supplémentaire est possible, les systèmes n^{os} 2 et 16 sont favorables à condition toutefois que le bénéfice résultant d'un

accroissement de la production ne soit pas annihilé par le coût de maintien d'une galerie supplémentaire.

52. Etude des problèmes d'aérage sur simulateur ou sur ordinateur.

Les calculs de débits d'air et, de manière générale, la résolution des problèmes d'aérage sont maintenant facilités par l'emploi d'ordinateurs ou de simulateurs.

L'emploi d'un ordinateur convient notamment à la résolution des réseaux maillés d'aérage (réseaux où les différents circuits sont reliés par des branchements diagonaux), à l'aide d'une méthode numérique par approximations successives. Pour les réseaux étendus, l'ampleur des calculs exigés par cette méthode rendrait prohibitif le calcul manuel. Des calculs qui demanderaient des mois par les méthodes manuelles se font en quelques minutes sur l'ordinateur et la précision dépasse largement les besoins.

Les caractéristiques principales d'un simulateur moderne (fig. 8) sont les suivantes :

— chaque branche du réseau d'aérage est représentée par un « module » qui suit automatiquement soit la loi $U = kI^2$ pour les puits et voies d'accès soit la loi $I = \text{constante}$ pour les chantiers à débit imposé;

— les ventilateurs principaux sont simulés par des alimentations électriques dont les tensions sont astreintes à varier en fonction des intensités suivant des lois correspondant aux courbes caractéristiques des ventilateurs.

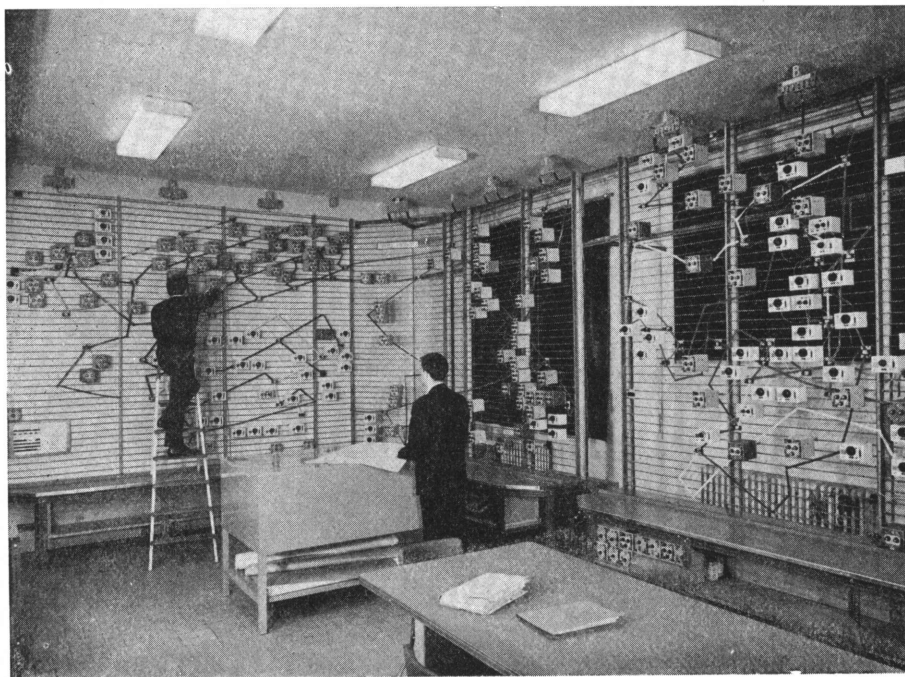


Fig. 8. — Simulateur d'aérage.

Les simulateurs permettent d'essayer à peu de frais de multiples solutions minières dont il eut été fastidieux de se demander si elles valaient ou non la peine d'être étudiées.

De nombreux problèmes concrets ont déjà été traités : modification de la vitesse de rotation de ventilateurs principaux — désarmement partiel d'un puits de retour pour diminuer sa résistance — doublage éventuel d'une galerie d'entrée d'air — choix de la section d'une galerie de liaison entre deux puits de retour d'air distants de 1300 m — modification de la répartition de portes d'aérage — aérage en cas d'arrêt des ventilateurs, sous le seul effet du tirage naturel, etc...

Au total, une étude d'aérage, mesures souterraines comprises, peut durer de un à trois mois. Elle permet de résoudre non seulement des questions actuelles, mais aussi des problèmes à plus ou moins longue échéance.

Les économies permises par les études d'aérage sont nombreuses. Certaines d'entre elles ne peuvent être évaluées, ainsi par exemple, l'amélioration de

la sécurité quand on parvient à supprimer une zone neutre sans compliquer l'organisation du roulage principal.

Après étude sur simulateur, la mise hors service d'un ventilateur inutile dans un siège du Bassin de Lorraine, a entraîné une réduction de la puissance consommée pour l'aérage de 22 % (économie journalière 4400 kWh) malgré une augmentation des débits d'air en taille de 4 %.

53. Régularité et stabilité de l'aérage.

Les résultats principaux d'études faites aux Pays-Bas, en 1964, sont les suivants.

1) Dans les mines grisouteuses, pour assurer la régularité et la stabilité de l'aérage, la ventilation principale aspirante — avec ventilateur de surface — semble préférable à la ventilation soufflante. Au moment d'un arrêt de ventilateur — en cas d'aérage soufflant — il peut se produire une situation dangereuse à cause du dégagement soudain de grisou des fissures, des cavités et des vieux travaux, la

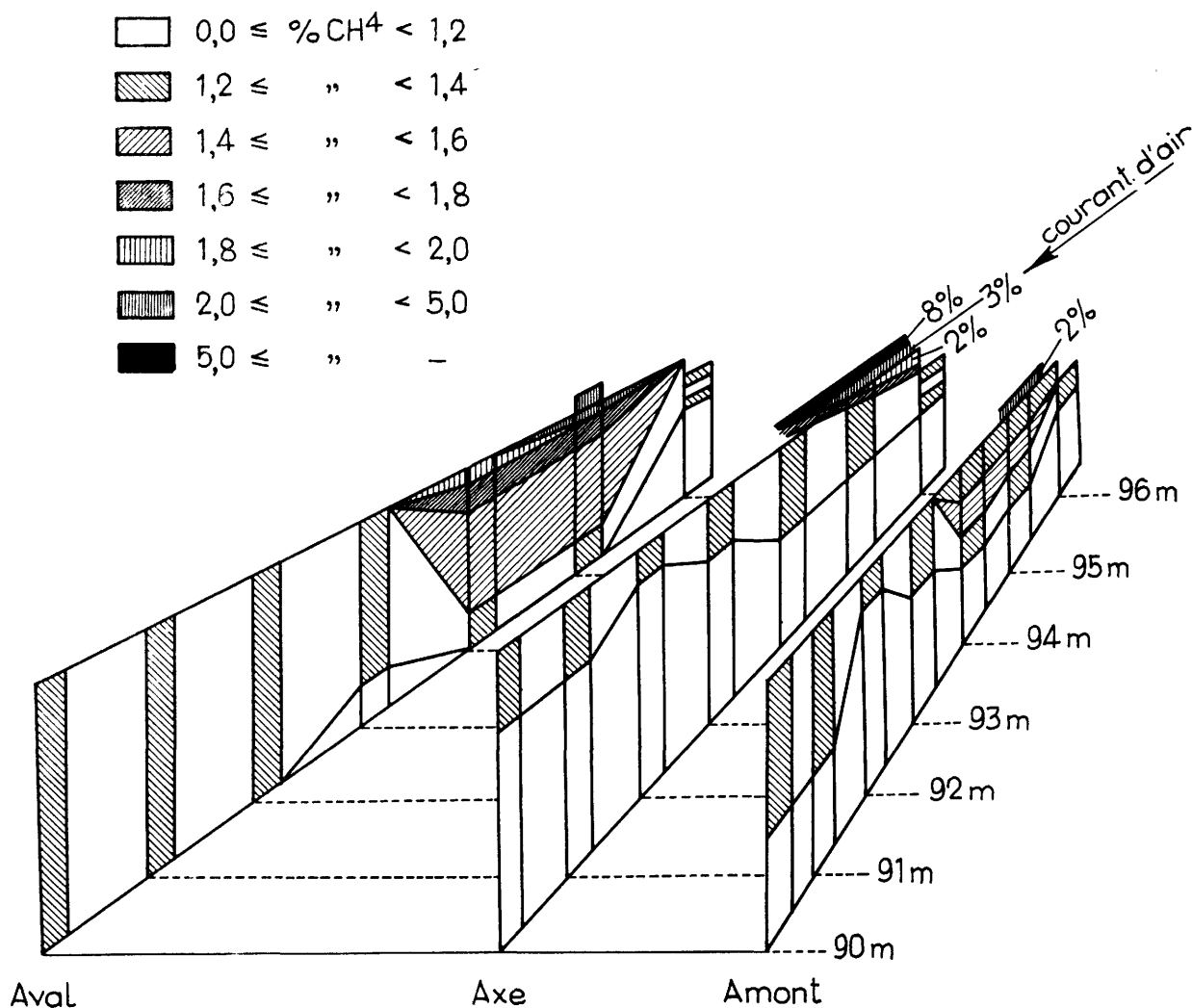


Fig. 9. — Nappe de grisou à proximité d'une brèche de recarrage.

pression absolue de l'air tombant brusquement dans les galeries.

Cela se produit aussi au moment de la remise en marche d'un ventilateur aspirant après un arrêt de la ventilation. Mais alors que l'on peut choisir le moment et rester maître des conditions de la remise en marche d'un ventilateur, l'arrêt, lui, peut être tout à fait inopiné.

2) Comme pour la ventilation principale, il semble qu'il faille donner la préférence aux ventilateurs de quartier aspirants. Ces ventilateurs de quartier, qui ne doivent pas venir en aide aux ventilateurs principaux mais assurer une meilleure répartition de l'air, sont très utiles. Ils réduisent la consommation des ventilateurs principaux et ils permettent d'éviter les fuites d'air. Mais lorsque l'on fait usage de ventilateurs de quartier, il faut veiller à ce que des quantités importantes de grisou ne puissent être aspirées sur les vieux travaux et qu'il n'y ait pas d'interactions néfastes entre les ventilateurs des différents quartiers.

54. Vitesse de l'air.

Même dans les galeries parcourues par un débit d'air important, il n'est pas exceptionnel de constater la présence de nappes ou d'accumulations de grisou. La figure 9 représente une nappe de grisou à proximité d'une brèche de recarrage dans la voie de retour d'air d'une taille. La figure 10 représente une autre nappe qui s'est formée entre le front de taille et le dernier sondage de captage en activité, trop éloigné du front à ce moment-là.

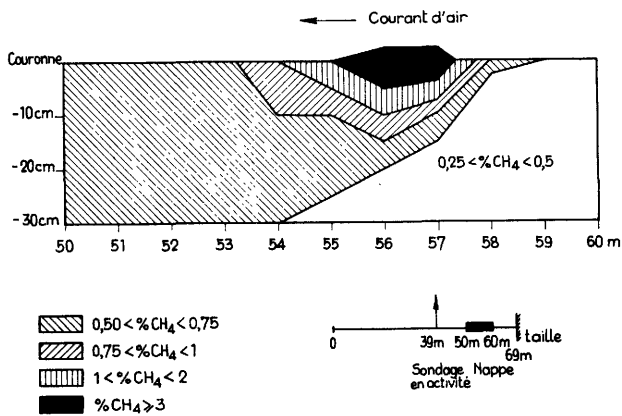


Fig. 10. — Nappe de grisou dans une voie de retour d'air, à proximité du front de taille.

Il est essentiel de diluer rapidement ces nappes de manière que leur longueur et leur épaisseur ne soient telles qu'une inflammation risque de dégénérer en explosion. Pour assurer cette dilution, une certaine turbulence de l'air — ou autrement dit, une certaine vitesse de l'air — est nécessaire.

En 1963, M. Maas a exposé la théorie de Bakke qui donne une formule permettant de calculer la vitesse d'air minimum pour éviter les nappes de grisou. Des études ont été poursuivies dans plusieurs pays de la Communauté pour adapter cette théorie aux conditions locales.

En pratique, des vitesses d'air moyennes de plus de 2 m/s pourraient être nécessaires pour diluer rapidement les nappes sur des distances suffisamment courtes. De telles vitesses moyennes sont limitées à des cas exceptionnels. Il n'est d'ailleurs pas toujours nécessaire, ni même possible, d'accélérer l'ensemble du courant d'air qui parcourt une galerie. Par contre, il n'existe aucune difficulté à accroître localement la vitesse d'une partie du courant d'air, par exemple à l'aide d'un ventilateur d'appoint, d'éjecteurs à air comprimé ou d'autres dispositifs (2).

Les accumulations locales ou les nappes de grisou peuvent être éliminées par divers procédés. Un moyen très simple, mais d'application très locale, est l'installation d'un plancher-guide dans la section de la galerie (fig. 11). Ce plancher-guide utilise l'énergie cinétique du courant d'air pour accroître localement la vitesse de l'air à la couronne de la galerie.

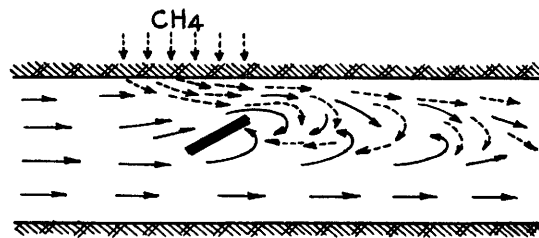


Fig. 11. — Mélange turbulent du méthane à la couronne d'une galerie à l'aide d'un plancher-guide installé dans la section.

Si l'énergie cinétique du courant d'air est insuffisante, on doit faire usage d'autres dispositifs. Par exemple, on peut installer un canar avec ventilateur à la sole de la galerie (fig. 12).

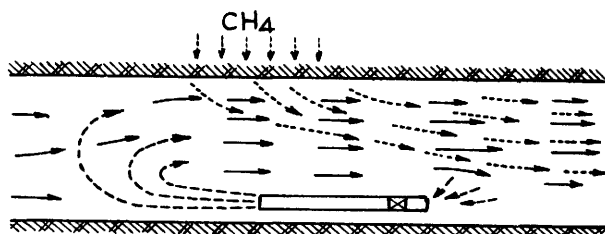


Fig. 12. — Mélange turbulent du méthane et de l'air à l'aide d'un canar installé à la sole d'une galerie.

(2) En Grande-Bretagne, pour l'aéragé des niches dans les tailles mécanisées, pour l'aéragé des extrémités de taille et des fronts de bosseyements, on a récemment mis au point des éjecteurs à air comprimé dénommés « airs movers ». Ces appareils sont constitués par une tuyère divergente, l'alimentation en air comprimé se faisant du côté le plus étroit du divergent, par une fente annulaire spécialement disposée.

Le moyen le plus utilisé consiste à suspendre un canar auxiliaire (éventuellement muni de tuyères latérales) avec ventilateur à la couronne de la galerie, là où le grisou se dégage (fig. 13).

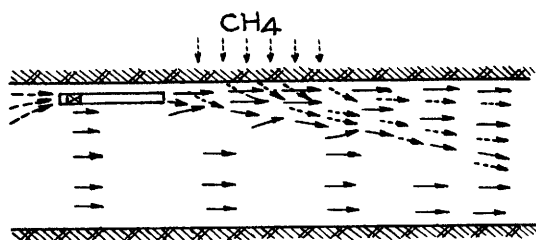


Fig. 13. — Mélange turbulent du méthane et de l'air à l'aide d'un canar installé à la couronne d'une galerie.

Pour accroître l'efficacité de ce dispositif sur des longueurs de galerie plus grandes, on peut multiplier les orifices de sortie d'air de la ligne de canars (canars perforés). C'est ce qui a été réalisé avec les « canars à remous » (Wirbellutte).

tions de grisou, notamment les nappes, ne peuvent se former ni stagner à l'arrière et sont ainsi dissipées en toute sécurité.

Dans les antennes des voies de chantier d'une longueur supérieure à 20 m (fig. 14), les canars à remous sont installés à la couronne comme seconde ligne de canars soufflants. Les tuyères étant dirigées vers le front, l'air sortant à grande vitesse par ces tuyères agit contre le courant d'air dans la galerie et augmente donc la vitesse relative au voisinage de la couronne.

Dans les traçages (fig. 15), les canars à remous sont suspendus à un monorail sur une longueur de 40 m à partir du front (extrémité de la ligne de canars à 6 ou 8 m du front). Dans ce cas, les tuyères obliques sont dirigées vers l'arrière pour éviter un croisement des courants d'air. Un ventilateur aspire une partie de l'air en avant du front et le souffle par les tuyères.

Pour lutter efficacement contre les nappes de grisou, il est important de les déceler suffisamment tôt.

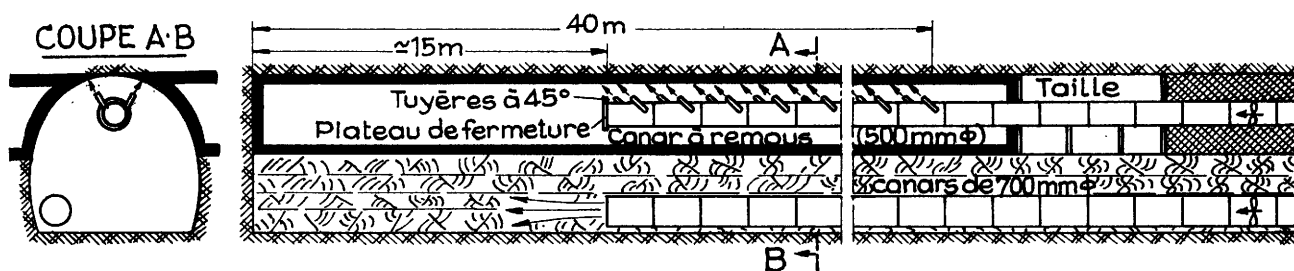


Fig. 14. — Installation de canars à remous dans l'antenne d'une voie de chantier.

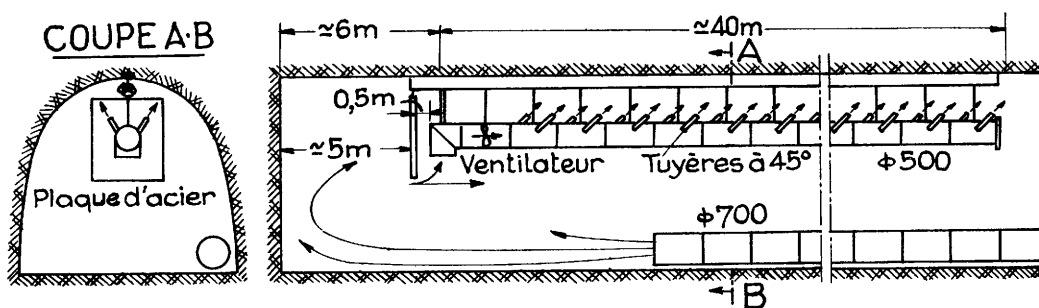


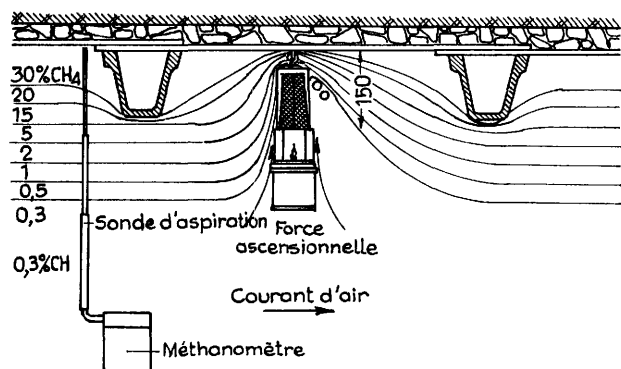
Fig. 15. --- Installation de canars à remous dans un traçage.

Le canar à remous (fig. 14) est constitué par un canar spécial sur la paroi duquel on a fixé en quinconce, à 1 m de distance, des tuyères de petit diamètre qui dirigent le courant d'air obliquement vers le haut. Les canars à remous sont suspendus à la couronne sur toute la longueur de la zone dangereuse. L'air poussé par un ventilateur dans la ligne de canars, fermée à son extrémité, sort à grande vitesse par les orifices des tuyères et crée sous le toit de puissants tourbillons, de sorte que les accumula-

De nombreux endroits où les nappes sont susceptibles de se former sont connus. Par un contrôle très soigneux de la teneur, tout le long des voies de retour d'air notamment, on peut arriver à les détecter convenablement.

Les lampes à flamme ordinaires ne conviennent pas à la détection de minces nappes de grisou au toit (fig. 16). Certaines lampes ont été modifiées et des dispositifs dérivés des lampes ont été créés pour y parvenir, notamment en Grande-Bretagne. Plus sim-

plement, de nombreux grisoumètres portatifs peuvent actuellement être munis d'une sonde télescopique étanche qui permet d'exécuter facilement de nombreuses mesures aux endroits les plus inaccessibles de la section des galeries.



Indication de la lampe à flamme : moins de 1% de CH₄
 Indication du méthanomètre : 30% de CH₄

Fig. 16. — Comportement de la lampe à flamme en présence d'une nappe de grisou au toit.

55. Cas particuliers : arrêts de ventilateurs et ouvertures de portes d'aérag.

La question importante des arrêts de ventilateurs a déjà été abordée par M. Gunther.

L'enregistrement représenté par la figure 17 montre l'influence de l'arrêt d'un ventilateur de quartier sur la teneur en grisou dans la voie de retour d'air d'une taille. Ce diagramme est tout à fait caractéristique des arrêts de ventilateurs en cas d'aérag aspirant.

Lors de l'arrêt du ventilateur, on observe d'abord une chute de la teneur de courte durée, puis une augmentation jusqu'à une valeur maximale et l'établis-

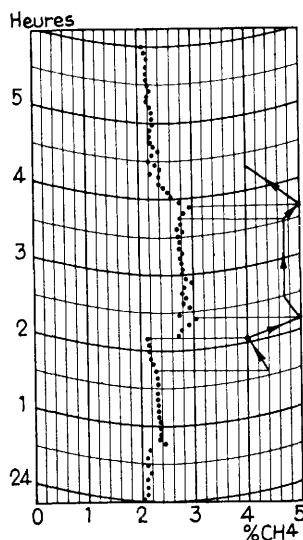


Fig. 17. — Influence de l'arrêt d'un ventilateur de quartier sur la teneur en grisou dans une voie de retour d'air.

sement d'un palier (3) sous ce maximum mais à une teneur supérieure à la teneur initiale.

Lors de la remise en marche du ventilateur, on constate d'abord une augmentation de la teneur de courte durée, puis une diminution jusqu'à une valeur minimale (souvent inférieure à la teneur initiale) et le rétablissement de la teneur initiale.

Ces phénomènes s'expliquent par l'emmag. sine et le dégagement de grisou dans l'arrière-taille, sous l'effet des variations de la dépression de l'aérag.

Lors d'un arrêt de ventilation, le moment le plus dangereux est donc celui du rétablissement de l'aérag normal. A ce moment, de grandes quantités de grisou peuvent être aspirées dans le courant d'air pendant un certain laps de temps. La teneur peut augmenter fortement. Lors du rétablissement de l'aérag normal, il est donc prudent de contrôler la teneur et d'attendre qu'elle soit redevenue normale avant de réenclencher les installations électriques et de reprendre le travail.

La figure 18 montre deux diagrammes de teneur en grisou enregistrés dans la voie de retour d'air d'une taille où la teneur est ordinairement très faible; ces deux diagrammes ont été enregistrés un lundi matin. Sur l'un on constate une augmentation brusque de la teneur de 0,3 à 2,4 % et sur l'autre de 0,6 à 2 %.

La voie de retour d'air était creusée en antenne, avec une avance de 30 m sur la taille. Pendant le week-end, on arrêtait le turbo-ventilateur à air comprimé installé dans l'antenne. Il s'y formait un bouchon de grisou et, lors de la remise en marche du ventilateur, le bouchon se déplaçait en se diluant progressivement. L'enregistreur placé à 250 m du front de la voie a enregistré le passage du bouchon et sa dilution progressive. Si l'analyseur avait été placé à proximité de la tête de taille, on aurait enregistré des pointes beaucoup plus fortes, avec risque d'atteindre la teneur explosive.

Dans chaque cas, il a fallu plus d'une heure pour que la teneur retombe à moins de 1 %, à 250 m de la taille.

L'arrêt des ventilateurs des antennes de voies de chantiers (ou des travaux préparatoires en couche) pendant les week-ends est inopportun. Dans les voies de chantiers, il se forme alors des bouchons de grisou qui, lors de la remise en marche du ventilateur, se déplacent et peuvent passer à proximité d'installations électriques en service.

Il convient donc de ne pas arrêter la ventilation secondaire pendant les jours de congé. Sinon, lors de la remise en marche, il faut contrôler attentivement la teneur avant de réenclencher les installations électriques.

(3) avec tendance à l'augmentation de la teneur.

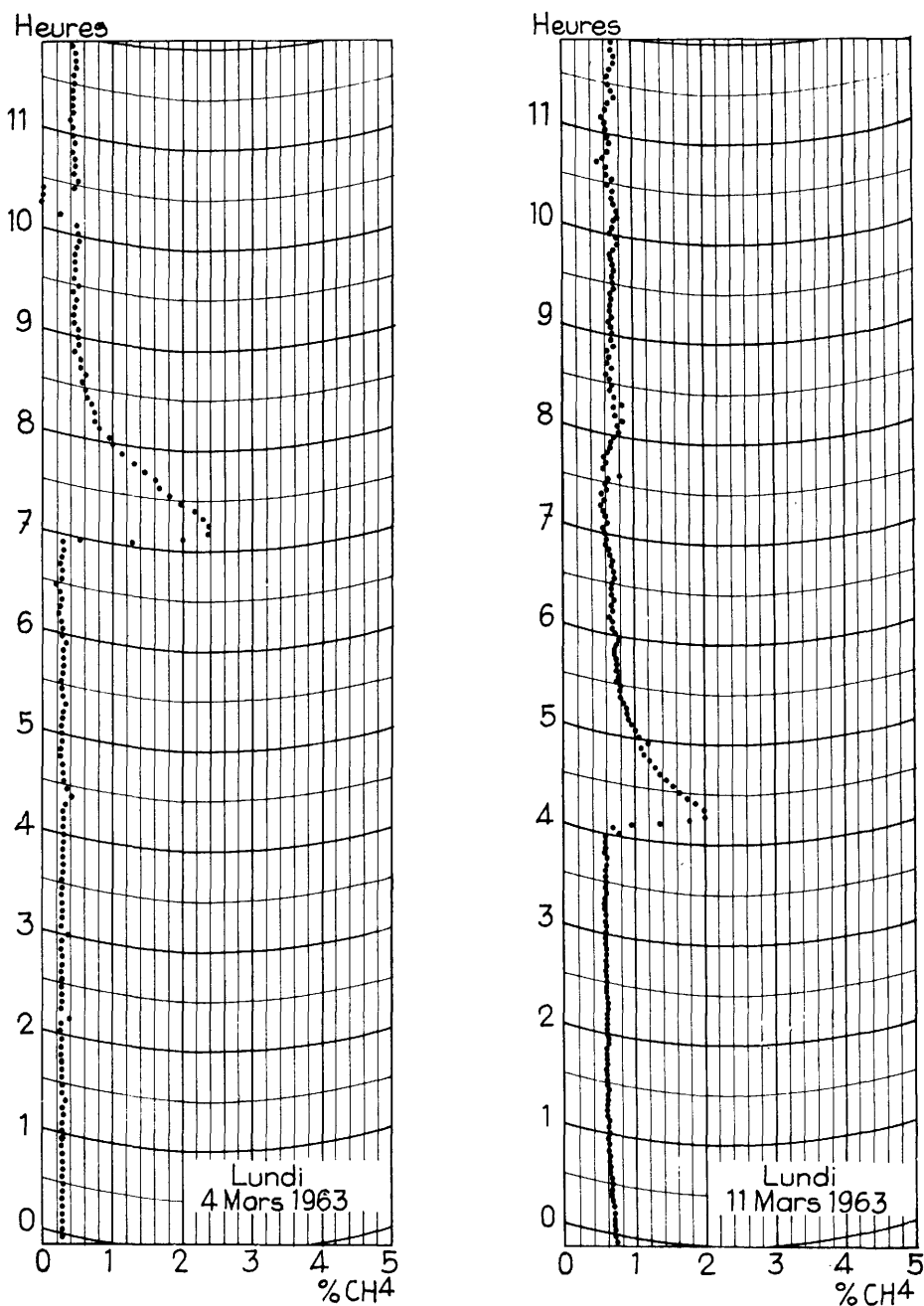


Fig. 18. — Influence d'arrêts d'un turboventilateur d'antenne de voie sur la teneur en grisou.

Dans les mines du bassin de la Ruhr, on a étudié l'influence de l'arrêt du ventilateur principal sur les débits d'air et leur répartition et sur la teneur en grisou dans le retour d'air des chantiers. La teneur en grisou augmente dans les retours d'air pour une durée croissante de l'arrêt du ventilateur, mais en général, elle n'atteint de valeurs dangereuses qu'après un temps d'arrêt prolongé.

En Allemagne Occidentale, l'Administration des Mines désire que l'on dresse des plans pour les mesures de protection des chantiers occupés et qui devront être appliqués en cas d'interruption inopinée de la marche des ventilateurs principaux ou des ven-

tilateurs auxiliaires. Les essais d'arrêts de ventilateur et les essais sur simulateur peuvent en outre contribuer à prévoir ces modifications : réduction des débits d'air, renversements d'aéragé, etc... Les mesures à prendre en cas d'arrêt de la ventilation principale seraient alors indiquées sur un plan et sur le registre d'aéragé du siège.

Dans le même ordre d'idées que les arrêts de ventilateurs, on a constaté (fig. 19) que l'ouverture de portes obturatrices d'aéragé, pour le passage du personnel par exemple, peut provoquer des augmentations de teneurs de quelques dixièmes de % de CH_4 . Si la teneur est déjà voisine de la teneur limite auto-

risée, les ouvertures intempestives des portes risquent de provoquer le dépassement de la teneur limite.

Il faut donc éviter les ouvertures de portes de longue durée et attirer spécialement l'attention des préposés chargés du transport ou de l'approvisionnement des tailles en matériel. De nombreux diagrammes ont montré en effet que ces préposés laissent souvent des portes ouvertes, parfois même pendant tout un poste.

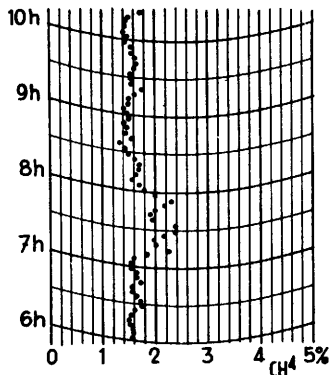


Fig. 19. — Influence de l'ouverture de portes séparatrices d'aérage sur la teneur en grisou.

56. Remise en marche des installations après un déclenchement général du réseau électrique.

À la suite des observations et des mesures faites dans une mine du Limbourg belge, il a paru logique de procéder de la manière suivante pour la remise en marche des installations après un déclenchement général du réseau électrique de la mine :

- 1) remettre en marche le captage de façon que le grisou des couches voisines de la couche en exploitation cesse de migrer vers les vieux travaux et la galerie de retour d'air et soit aspiré dans la colonne de captage;
- 2) remettre en marche le ventilateur principal de surface mais pas immédiatement les ventilateurs auxiliaires souterrains de façon que l'aérage normal se rétablisse progressivement et que les bouchons de grisou aient le temps de se diluer suffisamment;
- 3) après un certain temps (1/4 h), lorsque le risque du passage de bouchons de grisou par les ventilateurs auxiliaires a disparu, remettre ceux-ci en marche;
- 4) après le contrôle de la teneur en grisou, remettre les autres installations électriques en service.

6. CAPTAGE DU GRISOU

61. Règles générales pour réaliser le captage du grisou.

Le captage du grisou est, comme chacun le sait, un moyen extrêmement efficace de lutte contre le grisou. Dans de mauvaises conditions, le captage

permet de drainer 30 % du gaz total dégagé par l'exploitation. Si les circonstances locales s'y prêtent et si le captage est très soigné, on peut récupérer de 50 à 70 % du grisou dégagé et même davantage. De manière explicite, cela signifie que, dans certains cas, on peut capter presque tout le grisou supplémentaire. Au point de vue de la sécurité, c'est extrêmement important puisque de très grands volumes de grisou sont écartés du courant d'air et que, par conséquent, le risque d'apparition de teneurs élevées de méthane dans l'air est considérablement amoindri. Par ailleurs, capter 30 % du grisou total équivaut à relever la teneur limite en tête de taille de 1 à 1,4 % et, si l'on capte 65 % du grisou total, cela équivaut à faire passer la limite précédente à 2,9 %. Les facilités qui en découlent pour la marche régulière d'une exploitation intensive et l'avantage qui en résulte pour la rentabilité sont énormes. En outre, le grisou capté peut être valorisé et c'est là une source de profit supplémentaire à ne pas négliger, bien que le but essentiel du captage soit évidemment l'augmentation de la sécurité par l'assainissement de l'air des chantiers.

Lorsque l'on prévoit de faire du captage de grisou, il faut avant tout examiner la coupe stratigraphique autour de la veine exploitée. La connaissance, même sommaire, des concentrations en grisou des couches et les méthodes de prévision du dégagement de grisou, même provisoires, permettent de se faire une idée de la répartition du dégagement de grisou entre toit, mur et veines satellites immédiates et d'estimer les quantités captables. Cette répartition orientera le choix des moyens de captage, visant à capter le maximum de ce qui est captable. Par exemple, si une proportion importante du gaz vient du mur, il faudra s'efforcer de créer des exutoires en mur. S'il y a beaucoup de charbon à proximité immédiate de la veine exploitée, les chambres au remblai seront envisagées.

Il faut aussi être en mesure d'évacuer le grisou capté ; pour cela, il faut disposer d'extracteurs et d'un réseau de captage appropriés.

La qualité première d'une installation de captage est l'étanchéité aux entrées d'air. En taille avançante, il faut prévoir de tuber les sondages sur de grandes longueurs. En taille rabattante, l'étanchéité semble s'améliorer à mesure que la taille s'éloigne du sondage. En taille rabattante comme en taille avançante, l'étanchéité du tubage des sondages de captage est meilleure si l'on procède au contrôle du toit dans l'arrière-taille par remblayage plutôt que par foudroyage. Les sondages partant de galeries peu affectées par les mouvements de terrains dus à l'exploitation sont particulièrement étanches.

62. Techniques de captage.

Les principales techniques de captage sont les suivantes :

- 1) les sondages à partir des voies de chantiers et/ou de galeries voisines (sondages montants et descendants) (fig. 20);
- 2) les chambres au remblai (Röschen) (fig. 21);
- 3) les galeries de dégazage (méthode d'Hirschbach) (fig. 22).

Ces diverses techniques ont déjà été décrites de nombreuses fois. Au cours des dernières années, on a cherché à accroître le rendement de ces techniques individuelles ou à les combiner de la manière la plus judicieuse.

Nous ne pouvons relater les nombreux essais, très fructueux, qui ont eu lieu un peu partout. Cependant un cas mérite d'être signalé. C'est celui du captage dans les tailles rabattantes à remblayage pneumatique. Les essais qui ont eu lieu dans les Houillères

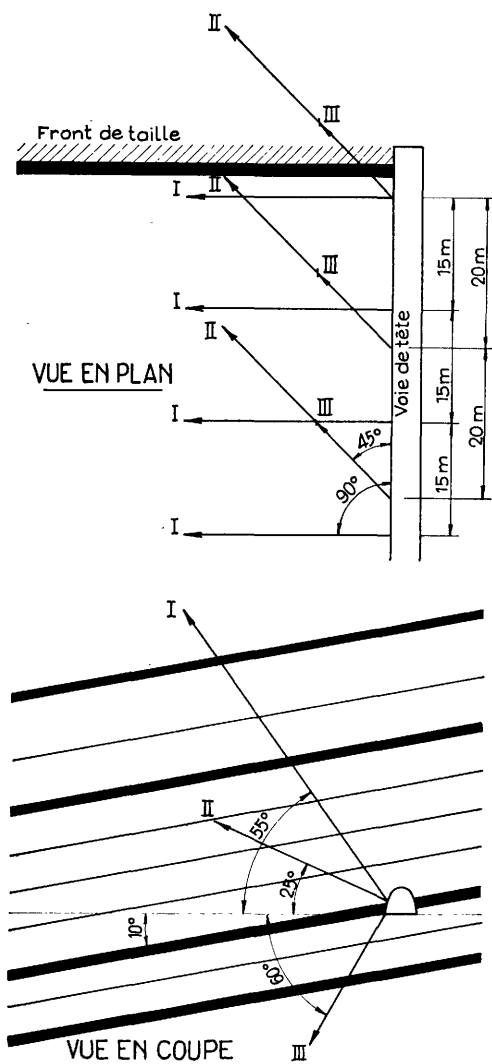


Fig. 20. — Captage de grisou par sondages à partir d'une voie de retour d'air.

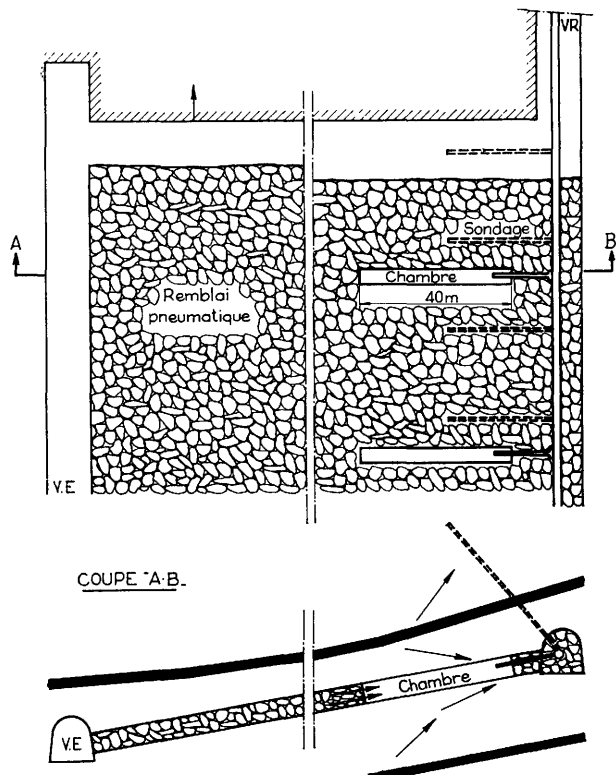


Fig. 21. — Captage de grisou par chambres au remblai (Röschen).

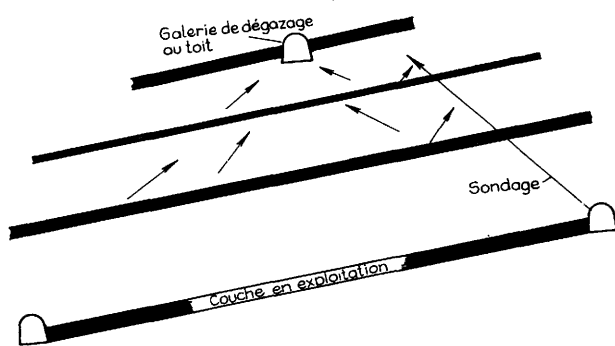


Fig. 22. — Captage de grisou par galerie de dégazage (méthode d'Hirschbach).

du Bassin de Lorraine et dans les mines sarroises apportent une solution au problème du captage dans les tailles rabattantes, du moins si elles sont remblayées pneumatiquement.

En Lorraine, ce captage a été réalisé à l'aide de sondages et de chambres au remblai (fig. 23). Les sondages sont forés *en arrière* du front de taille, contre le remblai. Cette manière de faire impose une exécution très rapide du sondage, puisqu'on dispose au plus d'une journée. L'utilisation de marteaux « Saut du Tarn » a permis leur réalisation dans les délais impartis. Les sondages parallèles au front ont une inclinaison de 50 à 60° sur la veine. Ils ont une cinquantaine de mètres de longueur et 85 mm de diamètre.

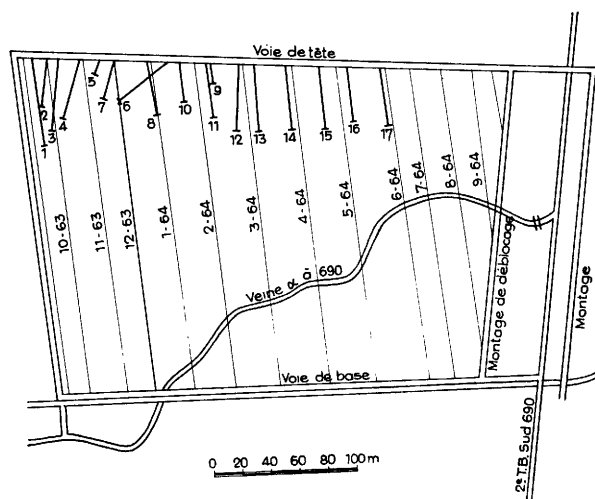


Fig. 23. — Captage de grisou en taille rabattante remblayée pneumatiquement.

Chaque trou est raccordé *individuellement* à la tuyauterie mère, ce qui permet de régler la dépression sur chacun et de les injecter après mise hors service. Les conduites ont 100 mm de diamètre et restent noyées dans le remblai.

Les chambres ménagées dans le remblai (4) sont raccordées à une conduite unique (Ø 150 mm).

Pour une taille, il y a 4 à 5 sondages en activité, espacés de 20 à 25 m, c'est-à-dire qu'on les met hors service lorsqu'ils sont à une centaine de mètres du front, même s'ils donnent encore 200 m³/h de méthane. Le prix de revient des tuyauteries perdues est de l'ordre de 0,10 à 0,20 FF/t suivant les chantiers.

Dans l'une des tailles ainsi traitées, la répartition des débits de grisou entre les différents exutoires a été, en moyenne, la suivante (fig. 23) :

Aérage	35 %
Sondages	40 %
Chambres au remblai	16 %
Voie au mur	9 %

Dans cette taille, alors que le captage par sondages et chambres drainait environ 50 % du gaz total, on l'a fermé pendant quelques heures. La teneur en méthane dans le retour d'air est passée, en une demi-heure, de 0,8 à 1,6 %, puis s'est maintenue en palier. On peut affirmer, dans la limite de précision des mesures, que tout le gaz qui sortait auparavant par les sondages et les chambres s'est retrouvé rapidement dans l'aérage.

Dans ce chantier, le captage a permis de réaliser une production de 1000-1100 t nettes/jour, avec un débit spécifique de grisou de 33 m³/t (par jour ouvré).

(4) Ces chambres ne sont pas représentées sur la figure 23.

Jusqu'à présent, nous avons seulement parlé du captage du grisou des couches voisines de la couche exploitée. On peut se demander s'il ne serait pas aussi possible de capter une partie du grisou de la couche en exploitation qui, lui, se dégage dans le courant d'air. Dans de nombreux cas, le dégagement de la couche en exploitation est toutefois beaucoup moins important que le dégagement supplémentaire provenant des couches voisines. On connaît cependant des chantiers où le grisou supplémentaire est presque complètement capté et où il subsiste de grandes difficultés dues au dégagement de grisou fondamental. Le problème devient alors celui du traitement de la couche en exploitation.

En Autriche (Fohnsdorf), on a réussi à capter le grisou de la couche en exploitation, dans des tailles rabattantes, à l'aide de sondages horizontaux qui précèdent le front de taille.

Des essais de captage du grisou de la couche exploitée, pendant l'exploitation elle-même, ont déjà eu lieu en Grande-Bretagne, mais au prix de très grandes complications : difficultés pour rendre les sondages étanches — déplacement des tuyauteries avant le passage de la machine d'abattage, etc... Il semble actuellement qu'il faille plutôt envisager le prédégazage des couches; c'est un autre problème qui sera traité ultérieurement.

63. Autres caractéristiques nouvelles de la technique de captage.

Nous parlerons maintenant de certaines mesures ou de certains essais qui ont été faits dans le but d'obtenir le meilleur rendement possible du captage. Il s'agit de la localisation des principales sources de grisou dans les sondages — du choix de l'implantation des sondages en zone influencée ou vierge — du choix de la dépression à appliquer sur les sondages — de l'obtention d'un débit maximum de grisou à haute teneur en méthane — du contrôle (éventuellement automatique) du captage — de l'étanchéification des parements d'une galerie en vue de l'enrichissement en méthane du grisou capté.

Localisation des sources de grisou.

La localisation des sources de grisou — dont les débits individuels peuvent d'ailleurs se répartir éventuellement de manière différente en zone vierge et en zone détendue ou dans la zone située en avant et en arrière de la taille — est importante, car si l'on connaît de manière précise les points d'où provient le grisou, et l'influence de la longueur et de l'inclinaison des sondages sur les débits de ces sources, on pourra adopter la meilleure longueur et la meilleure inclinaison possible pour les sondages de captage.

Des essais de localisation des sources de grisou dans les sondages ont été effectués dans le bassin de la Sarre, en terrains vierges; ils sont basés sur des

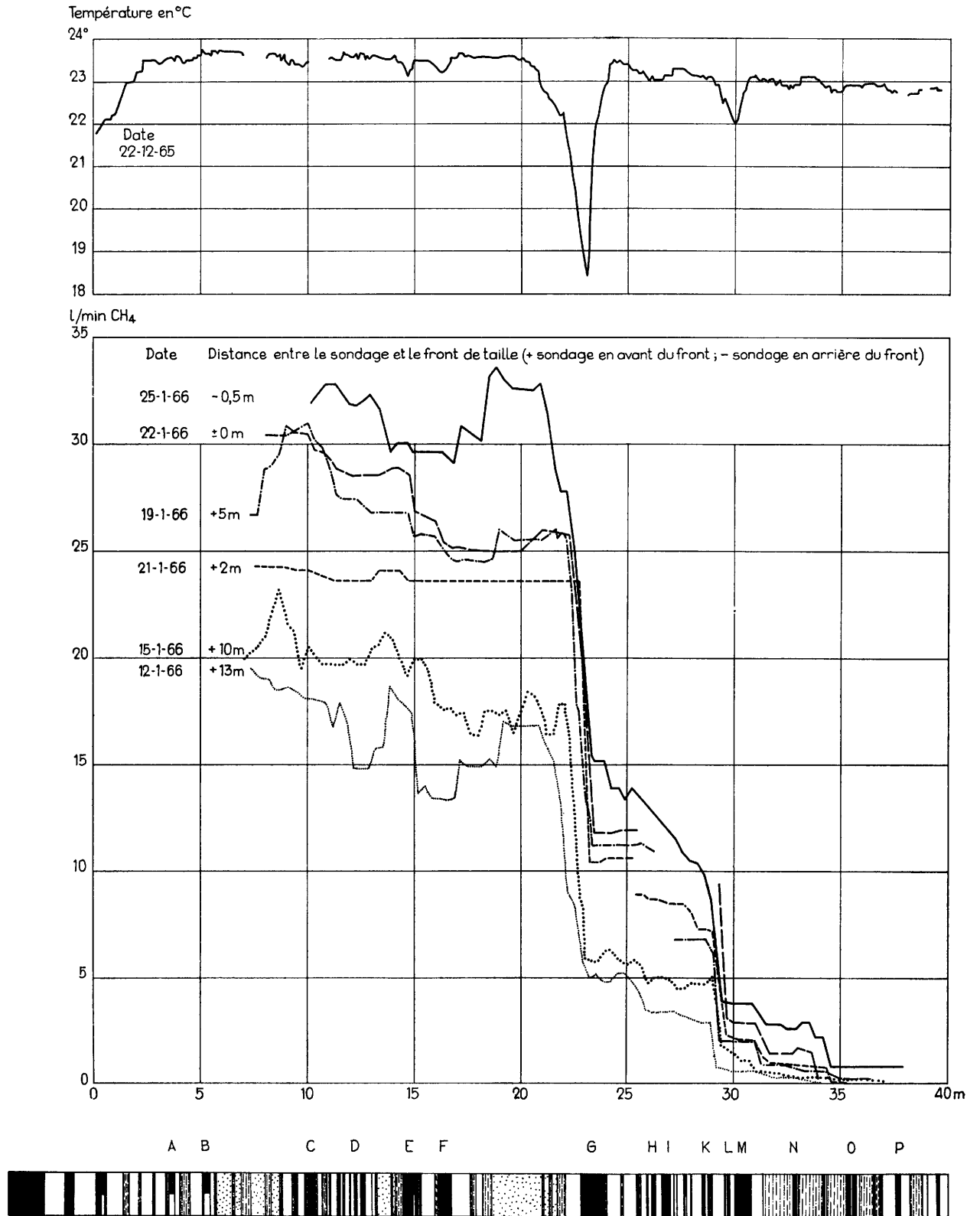


Fig. 24. — Mesures de température, mesures de débits de méthane et coupe stratigraphique d'un sondage.

mesures de teneurs et de débits de CH_4 tout le long des sondages ou sur des mesures de température également tout le long des sondages. Ces mesures servent à étudier les lois de l'écoulement du gaz à l'intérieur et à l'extérieur de la zone d'influence d'une taille et à choisir en conséquence les moyens les plus efficaces de dégazage des terrains.

Des augmentations brusques de la teneur et du débit de méthane à certains endroits du sondage sont dues aux sources locales de gaz. Par ailleurs, les régions limitées d'un sondage où la température est anormalement faible, correspondent aux niveaux productifs de gaz. En effet, au droit des sources de grisou, le gaz initialement sous pression élevée refroidit plus ou moins fort à la suite d'une détente adiabatique. Les résultats des mesures de teneur — débit de CH_4 et de température sont comparés à la coupe stratigraphique du sondage.

A titre d'exemple, la figure 24 montre certains résultats obtenus.

La courbe supérieure (courbe de température) montre une forte chute de température au droit de la couche G et une autre chute, moins forte, au droit de la couche M.

Sur la partie centrale de la figure, on a représenté les débits de CH_4 en fonction de la profondeur du sondage. Les diverses courbes se succèdent dans le temps du bas vers le haut et, sur chacune d'elles, on a indiqué la date et la position du sondage par rapport au front de taille (taille rabattante). Le gaz provient principalement des deux couches G et M. Ces deux couches livrent 80 % du débit total de méthane, bien que leur puissance cumulée par rapport à la puissance totale de charbon traversé par le sondage soit sensiblement plus faible (45 %).

Ce sont donc, dans ce cas, les couches de charbon et principalement les couches épaisses qui livrent le plus de grisou. A mesure du rapprochement du front de taille (taille rabattante), le débit de méthane augmente lentement, sans que le rapport des débits qui s'écoulent des différentes sources ne varie de manière importante.

Implantation des sondages.

A. — *En toit.* — Les mesures évoquées ci-dessus et d'autres mesures effectuées simultanément (pression gazeuse dans les sondages, etc...) ont montré en outre que, dans le cas des tailles rabattantes, les sondages forés en avant du front ne livrent que peu de grisou même si l'on augmente la dépression sur le sondage. Le débit se met à augmenter lorsque la distance entre le front et le sondage n'est plus que de 5 m environ et, à partir de ce moment, il est fonction de la dépression. Cela confirme que seuls les sondages forés dans la zone détendue par la taille livrent du grisou et que c'est donc bien la détente et

la fissuration des couches et des terrains qui provoquent le dégagement de grisou. Le captage du grisou au toit de la veine exploitée peut d'ailleurs être plus important dans une taille foudroyée que dans une taille remblayée parce que le foudroyage provoque des mouvements de terrains plus intenses et plus rapides que le remblayage.

Dans une mine du Limbourg belge, on a étudié le problème de l'entredistance des sondages de captage dans une taille avançante. La distance optimale entre les sondages était dans ce cas de 15 m. Il était important que le dernier sondage actif ne soit pas trop éloigné du front de taille (20 à 25 m maximum) pour éviter la présence de nappes de grisou au toit ou d'accumulations de grisou le long du foudroyage dans la voie de retour d'air, entre la taille et le dernier sondage en activité.

Lorsque l'on fixe la distance entre les sondages, il faut veiller non seulement à capter le plus grand volume de grisou possible mais à capter le grisou très près du front. On remarque cependant parfois que les trous forés très près du front mettent un certain temps à « s'éveiller ». Il paraît donc indiqué de les implanter à 10 ou 12 m en arrière du front; ils devraient alors débiter immédiatement et ils seraient exécutés dans de meilleures conditions, leur tubage étant soustrait à une grande partie des mouvements de terrains.

La durée d'activité de sondages seulement distants de 15 m ne fut que de 30 à 40 jours. On devait fermer les sondages à 60 - 70 m en arrière de la taille. Cette durée est beaucoup plus courte que dans les bassins du Sud de la Belgique où la période d'activité d'un sondage est couramment de 3 à 5 mois. Cela est partiellement dû à la nature des épontes plus tendres et plus plastiques où les fissures se referment rapidement après le passage de l'exploitation. En outre, comme les sondages sont très proches, il y a des interactions entre eux (fig. 25); la mise en service d'un nouveau sondage fait automatiquement baisser la production de grisou des sondages précédents et, pratiquement, un sondage sur trois seulement a livré des volumes importants de grisou.

On pourrait envisager de forer alternativement des sondages courts et des sondages longs. Les sondages courts ne seraient maintenus en activité que le temps nécessaire à assainir l'air le long de l'arrière-taille. Seuls, les longs sondages seraient maintenus en activité normale plus longtemps et étant espacés de 30 m, comme les interactions seraient vraisemblablement moins intenses, leur vie serait allongée. L'organisation du forage des sondages serait ainsi simplifiée et les coûts seraient réduits.

B. — *En mur.* — Dans une autre taille de la même mine, l'adjonction de sondages descendants aux sondages montants habituels a permis d'augmenter

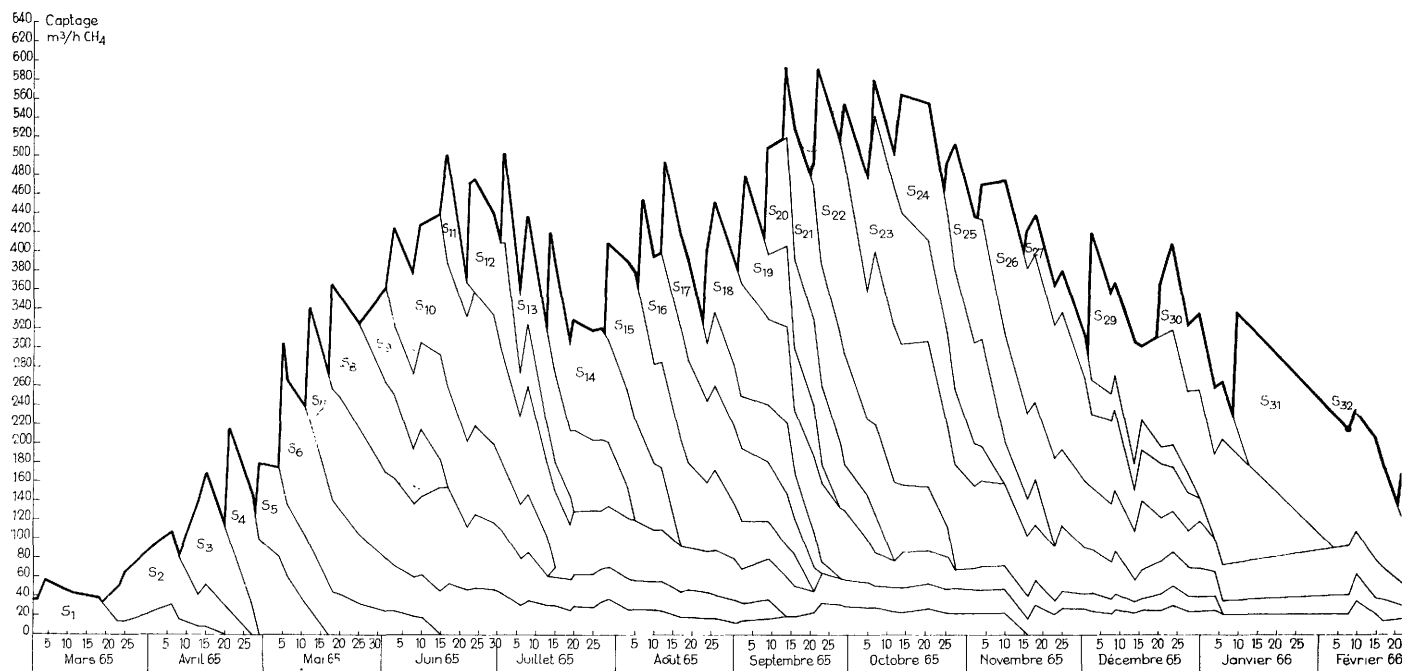


Fig. 25. — Répartition des débits entre les différents sondages de captage de la voie de retour d'air d'une taille avancante.

le volume de grisou capté de 25 % (fig. 26). Avant l'introduction des sondages descendants, le dégagement de grisou important au mur de la voie de retour d'air rendait difficile le respect de la teneur limite réglementaire. Par après, cette difficulté a disparu.

De manière générale, si les progrès possibles sont limités à l'avenir du côté des sondages en toit, il

semble que de grands progrès puissent encore être réalisés, dans de nombreux cas, par une implantation judicieuse de sondages en mur. Certains essais effectués récemment en Lorraine sont extrêmement encourageants (fig. 27).

A partir de la voie de retour d'air d'une taille, en plus des sondages montants, on avait foré des sondages descendants, sans grand succès, parce que ces

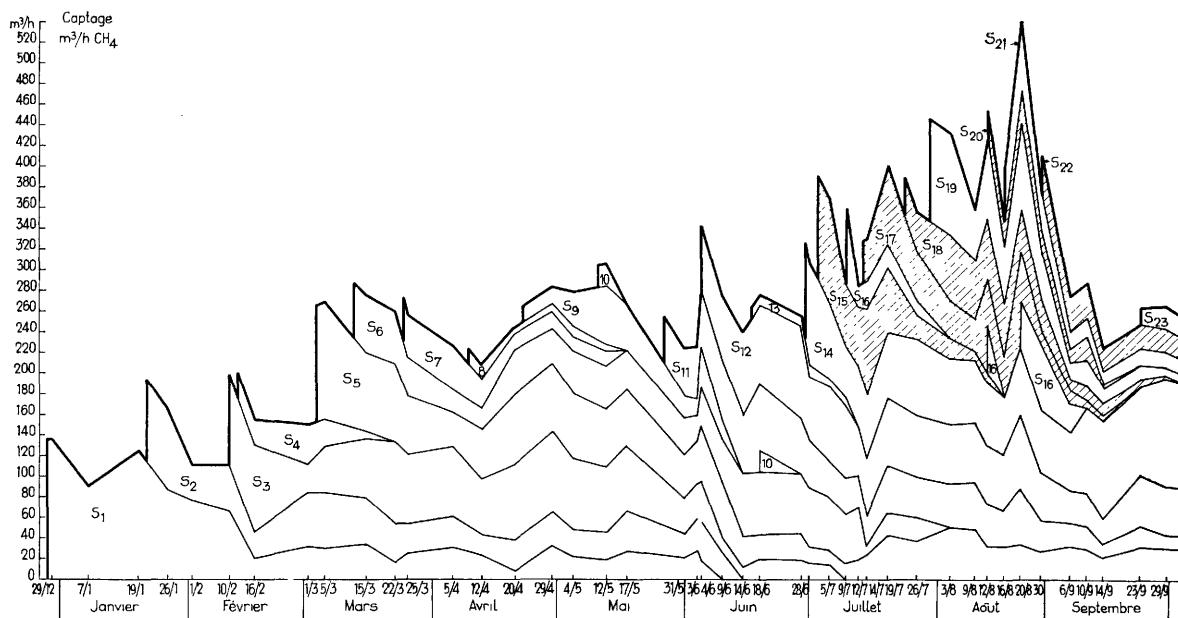


Fig. 26. — Augmentation de l'efficacité du captage grâce à l'introduction de sondages descendants.

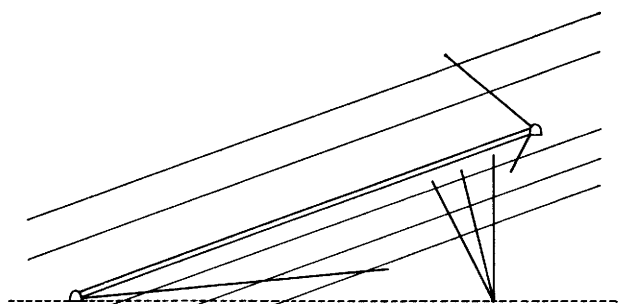


Fig. 27. — Captage de grisou par sondages au mur forés à partir de la voie de base.

sondages se remplissaient d'eau. Des sondages montants ont alors été forés à partir du bouveau d'entrée d'air, vers les couches situées au mur de la veine exploitée (gamma 18); mais à nouveau le succès a été limité parce que les sondages se sont appauvris à mesure que le chantier s'éloignait du bouveau.

On a alors entrepris des sondages montants, peu inclinés, à partir de la voie d'entrée d'air et recoupant les diverses couches situées au mur de la veine exploitée. Ces sondages qui ne se remplissent pas d'eau, ont capté 50 % du débit total de grisou capté, soit le tiers du dégagement total de grisou.

On a pu ainsi exploiter sans difficultés une couche épaisse, dans un faisceau grisouteux — dégagement spécifique total de grisou = $60 \text{ m}^3/\text{t}$ — par une taille de 400 m de longueur produisant 2000 t/jour.

Ce procédé nécessite l'installation d'une conduite de captage dans la voie d'entrée d'air de la taille. Comme une telle conduite est le plus généralement mise en dépression, il y a extrêmement peu de risque que du grisou à haute teneur en méthane se répande dans la galerie, même en cas d'arrêt du captage.

Choix de la dépression et obtention d'un débit maximum de grisou à haute teneur en méthane.

Les courbes caractéristiques débit-dépression d'un sondage (fig. 28) montrent qu'il ne faut pas augmenter inconsidérément la dépression. En effet, on gagne peu de débit de méthane pur, tout en faisant tomber la teneur.

Le problème du captage de grisou riche (à 80 % de CH_4) doit réaliser simultanément deux conditions apparemment contradictoires : l'assainissement convenable des chantiers par extraction d'un débit maximum de méthane et le respect de la teneur en méthane minimum du grisou capté. Pour obtenir un grisou riche, il faut donner une inclinaison convenable aux sondages et, en général, une grande longueur; il faut les tuber sur une grande longueur, enfin limiter le nombre de sondages au strict minimum

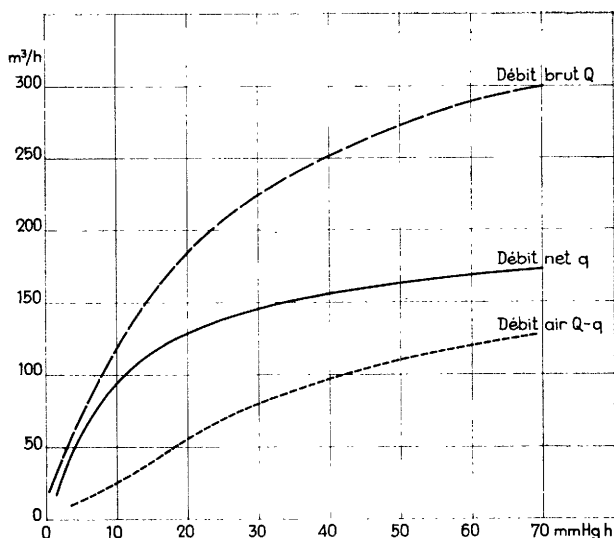


Fig. 28. — Courbe caractéristique débit-dépression d'un sondage.

Il paraît utile de rappeler aussi les essais antérieurs d'un charbonnage de Charleroi, qui consistaient à sceller progressivement le tubage sur une longueur croissante. La technique est particulièrement avantageuse lorsque deux couches grisouteuses ont été recoupées à faible distance de l'orifice du trou. Le scellement progressif du tubage sur une longueur croissante est fait à mesure de l'épuisement des sources de grisou constituées par les veines successivement recoupées par le sondage.

Contrôle du captage.

Le contrôle des installations de captage par des moyens appropriés et si possible, automatiques, est essentiel dans les chantiers où l'on pratique le captage, sinon la sécurité dans ces chantiers peut devenir aléatoire. Il faut veiller à assurer la régularité et la stabilité du captage comme on veille à assurer celles de l'aéragé.

Le contrôle du captage par la mesure de divers paramètres, dont le débit et la teneur en méthane du grisou capté sont les plus importants, est essentiel à la progression des techniques.

La mesure correcte des teneurs élevées en méthane pose encore des problèmes. A côté des appareils de mesure existants, le Cerchar met à l'essai une tête de détection pour hautes teneurs de CH_4 , adaptable à l'installation d'un central de télégrisoumétrie. Dans le bassin de la Ruhr, des essais sont en cours pour utiliser les appareils Unor pour la mesure des hautes teneurs en méthane dans les conduites de captage. Par ailleurs, les essais du méthanomètre acoustique du M.R.E. seront entrepris; ce dernier appareil permet déjà, en Grande-Bretagne, une automatisation partielle du contrôle du captage de grisou.

Étanchéification des parements d'une galerie.

Dans une mine belge, pour améliorer le captage par sondages dans la voie de retour d'air d'une taille avançante, on a projeté de la mousse d'uréthane sur les parois de la galerie. La mousse d'uréthane colmate les fissures et empêche les rentrées d'air dans les sondages. La teneur en méthane du grisou capté est ainsi passée de 60 à 95 % et la teneur dans le courant d'air reste inférieure à 1,5 %.

Dans la Sarre, au cours des dernières années, on a effectué de nombreux essais en vue d'étanchéifier la voie de tête d'une taille avançante, le long des vieux travaux. Le long de la galerie, dans les vieux travaux, on a construit une dame de remblai en mousse (Isoschaum), d'environ 1 m de largeur. On devait éviter ainsi la formation de courants de fuite dans les couches sujettes à combustion spontanée. Si cette dame de mousse n'est pas réalisée de manière étanche sur toute la longueur de la galerie, le risque existe que du grisou se dégage. Il est donc judicieux d'installer des tuyauteries à travers la dame de mousse, à des distances déterminées, et de les raccorder à la conduite de captage de grisou. Grâce à l'étanchéification des parois des voies de chantiers, on peut ainsi obtenir une amélioration de la teneur en méthane du grisou capté par les sondages en toit.

Dans le bassin tchécoslovaque d'Ostrava-Karvina, on a fait des essais analogues pour capter le grisou de sources qui débitent dans les travaux préparatoires au rocher. Là, les parois de la galerie sont recouvertes d'une feuille en matière plastique et on capte le grisou par des sondages derrière ce revêtement.

Il faut bien remarquer que ces techniques d'étanchéification des parois n'ont de sens que si l'on capte le grisou, sinon le grisou longe la paroi externe du revêtement et se dégage à l'endroit où le revêtement est interrompu.

64. Résultats du captage.

Le captage du grisou a permis de ramener la teneur en méthane des retours d'air, même dans les mines très grisouteuses, à un niveau satisfaisant les exigences les plus strictes de la sécurité. Par ailleurs, il a permis d'augmenter, dans les conditions les plus sûres, la rentabilité des chantiers. Il a même rendu possible l'exploitation de certains faisceaux de couches très grisouteuses qui ne l'était que très difficilement auparavant.

Indépendamment de cet avantage social et humain et de l'incidence heureuse du captage sur les conditions d'exploitation, le grisou capté constitue une source de profit pour les mines. Son champ d'utilisation est varié et très étendu. Pour mémoire, rappelons que le grisou peut être utilisé sur place, dans les chaudières de la mine et dans les fours de séchage des ateliers de préparation mécanique. Si les sièges sont interconnectés par une canalisation collectrice et livrent le grisou à une société gazière, grâce à une

régularisation possible du débit et de la qualité du gaz, l'utilisation industrielle est facilitée et le champ d'application devient alors beaucoup plus étendu.

Le tableau I et la figure 29 montrent l'évolution du volume de grisou capté et valorisé dans les pays de la Communauté. De 1949 à 1956, on a vu une croissance extrêmement rapide du volume de grisou capté et valorisé. En 1956, on a capté 540 M de m³ de méthane pur et on en a valorisé 400 M (soit près de 75 %). Le ralentissement observé de 1957 à 1960 est d'origine économique en relation avec l'arrêt de sièges d'extraction particulièrement grisouteux. A partir de 1961, on note une nouvelle augmentation rapide des résultats, ce qui prouve que les techniques de captage ont encore été améliorées. En 1965, on a capté 805 M de m³ de méthane pur et on en a valorisé 508 M (soit près de 65 %). De 1943 à 1965,

on a capté au total

7343 millions de m³ de méthane pur

et on a valorisé

4860 millions de m³ (soit 66 %)

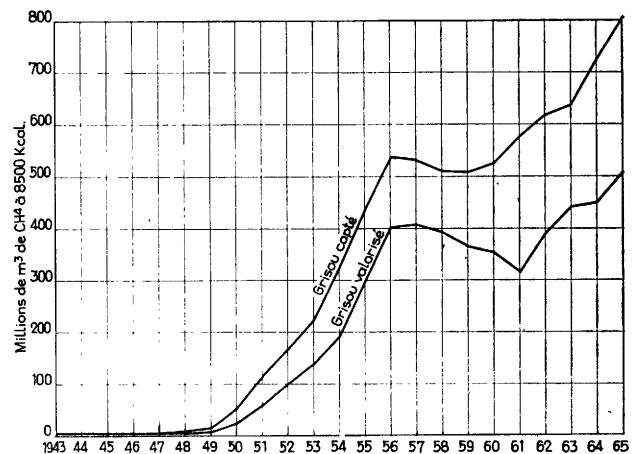


Fig. 29. — Grisou capté et valorisé dans les pays de la CECA.

7. PREDEGAZAGE DU MASSIF

71. Généralités.

Nous avons dit que le captage du grisou de la couche exploitée, au cours de l'exploitation, ne paraissait pas possible, du moins de manière commode. Plutôt que de chercher à « dégazer » la couche en exploitation, il faut penser à la « prédégazer ».

Le prédégazage d'une couche peut se faire par des méthodes déjà connues : l'exploitation égide d'une couche voisine moins grisouteuse — l'exploitation en premier lieu de la couche supérieure d'un faisceau (ordre d'exploitation descendant) — le captage par sondages ou par galeries de dégazage, à condition toutefois que la couche à prédégazer se

Tableau 1. — GRISOU CAPTE ET VALORISE DANS LES PAYS DE LA CECA

en millions de m³ à 8500 kcal, à 0° C et 760 mm Hg.

ANNEE		Allemagne y compris la Sarre	Belgique	France	Pays-Bas	TOTAL
1943 à 1946	capté	4,5 par an				4,5 par an
	valorisé	4,5 par an				4,5 par an
1947	capté	5,0				5,0
	valorisé	5,0				5,0
1948	capté	6,5				6,5
	valorisé	5,0				5,0
1949	capté	15,5	0,5			16,0
	valorisé	6,5	0,5			7,0
1950	capté	36,0	17,0			53,0
	valorisé	10,0	13,5			23,5
1951	capté	59,5	36,0	20,0		115,5
	valorisé	29,0	28,0	—		57,0
1952	capté	84,5	56,0	26,0	1,0	167,5
	valorisé	54,0	45,0	—	—	99,0
1953	capté	125,0	62,0	31,5	4,0	222,5
	valorisé	81,0	55,5	—	—	136,5
1954	capté	226,5	64,0	33,0	5,0	328,5
	valorisé	124,0	56,0	10,0	—	190,0
1955	capté	297,0	85,0	46,0	8,5	436,5
	valorisé	187,0	77,0	27,5	5,0	296,5
1956	capté	356,8	97,9	71,0	12,0	537,7
	valorisé	259,8	90,0	42,2	9,7	401,7
1957	capté	335,4	106,9	76,8	11,7	530,8
	valorisé	244,8	101,1	50,0	11,0	406,9
1958	capté	312,7	103,2	80,6	12,9	509,4
	valorisé	225,7	97,9	56,8	12,9	393,3
1959	capté	322,8	93,0	79,3	12,7	507,8
	valorisé	218,6	85,5	48,0	11,9	364,0
1960	capté	342,0	75,9	88,7	17,5	524,1
	valorisé	210,0	69,9	57,5	16,4	353,8
1961	capté	400,4	77,4	81,2	19,5	578,5
	valorisé	206,3	68,4	22,2	19,1	316,0
1962	capté	410,8	75,8	105,7	24,9	617,2
	valorisé	239,0	71,6	55,3	24,2	390,1
1963	capté	422,6	73,1	115,5	27,3	638,5
	valorisé	266,7	69,3	78,0	25,1	439,1
1964	capté	520,1	69,8	109,9	26,1	725,9
	valorisé	287,3	66,3	71,8	24,3	449,7
1965	capté	563,2	82,5	120,9	37,7	804,3
	valorisé	314,4	78,9	79,3	35,2	507,8
Total	capté	4860,3	1176,0	1086,1	220,8	7343,2
	valorisé	2992,1	1074,4	598,6	194,8	4859,9

trouve dans une zone détendue, c'est-à-dire, soit soumise à l'influence d'une exploitation voisine. L'un de ces procédés ou une combinaison judicieuse de certains d'entre eux sont susceptibles d'apporter les meilleurs résultats.

Tous ces moyens reposent sur l'idée que l'on peut aspirer le grisou mis en dépression dans le réservoir où il se trouve. Naturellement, on a pensé aussi au procédé inverse qui consisterait à chasser le grisou en le poussant sous l'action d'un fluide sous pres-

sion et notamment par l'injection d'eau sous pression et à grande distance.

72. Le déplacement du grisou par l'eau.

L'efficacité d'une méthode basée sur l'humidification du massif de charbon dépend forcément de l'influence de l'eau sur la migration du grisou. On a étudié le mécanisme de l'action de l'eau; des expériences ont été faites en laboratoire et des essais dans la mine. Les résultats obtenus sont parfois contradictoires, du moins en apparence.

L'étude de la liaison gaz-charbon a montré que l'humidité diminue la capacité d'adsorption du méthane par le charbon; le rapport des capacités d'adsorption d'un même charbon humide et sec vaut :

$$\frac{1}{1 + 0,31 H}$$

où H est l'humidité exprimée en pourcents.

La capacité d'adsorption d'un charbon naturellement humide sera donc inférieure à celle d'un charbon sec.

Par ailleurs, on a observé que la vitesse de désorption du grisou était plus faible pour un charbon humide que pour un charbon sec. L'humidification du charbon freine donc le processus de « désorption » du grisou. Les essais d'injection d'eau, dans la Sarre, ont aussi montré que la vitesse de dégagement du gaz est amoindrie par l'injection d'eau sous pression dans le charbon.

M. Paul a déjà parlé des lois de la fixation et de la circulation des gaz dans le charbon.

D'une étude détaillée de la circulation du gaz dans le charbon, M. Gunther a tiré les conclusions suivantes :

« Les charbons peuvent pratiquement être considérés comme un milieu très peu perméable drainé par un réseau de fissures. Lorsqu'un morceau de charbon, de l'ordre du centimètre, en équilibre avec du gaz sous pression (par exemple dans une couche vierge), se trouve brutalement mis à l'atmosphère, les fissures se vident instantanément de leur gaz et la matière peu perméable qu'elles délimitent se dégaze lentement. Il y a entre les charbons de très grosses différences dues surtout au fait que les fissures sont plus ou moins nombreuses; mais la perméabilité très faible du charbon lui-même varie peu d'un échantillon à l'autre ».

« Quand on considère non plus un morceau isolé mais une couche de charbon non encore exploitée, la résistance à l'écoulement dans les fissures n'est plus négligeable devant celle du charbon lui-même, mais devient au contraire parfois prépondérante. Cela est dû, d'une part aux dimensions plus grandes qui sont en jeu, d'autre part, au fait que l'ouverture

des fissures se réduit beaucoup dans les couches soumises aux contraintes résultant des pressions de terrains. Ce phénomène a pu être reproduit en laboratoire en mesurant la perméabilité d'un échantillon sous contrainte; on constate que sous la pression régnant normalement au fond, en couche vierge, le charbon est pratiquement imperméable. Par contre dans une couche libérée, au moins partiellement de ces contraintes, une certaine circulation du gaz est possible à travers le réseau de fissures; contrairement à ce qui se passe pour un morceau complètement soustrait au massif, la pression dans les fissures ne se met pas instantanément en équilibre avec celle régnant à l'extérieur. Il se crée un écoulement où la résistance des fissures et la diffusion dans la matière homogène qu'elles enferment jouent chacune leur rôle, la prépondérance allant à l'une ou à l'autre selon les circonstances. »

En ce qui concerne l'influence de l'injection d'eau, M. Gunther ajoute alors ceci :

« On a parfois prétendu que « l'eau chasse le gaz ». L'image que nous avons donnée du déplacement des fluides dans le charbon montre que cet effet ne peut être important : l'eau chemine dans les fissures et ne peut déplacer le gaz fixé par le charbon situé entre les fissures ». (Fin de citation.)

Par conséquent, seul le gaz libre présent dans les fissures peut être déplacé par l'eau. Plus précisément, la seule action possible de l'eau sous pression serait d'accélérer une circulation du gaz rendue déjà possible à travers le réseau de fissures par une détente préalable du massif.

73. Essais de prétéléinfusion d'eau.

Des expériences sarroises ont montré que l'injection du front, avant l'abattage du charbon, réduisait parfois les pointes de dégagement de gaz pendant le poste d'abattage. D'autres essais d'injection à distance n'ont pas favorisé le captage et n'ont pas augmenté non plus notablement le dégagement de grisou dans le courant d'air, ce qui fait dire que l'injection d'eau dans le but de capter davantage de méthane ne pourra connaître aucun succès.

Par contre, dans le cadre d'une recherche effectuée au charbonnage de Houthalen (Limbourg belge), sur l'assainissement de l'atmosphère en taille par prétéléinfusion d'eau, M. Lavallée a fait des essais qui ont nettement montré qu'un prédégazage de la couche à exploiter était possible par ce procédé, à condition toutefois que la couche soit déjà détendue par d'autres exploitations.

L'expérience a prouvé que la prétéléinfusion d'eau sous pression provoque le refoulement d'une certaine quantité de grisou vers certains recoins du panneau. A la suite des premiers essais, M. Lavallée est même arrivé à la conclusion qu'il fallait prévoir un ou plusieurs exutoires pour faciliter la migration

du grisou chassé par l'eau : burquin recoupant la couche, montage en veine, ou éventuellement des sondages forés là où le méthane risque d'être refoulé sous pression élevée (trous d'évacuation ou trous exutoires). Ces trous ne furent cependant jamais le siège de dégagements spectaculaires de grisou. Par contre, dans le retour d'air d'un chantier, l'analyse de l'air a permis de constater qu'avant la prétélé-infusion, le débit de grisou pur était de 0,11 litre/s/berline alors que, pendant la prétéléinfusion, il fut seulement de 0,06 litre/s/berline. Il ne faudrait pas extrapoler ces résultats et prétendre que, dans toute galerie de retour d'air d'une taille prétélé-infusée, la teneur en grisou sera de 50 % inférieure à ce qu'elle eut été sans prétéléinfusion; mais le grisou libéré au cours de l'abattage de la couche traitée sera de 50 % moindre, à cause de la diminution de la vitesse de désorption du grisou à la suite de l'humidification du massif.

Nous tenons encore à insister sur le fait que le prédégazage d'une couche n'est réalisable par la méthode de la prétéléinfusion d'eau qu'à la condition expresse que cette couche soit suffisamment perméable, ce qui n'est possible que par la détente et la fissuration provoquées par l'exploitation antérieure d'une couche voisine.

Dans le cas des gisements à D.I., même si la couche est déjà détendue par une exploitation égide, il se peut que le procédé ne provoque aucune migration de grisou. Un essai l'a montré. La raison de cet échec réside dans la très grande imperméabilité des couches à D.I.

74. Dégazage par dislocation hydraulique de la couche.

Dans le but de réduire le dégagement de grisou de la couche exploitée, les Russes ont appliqué une méthode comparable à celle utilisée dans l'exploitation du gaz de pétrole. Bien que cette méthode n'ait pas encore été appliquée dans les mines de la Communauté, nous pensons qu'il est intéressant de la signaler ici.

La méthode a été utilisée avec succès dans une couche de 8 m d'ouverture du bassin de Karaganda (fig. 30). A partir d'un sondage issu de la surface et qui traverse la couche (sondage tubé et cimenté), on réalise par perforation une cavité de 0,5 m à 3 m de rayon dans la couche, à l'aide d'une perforatrice spéciale (hydroperforatrice).

On descend ensuite des tubes de pompage dans le trou de sonde. On aménage au jour l'orifice du trou de sonde pour introduire un mélange de liquide et de matériau de soutien dans la couche. Par la colonne de tubage on injecte le mélange de liquide et de sable; pour empêcher la chute du sable au fond du trou de sonde, on injecte par les tubes de pompage du liquide pur pour créer un courant ascen-

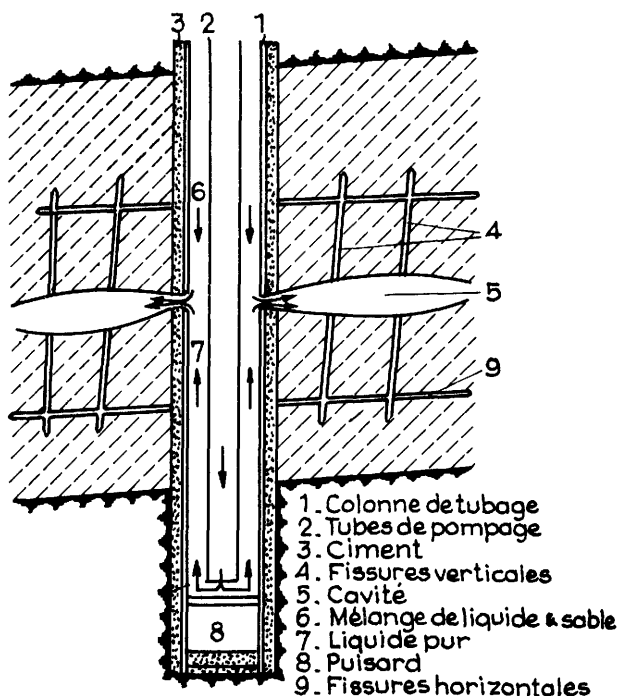


Fig. 30. — Dégazage par dislocation hydraulique de la couche.

nant. Le liquide introduit sous pression dans la couche ouvre, élargit et réunit les fissures naturelles qui sont maintenues ouvertes par le sable transporté par le liquide.

Le gaz filtre à travers les fissures formées, il afflue dans le trou de sonde et est évacué au jour grâce à une station de captage sur laquelle on a branché le sondage.

Ces essais ont été effectués dans la couche à partir de 4 trous de sonde munis de colonnes de diamètre intérieur égal à 152 mm. La profondeur de la couche était comprise entre 335 et 350 m.

On a capté par cette méthode plus de 2 M m³ de grisou en deux ans par les 4 trous de sonde. Ce résultat remarquable a été obtenu dans des conditions spéciales. La couche dégazée par cette méthode avait une très grande perméabilité (environ 100 millidarcys), et le rayon d'action d'un sondage était de l'ordre de 300 m.

Une expérience analogue a été tentée dans une veine mince du Bassin du Donetz et n'a donné aucun résultat parce que la perméabilité de la couche était trop faible, de l'ordre de 1/10 de millidarcy. De ce fait, malgré la perforation de la couche, le rayon d'action du sondage était de 3 à 5 m d'après les estimations.

Cette méthode ne peut donc être généralisée. Les moyens utilisés ne permettent pas de modifier la perméabilité de la couche dans un grand rayon.

La littérature soviétique a aussi signalé que des trous de sonde étaient parfois forés depuis la surface

avant le passage de la taille en vue de faire du captage. Suivant la perméabilité de la couche, ces trous donnent parfois du grisou avant le passage de la taille et toujours après le passage de la taille.

8. TRAITEMENT DES COUCHES A DÉGAGEMENTS INSTANTANÉS

81. Développement de la prévention par sondages de détente.

L'exploitation des couches à D.I. pose des problèmes particuliers. La recherche de moyens de prévention appropriés a été orientée dès le début sur l'obtention et la mise au point d'une méthode efficace permettant l'exploitation des couches à D.I. sans recourir systématiquement au tir d'ébranlement et permettant d'éviter, si possible, tous les D.I.

En 1963, M. Stassen a décrit la technique principalement étudiée et appliquée dans ce but, c'est-à-dire la technique des gros trous de détente. Ce procédé est basé sur le forage de réseaux de sondages de grand diamètre (115 à 140 mm) et de grande longueur (15 à 20 m).

La détente du massif par les sondages de grand diamètre résulte de l'enlèvement d'un certain volume de charbon hors de la couche; cette détente se manifeste par des coups dans le massif — le fluage de la couche — les projections de charbon et de gaz par le sondage — le rapprochement des épontes. D'autre part, les sondages provoquent sans nul doute un dégazage partiel de la couche.

L'application de la technique au front de taille s'est considérablement développée (fig. 31).

En Belgique, une dizaine de tailles ont déjà été traitées par ce procédé, dont plusieurs ont pu être mécanisées.

Dans le bassin des Cévennes, en France, pour ne citer que le cas de la couche VI du secteur Nord, entre 1962 et 1965, 350.000 m² de tailles (400.000 tonnes) ont été traitées par gros trous et dépilées au rabot, avec un rendement quartier de 3200 à 3500 kg (contre 2500 à 2600 kg normalement obtenus dans les conditions traditionnelles).

Au cours des dernières années, on a amélioré la technique de forage (forage humide) et les schémas de forage. Dans la plupart des applications, on a mis en œuvre de nombreux moyens de mesures très divers pour améliorer la sécurité des travaux en essayant de localiser à l'avance les zones les plus dangereuses et de contrôler l'efficacité des sondages de détente.

Dans certaines couches, l'observation des « réactions » des trous (importantes seulement dans les zones susceptibles) et la mise en évidence d'indices de susceptibilité ont conduit à généraliser le rabo-

tage sous la seule protection de *gros trous* de reconnaissance dont l'absence de réactions permet de considérer le gisement comme non susceptible : dans le bassin des Cévennes, une superficie de tailles de 80.000 m² (160.000 t) a pu ainsi être dépilée avec un rendement quartier de 4300 kg.

82. Résultats acquis.

Les résultats principaux obtenus en France et en Belgique grâce au procédé des sondages de détente sont les suivants :

Tailles. — Les sondages de détentes provoquent une détente et un dégazage important du massif avant le poste d'abattage. Le résultat principal est l'absence de D.I. au front de taille si la technique est correctement appliquée et cela, même en dépit d'un avancement important pour une taille à D.I. : 2 m à 2,5 m/jour.

Les sondages ont permis de supprimer presque complètement l'emploi des explosifs dans des chantiers où un afflux de grisou est toujours à craindre et de mécaniser l'abattage. Le rabotage se fait de façon continue et régulière sans donner lieu à des vibrations dans le massif comme les marteaux-piqueurs. En outre, le rabotage maintient le front de taille rectiligne, ce qui est favorable à une répartition uniforme des sollicitations en avant du front, d'où pas de surcharges locales dangereuses, propices au déclenchement d'un D.I.

L'emploi des sondages et du rabotage contribue à un étalement du dégazage de grisou dans le temps, si bien que la teneur en grisou dans le retour d'air de la taille est beaucoup plus régulière et même moindre qu'auparavant.

Il faut encore ajouter que les sondages ont rendu possibles des essais d'injection d'eau en couche à D.I.

Les dépenses pour les sondages sont moindres que celles qu'impliquent les tirs d'ébranlement. Il faut ajouter à ce gain les bénéfices résultant de la régularité de marche du chantier, de la mécanisation de l'abattage, d'un dégazage de poussières moindre, de l'amélioration de la tenue du toit qui contribue à une augmentation du rendement et de l'augmentation de la valeur marchande du charbon due à l'amélioration notable de la granulométrie.

83. Cas difficiles.

Au cours des dernières années, en France et en Belgique, on a rencontré des cas très difficiles. Des incidents sont mêmes survenus mais ils ne paraissent découler finalement que d'une mauvaise application de la méthode et non de sa mise en défaut.

Ces cas se présentent dans certaines zones particulières des couches, souvent dérangées, où le charbon est extrêmement tendre et friable, inconsistant, et ne présente aucune résistance. L'erreur fondamen-



Fig. 31. — Sondages de détente en taille.

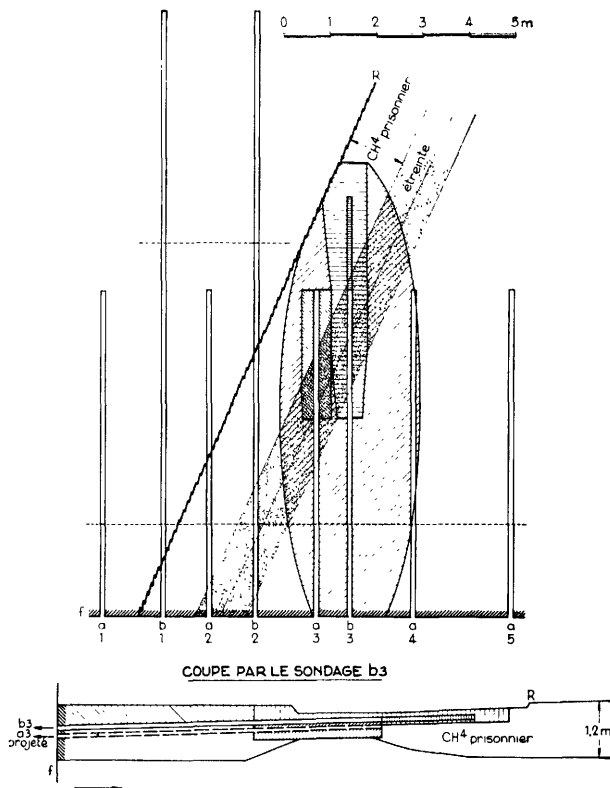


Fig. 32. — Affaiblissement de la couverture de protection par un trop grand nombre de sondages.

tale à éviter est celle d'un nombre exagéré de sondages (fig. 32). Souvent le diamètre final du sondage est plus grand que le diamètre du taillant utilisé. En particulier, si le charbon est tendre et très friable, il se forme inmanquablement des cavités très importantes dans la couche à la suite du forage de trous qui s'agrandissent anormalement. Ces cavités déforcent la couverture maintenue sur le réseau de sondages et celle-ci n'offre plus alors qu'une protection tout à fait illusoire. De plus, comme les épontes des couches à D.I. sont en général très raides, elles ne peuvent se rapprocher en proportion du vide créé. Lorsqu'un nouveau sondage traverse la couverture et, de ce fait, l'affaiblit davantage et qu'ensuite il pénètre en région non encore traitée, si un micro-D.I. se produit en avant de la couverture, il peut dégénérer en D.I. par réaction en chaîne (les cavités entrent successivement en communication les unes avec les autres) et le grisou sous pression finit par expulser la soi-disant « frette ». En conclusion, le nombre de sondages doit être limité au minimum nécessaire à la détente et au dégazage, spécialement dans les zones de charbon meuble, et si possible, il faut forer les sondages des séries successives en quinconce.

Dans de telles zones, la sécurité du personnel préposé au forage doit être très bien étudiée. Le « blindage », même sommaire, du front est de na-

ture à éviter qu'une manifestation violente, amorcée par le forage, ne dégénère en D.I., ou du moins ce blindage freine la phase initiale du D.I.

84. Perspectives d'avenir. Emploi de méthodes basées sur l'injection d'eau.

La foration des trous de détente est une opération coûteuse et l'intérêt de connaître avec précision le risque de D.I. est primordial; cette question soulève le problème des signes prémonitoires dont M. Gunther a parlé.

De l'obtention de signes prémonitoires sûrs pourrait découler la limitation de la prévention aux seules zones suspectes des veines.

Jusqu'à présent, dans les chantiers d'exploitation, les méthodes de prévention basées sur l'injection d'eau sous pression n'ont encore fait l'objet que d'essais préliminaires. L'introduction de ces méthodes exige une très grande prudence.

L'injection d'eau par courts sondages perpendiculaires au front de taille, pour lutter contre les poussières, est maintenant d'emploi courant dans les couches à D.I. de plusieurs mines belges, mais seulement si la couche est au préalable traitée par sondages de détente. Dans ces conditions, l'injection d'eau n'est pas dangereuse. Par contre, des essais en couches peu susceptibles, non préalablement traitées, ont montré la réalité du danger : projection de la canne d'injection jusque dans l'arrière-taille, projections de bouchons de boues après enlèvement de la canne, etc...

Un essai d'injection d'eau à distance par des sondages de grande longueur, en avant d'un front de taille, à partir de la voie de base dans une couche sous-jacente exploitée antérieurement, n'a pas donné les résultats escomptés malgré des circonstances très favorables. Dans la zone du pied de taille et de la voie de base imprégnée d'eau, un écoulement de charbon et un D.I. se sont produits.

En France, on commence des essais d'injection d'eau par longs trous parallèles au front dans la couche. Cela suppose évidemment que l'une au moins des voies d'accès soit creusée en avant de la taille. Des essais préliminaires ont eu lieu en couche détendue, avec mesure de l'expansion du front et de la convergence des épontes. On a également commencé les premiers essais en couche peu susceptible, mais il est encore prématuré d'en parler.

9. RESUME DES RESULTATS ACQUIS ET CONCLUSIONS

La connaissance du dégagement de grisou dans les chantiers d'exploitation est la condition préalable nécessaire à une lutte efficace contre le grisou. Il faut notamment contrôler la teneur en méthane du

courant d'air. Les endroits et le moment où ce contrôle est particulièrement nécessaire ont été précisés. De nouveaux appareils de mesure ont été développés. Grâce à l'emploi d'enregistreurs de méthane et de centraux de télégrisoumétrie, on peut connaître la teneur au moment où elle est effectivement la plus élevée. Une possibilité et même une nécessité de modification des teneurs limites autorisées se font jour, qui entraîneront un renforcement de la sécurité d'une part et d'autre part incontestablement une amélioration de la rentabilité grâce à une marche plus régulière des chantiers.

Au point de vue du planning d'exploitation, il semble que dans les gisements grisouteux, l'ordre d'exploitation descendant des couches successives d'un faisceau soit généralement le mieux approprié. Non seulement il paraît souhaitable d'adopter l'ordre d'exploitation descendant, mais il faut encore éviter la concentration de plusieurs chantiers dans un même quartier de la mine. L'exploitation superposée de plusieurs couches combine, du point de vue grisou, les inconvénients de l'ordre descendant et de l'ordre montant, sans aucun des avantages.

Parmi les divers systèmes d'aéragé possibles des chantiers, certains conviennent mieux à l'exploitation des gisements grisouteux : taille avançante — taille semi-rabattante avec aéragé en Z.

Actuellement, la résolution des problèmes d'aéragé est grandement facilitée par l'emploi d'ordinateurs ou de simulateurs.

Les économies permises par ces études d'aéragé sont nombreuses. Certaines d'entre elles ne peuvent être évaluées, ainsi par exemple, l'amélioration de la sécurité.

Si les problèmes théoriques que posent les nappes de grisou ne sont pas encore complètement résolus, on sait toutefois que pour les éviter ou les diluer, il est nécessaire d'assurer localement de grandes vitesses d'air. De nombreux appareils (canars à remous, air movers, etc...) ont été mis au point et donnent satisfaction.

L'une des causes principales des anomalies de teneurs réside dans les arrêts de ventilateurs. Ceux-ci doivent être évités. Lors de la remise en marche d'un ventilateur, il faut veiller à contrôler soigneusement la teneur en méthane en tout point susceptible d'être atteint par un bouchon de grisou.

Le captage est un moyen de lutte extrêmement efficace contre le grisou. Les principales techniques de captage sont : les sondages — les chambres au remblai — les galeries de dégazage. On a résolu le problème du captage de grisou dans les tailles rabattantes à remblayage pneumatique.

Des études basées sur la mesure de la variation de la teneur en méthane ou de la température tout le long de sondages, ont été faites pour localiser les sources de grisou en terrains vierges ou influencés par une exploitation. Des essais pratiques ont eu lieu également pour trouver l'implantation optimale des sondages de captage en toit et en mur.

Il est apparu que la régularité et la stabilité du captage sont aussi essentielles que la régularité et la stabilité de l'aéragé.

A côté de son intérêt pour la sécurité, le captage de grisou présente aussi un très grand avantage économique. Depuis 1943, près de 5 milliards de m³ de méthane pur capté dans les mines de la Communauté ont été valorisés.

Le captage du grisou vise essentiellement à réduire (dans certains chantiers presque complètement) le dégagement de grisou supplémentaire. Parfois, il serait aussi intéressant de réduire le dégagement fondamental de grisou par un prédégazage de la couche. Ce prédégazage peut se faire par des méthodes déjà connues : exploitation égide — captage par sondages ou galeries de dégazage, etc... On a fait l'essai également d'une autre méthode visant à déplacer le grisou par l'eau. L'étude de la circulation des fluides dans le charbon indique cependant que ce procédé ne peut connaître qu'un succès limité car seul le gaz libre présent dans les fissures peut être déplacé par l'eau.

Si l'infusion préalable du massif n'est pas une méthode de prédégazage efficace, de nouveaux espoirs peuvent être mis dans un autre procédé basé sur la dislocation hydraulique de la couche (Fracking). Ce procédé vise à créer dans la couche une fissuration analogue à celle qui est provoquée par l'exploitation d'une couche voisine.

Pour le traitement des couches à dégagements instantanés, la technique des sondages de détente a été considérablement développée au cours des dernières années et a connu de grands succès. Grâce à ces sondages, plusieurs couches sujettes à D.I. ont pu être exploitées à peu près comme des couches non susceptibles. Il subsiste des cas difficiles dans les zones de charbon extrêmement tendre et friable et au voisinage des dérangements qu'il faudrait pouvoir détecter à distance.

Finalement les recherches ont apporté de nouveaux enseignements intéressants; le succès à couronné de nombreux essais. Toutefois, dans le domaine du captage comme dans celui du prédégazage et dans celui du traitement des couches à D.I., il reste encore des progrès à faire. C'est le but des recherches futures.

RESUME

La mesure du dégagement de grisou dans les chantiers souterrains ne constitue pas à proprement parler un moyen de lutte contre le grisou. Cependant, la connaissance du dégagement de grisou et notamment, le contrôle de la teneur en méthane de l'air sont une condition préalable nécessaire à une lutte efficace contre le grisou. Les endroits et le moment où ce contrôle est particulièrement nécessaire ont été précisés au cours de la recherche. De nouveaux appareils de mesure ont été développés et leur emploi systématique conduit à un réajustement des teneurs limites de méthane compatibles avec les exigences de la sécurité et de la rentabilité des exploitations.

Les moyens proprement dits de lutte contre le grisou sont :

- le choix d'un ordre d'exploitation des couches et de méthodes d'exploitation appropriés,
- l'aérage,
- le captage du grisou,
- le prédégazage du massif,
- les sondages de détente dans le cas particulier des couches à dégagements instantanés.

Il faut éviter de mettre les chantiers dans des conditions défavorables telles que la lutte contre le grisou y devienne extrêmement difficile, sinon impossible. Le planning et le choix des méthodes d'exploitation doivent tenir compte des lois fondamentales qui régissent les mouvements de terrains et le dégagement du grisou.

Parmi les divers systèmes d'aérage possibles des chantiers, certains conviennent mieux à l'exploitation des couches grisouteuses. L'étude des problèmes d'aérage sur simulateur ou sur ordinateur facilite grandement la résolution de ces problèmes. De toute façon, l'aérage doit être régulier et stable. Pour éviter les nappes ou les accumulations locales de grisou, une grande vitesse du courant d'air est nécessaire; on peut obtenir cette vitesse grâce à divers dispositifs nouveaux tels que les canars à remous, etc... Les perturbations de l'aérage par des arrêts de ven-

tilateurs ou par des ouvertures de portes obturatrices d'aérage doivent être évitées. Après un déclenchement général du réseau électrique de la mine, il faut adopter un ordre déterminé de remise en marche des installations.

Le captage du grisou est un moyen de lutte extrêmement efficace. Au cours de la recherche, on a résolu le problème du captage de grisou dans les tailles rabattantes à remblayage pneumatique. Les autres caractéristiques nouvelles de la technique de captage concernent :

- la localisation des sources de grisou,
- l'implantation optimale des sondages,
- le choix de la dépression dans les sondages,
- le contrôle du captage,
- l'étanchéification des parements d'une galerie.

De 1943 à 1965, dans les mines de la CECA, on a capté au total 7,34 milliards de m³ de méthane pur et on en a valorisé 4,86 milliards de m³.

Le prédégazage d'une couche peut se faire par des méthodes déjà connues qui consistent à appliquer une dépression sur les fissures du massif. On a appliqué aussi le procédé inverse qui consiste à chasser le grisou sous l'action d'un fluide sous pression, notamment d'eau sous pression. La plupart des essais de ce dernier procédé se sont montrés décevants. De nouveaux espoirs sont toutefois fondés sur le procédé de la dislocation hydraulique de la couche (Fracking).

Le traitement des couches à dégagements instantanés par des sondages de détente a connu de grands succès. Grâce à ces sondages, plusieurs couches sujettes à D.I. ont pu être exploitées de la même manière que des couches non susceptibles.

Aussi bien dans le domaine du captage que du prédégazage et que du traitement des couches à dégagements instantanés, il reste cependant encore beaucoup de progrès à réaliser. C'est le but des recherches futures.

SAMENVATTING

Het meten van de mijngasontwikkeling in de ontginningswerkplaatsen mag niet direkt als een bestrijdingsmiddel tegen het mijngas beschouwd worden. De kennis omtrent de mijngasontwikkeling en meer bepaald de controle van het mijngasgehalte in de luchtstroom zijn echter onmisbare hulpmiddelen

voor een succesrijke mijngasbestrijding. De plaats en het ogenblik waarop deze controle bijzonder vereist is werden in de loop van het opzoekingswerk kenbaar. Nieuwe meetapparaten werden ontwikkeld; wanneer ze systematisch gebruikt worden leidt dit tot een aanpassing van de grensgehalten van methaan

die verenigbaar zijn met de eisen van de veiligheid en rendabiliteit der ontginningen.

De eigenlijke bestrijdingsmiddelen tegen mijn-gas zijn :

- keuze van de juiste volgorde in de ontginning der lagen en aangepaste ontginningsmethoden,
- de luchtverversing,
- de mijngasafzuiging,
- de voorontgassing van het massief,
- de ontspanningsboringen in het bijzonder geval van lagen met mijngasdoorbraken.

Men moet zorgen de werkplaatsen niet in zo ongunstige omstandigheden te brengen dat de bestrijding van het mijn-gas er zeer moeilijk of zelfs onmogelijk wordt. Planning en ontginningsmethoden moeten rekening houden met de fundamentele wetten die de grondbewegingen en de mijn-gasontwikkeling regelen.

Sommige van de verschillende mogelijkheden om een werkplaats te verluchten zijn meer geschikt voor mijn-gashoudende lagen. De studie van de luchtverversingsproblemen met behulp van simulator of ordinator vereenvoudigt ten eerste de oplossing van deze problemen. De luchtverversing moet in elk geval regelmatig en stabiel zijn. Een grote luchtsnelheid is vereist om mijn-gaslierten en -ophopingen te voorkomen; er zijn verschillende nieuwe middelen voorhanden om deze luchtsnelheid te bekomen : kokers met luchtvervelingen, enz... Storingen in de luchtverversing door het stilvallen van kokerleidingen en het opengaan van deuren moeten vermeden worden. Na een algemene uitschakeling van het elektrisch net van een mijn moet het terug in gang zetten van de installaties gebeuren volgens een vooropgezet plan.

De mijn-gasafzuiging is een zeer krachtig bestrijdingsmiddel. In de loop van het opzoekingswerk heeft men het probleem opgelost van de mijn-gasafzuiging in de terugwaarts ontgonnen pijlers met pneumatische vulling. De andere nieuwe kenmerken van de mijn-gasafzuiging hebben betrekking op :

- het lokaliseren van de mijn-gasbronnen;
- de optimale inplanting van de boorgaten;
- de keuzen van de onderdruk in de boorgaten;
- de controle op de afzuiging;
- de afdichting van de galerijwanden.

Van 1943 tot 1965 heeft men in de mijnen van de EGKS in totaal 7,34 miljard m³ zuiver mijn-gas afgezogen en 4,86 miljard m³ gevaloriseerd.

De voorontgassing kan gebeuren met reeds bekende methoden bestaande in het aanleggen van een onderdruk aan de spleten in het massief. Men heeft ook de omgekeerde methode toegepast, die bestaat in het uitdrijven van het mijn-gas door middel van de druk van een vloeistof, in dit geval water onder druk. De meeste proefnemingen van de laatste soort zijn op een mislukking uitgelopen. Het procédé van het hydraulisch losmaken van de laag (Fracking) doet echter nieuwe hoop rijzen.

De behandeling van lagen met mijn-gasdoorbraken met ontspanningsboorgaten was een groot succes. Dank zij deze boorgaten konden verschillende lagen die aan doorbraken gevoelig waren ontgonnen worden op dezelfde wijze als lagen die aan doorbraken niet onderhevig zijn.

Toch blijft er nog in elk domein, zowel van de gasafzuiging als van de voorontgassing en de lagen met gasdoorbraken, veel te doen. Hierin vooruitgaan is het doel van de komende opzoekingen.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Messung der CH₄-Ausgasung in untertägigen Betriebspunkten stellt genaunommen kein Mittel der CH₄-Bekämpfung dar. Jedoch sind die Kenntnisse der CH₄-Ausgasung und besonders die Kontrollen des CH₄-Gehaltes der Wetter eine Voraussetzung für eine wirksame Bekämpfung der Schlagwetter. Die Stellen und Zeitpunkte, an denen diese Kontrollen besonders notwendig sind, wurden im Laufe der Untersuchungen genau ermittelt. Neue Messgeräte wurden entwickelt, und ihre systematische Anwendung führte zu einer Neufestlegung der zulässigen Grenzwerte, die mit der Forderung der Sicherheit und der Wirtschaftlichkeit der Gewinnung vereinbar sind.

Die besagten Mittel der CH₄-Bekämpfung sind :

1. Die Wahl der Abbaufolge der Flöze und geeigneter Abbaumethoden.
2. Bewetterung.
3. Gasabsaugung.
4. Vorausgasung des Gebirges.
5. Die Entspannungsbohrungen im Sonderfall der Flöze mit plötzlichen Gasausbrüchen.

Man muss vermeiden, die Betriebe in einen solchen Zustand zu bringen, der die Bekämpfung des Grubengases ausserordentlich erschwert, wenn nicht sogar unmöglich macht. Die Planung und die

Wahl der Abbaumethoden müssen den grundlegenden Gesetzen der Gebirgsbewegungen und der Ausgasung Rechnung tragen.

Unter den verschiedenen möglichen Bewettungssystemen sind bestimmte besser für den Abbau schlagwetterreicher Flöze geeignet. Die Untersuchungen der Wetterprobleme mit Hilfe von Simulatoren und Ordinatoren (Wettermodellen) erleichtert stark die Lösung dieser Probleme. Auf jeden Fall muss die Wetterführung regelmässig und stabil sein. Zur Vermeidung von Schichten und örtlichen CH_4 -Ansammlungen ist eine grosse Wettergeschwindigkeit notwendig. Man kann diese Geschwindigkeit dank verschiedener Geräte wie z.B. Wirbellutten usw. erreichen. Die Störungen der Wetterführung durch Ventilatorstillstände oder Öffnen der Wettertüren müssen vermieden werden. Nach einem allgemeinen Ausfall des Elektrizitätsnetzes der Grube muss eine bestimmte Reihenfolge der Wiederinbetriebnahme der Einrichtungen eingehalten werden.

Die Grubengasabsaugung ist ein ausserordentlich wirksames Bekämpfungsmittel. Im Laufe der Untersuchungen hat man das Problem der CH_4 -Absaugung in Rückbaustreben mit Blasversatz gelöst. Andere neue Merkmale der Absaugung betreffen :

1. Feststellen der CH_4 -Austrittsstellen.
2. optimale Anordnung der Bohrlöcher.
3. Wahl der Depression in den Bohrlöchern.

4. Kontrolle der Absaugung.
5. Abdichten der Streckenstösse.

Von 1943-1965 wurden in den Gruben der Gemeinschaft insgesamt 7,34 Md m^3 Rein- CH_4 abgesaugt, wovon 4,86 m^3 verwendet wurden.

Die Vorausgasung eines Flözes kann mittels bereits bekannter Methoden durchgeführt werden, die darin bestehen, einen Unterdruck an die Risse des Gebirges anzulegen. Man hat auch das umgekehrte Verfahren angewandt, das CH_4 unter Einfluss einer unter Druck stehenden Flüssigkeit (insbesondere Wasser unter Druck) auszutreiben.

Die Mehrzahl der Versuche des letzten Verfahrens waren enttäuschend. Neue Hoffnungen gründen sich auf das Verfahren der hydraulischen Flözauflöckerung (Frac).

Die Behandlung der Flöze mit plötzlichen Gasausbrüchen mit Entspannungsbohrlöchern hatte grossen Erfolg. Dank dieser Bohrlöcher konnten mehrere zu plötzlichen Gasausbrüchen neigende Flöze auf die gleiche Weise abgebaut werden, wie nicht gefährdete Flöze.

Sowohl auf dem Gebiet der Absaugung, der Vorausgasung wie auch der Behandlung der Flöze mit plötzlichen Gasausbrüchen müssen noch grosse Fortschritte erreicht werden. Das ist das Ziel zukünftiger Untersuchungen.

SUMMARY

The measurement of firedamp released in underground working places does not really constitute a means of fighting it. However, the knowledge of the release of firedamp and, in particular, the control of the content of methane in the air, are a foremost necessary condition for an effective fight against firedamp. The places and moment at which this control is particularly necessary have been specified in the course of research. New measuring devices have been produced, and their systematic use leads to a re-adjustment of the maximum percentages of methane compatible with security requirements and profitable working.

The real means of fighting firedamp are :

- the choice of a working order of the seams and appropriate working methods,
- ventilation,
- drainage of firedamp,
- previous drainage of gas from the rock mass,
- relief bore-holes in the particular case of seams subject to sudden outbursts.

Care must be taken to avoid creating unfavourable conditions in the working place, rendering the struggle against firedamp extremely difficult, or even impossible. The planning and choice of working methods must take into account the fundamental laws governing rock movements and the release of firedamp.

Among the various ventilation systems possible in the working places, some are better suited to the working of gassy seams. The study of ventilation problems on a simulator or computer greatly facilitates the resolving of these problems. In any case, ventilation must be regular and stable. In order to avoid roof layers or local accumulations of firedamp, a great speed of air current is necessary; this speed can be obtained thanks to new devices such as slip-stream ventilation pipes, etc... Disturbances in ventilation due to breakdown of the fans or the opening of the ventilation obturation shutters must be avoided. After a general breakdown in the electricity network in the mine, a definite order of restarting the installations must be adopted.

The drainage of firedamp is an extremely efficient method of combat. In the course of research, the problem of drainage of firedamp was solved in retreating faces with pneumatic stowing. The other new characteristics of the technique of drainage of the gas concern :

- the localization of the sources of firedamp,
- the best siting of the boreholes,
- the choice of the underpressure in the boreholes,
- the control of the drainage scheme,
- the tightening of the walls of a gallery.

From 1943 to 1965, in the mines of the ECSC, a total amount of 7.34 thousand million m³ of pure methane was collected, and 4.86 thousand million m³ of it were put to use.

The previous drainage of a seam can be carried out by already known methods which consists of

applying underpressure to the cracks in the rock mass. The inverse process has also been applied; it consists of driving the firedamp by the action of a fluid under pressure, in particular water under pressure. Most of the tests of this latter process have proved disappointing. Fresh hopes are however based on the process of hydraulic dislocation of the seam (Fracking).

The treatment of seams subject to sudden outbursts by relief boreholes has met with great success. Thanks to these boreholes, it has been possible to work several seams subject to sudden outbursts in the same way as other seams.

Nevertheless, both in the field of drainage and previous drainage and likewise in the treatment of seams subject to sudden outbursts, much progress still has to be made. That is the aim of future research.

Le dégagement de grisou dans les travaux préparatoires et les moyens de le combattre

H. WILDSCHUT,

Centraal Laboratorium, Staatsmijnen/DSM, Geleen (Pays-Bas)

SOMMAIRE

0. Aperçu.
1. Dégagement de grisou dans les traçages en veine.
 11. Description d'un traçage.
 12. Méthode et appareils de mesure.
 13. Résultats.
 14. Détermination de la quantité de grisou libérée lors d'un arrêt du ventilateur secondaire.
2. Dispersion des bouchons de grisou provoqués par les tirs.
 21. Introduction.
 22. Dispersion de bouchons de grisou artificiels.
 23. Mesures relatives à la dispersion des bouchons de grisou provoqués par les tirs.
 24. Déplacement de bouchons de grisou provoqués par les tirs dans les galeries et conséquences pratiques.
3. Lutte contre les teneurs trop élevées de grisou dans le cas du dégagement normal de gaz.
 31. Généralités.
 32. Aspects de la lutte contre le grisou par le choix entre l'aérage aspirant et l'aérage soufflant.
 33. Lutte contre les soufflards de grisou.
 34. Endroits où la ventilation est insuffisante.
4. Lutte contre les dégagements instantanés de grisou dans les travaux préparatoires.
 41. Généralités.
 42. Prévention des dégagements instantanés de grisou par la foration de gros trous de détente.
 43. Prévention des D.I. lors de la recoupe d'une couche par un travers-bancs.
 44. Contrôle de l'efficacité des moyens de prévention.
5. Récapitulation.

0. APERÇU

Nous étudierons d'abord le *dégagement* de grisou dans les travaux préparatoires. A cet égard, on fera la distinction entre le dégagement de grisou qui suit immédiatement un tir de mines d'une part et, d'autre part, le dégagement continu de grisou des parois latérales de la galerie, dégagement rendu possible du fait de la mise à nu de ces parois par le tir. Nous étudierons aussi le problème de l'accumulation de grisou dans ces chantiers en cas d'arrêt de la ventilation secondaire.

On étudiera ensuite la *dispersion*, c'est-à-dire la dilution naturelle dans l'air de ventilation, des bouchons de grisou provoqués par les tirs et notamment les expériences réalisées dans ce domaine.

A l'occasion de l'étude de la *lutte* contre les teneurs de grisou trop élevées en cas de dégagement normal de gaz, on comparera les avantages respectifs de l'aérage soufflant et de l'aérage aspirant comme moyen de lutte contre le grisou. On dira également comment il faut combattre les teneurs trop élevées en cas de dégagement localisé de grisou.

Enfin, on abordera le problème de la *lutte* contre les dégagements instantanés. A cet égard, on fera la distinction selon que ces phénomènes se produisent lors du creusement d'un traçage en veine ou lors de la recoupe d'une couche par un bouveau. Les méthodes les plus récentes à employer dans les deux cas seront décrites.

1. DEGAGEMENT DE GRISOU DANS LES TRAÇAGES EN VEINE

11. Description d'un traçage.

La figure la représente schématiquement la situation dans un traçage. Le ventilateur intercalé dans le circuit d'aéragé passant amène l'air primaire à front par l'intermédiaire de canars métalliques ou en matière plastique. L'air repart par la galerie et débouche finalement à nouveau dans le circuit d'aéragé. A mesure de l'allongement de la galerie, à intervalles déterminés, la colonne de canars doit être prolongée par l'adjonction de nouveaux éléments afin que l'air puisse être amené le plus près possible du front.

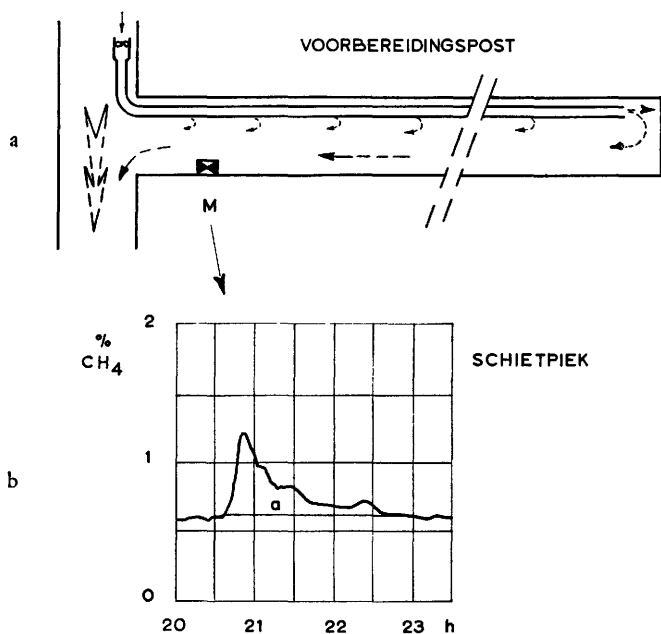


Fig. 1.

Voorbereidingspost = chantier préparatoire
 Schietpiek = Pointe de tir

Pour connaître de façon plus précise la quantité de grisou qui se mélange à l'air dans le traçage et la façon dont se produit le dégagement de grisou, on a effectué des mesures de teneur en grisou dans un certain nombre de traçages des mines néerlandaises.

12. Méthode et appareils de mesure.

Presque toujours on a installé deux grisoumètres enregistreurs dans le chantier. Le premier grisoumètre était toujours installé en un point situé près du travers-bancs à partir duquel le traçage avait été amorcé; ce grisoumètre devait mesurer la teneur dans le retour d'air. Lors des premières mesures, le second grisoumètre était installé près du front après que la galerie ait atteint une certaine longueur de sorte que

la distance entre les deux grisoumètres atteignait plusieurs centaines de mètres. Lors des mesures ultérieures, le second point de mesure était toujours maintenu à environ 100 m du front. Le grisoumètre était muni d'un flexible d'aspiration de 40 m de longueur environ dont l'extrémité libre était déplacée tous les jours, de sorte qu'il a été possible de réduire au minimum le nombre de déplacements de l'appareil.

Les deux grisoumètres ont généralement fonctionné dans la gamme de mesures comprises entre 0 et 2 % de CH_4 . Ils étaient contrôlés plusieurs fois par semaine à l'aide d'un mélange de gaz étalon d'air et de grisou, de composition connue.

Le débit d'air aux points de mesure a été mesuré, le plus souvent à intervalles irréguliers, à l'aide d'un anémomètre à ailettes avec lequel toute la section de la galerie était explorée. Pour obtenir une mesure plus précise en cas de faibles débits d'air, on a aussi effectué des mesures dans la ligne de canars, au droit des stations de mesure, à l'aide d'un tube de Pitot. On ne peut en effet se contenter de mesurer le débit d'air en un endroit quelconque de la ligne de canars; le débit d'air dans une section donnée dépend généralement de l'endroit où la mesure est effectuée, cela à cause des fuites.

Les autres données nécessaires telles que l'avancement du front après chaque tir, la section de la galerie et la section de la couche à front, l'emplacement (précis) du point de mesure le plus proche du front, l'apparition de dérangements géologiques, etc., ont toujours été notées avec le plus de précision possible.

13. Résultats.

A la suite d'un tir, une certaine quantité de grisou pénètre rapidement dans le courant d'air et il en résulte une augmentation temporaire de la teneur en grisou. Cependant, même avant le tir et longtemps après le tir, le courant d'air contient un certain pourcentage de grisou, ce qui signifie qu'il se produit un dégagement continu de grisou. Il sera d'abord question du dégagement de grisou provoqué directement par le tir; ultérieurement on parlera du dégagement continu qui est une conséquence indirecte du tir.

131. Dégagement de grisou lors du tir.

1311. *Les pointes de dégagement après tir.*

a) Le volume de grisou libéré immédiatement après le tir est entraîné par l'air de ventilation et passe auprès des deux grisoumètres. Sur le diagramme enregistré par chacun des deux grisoumètres, apparaît dès lors ce que l'on appelle une « pointe de tir » (pointe de teneur après tir) (fig. 1b). Après une augmentation initiale très rapide de la teneur en grisou et une diminution consécutive, on note généralement une nouvelle augmentation — plus faible

celle-là — due à un nouveau dégagement de grisou lors du chargement et de l'évacuation du charbon abattu par le tir.

La ligne *a* sur la figure 1b sépare cette pointe de tir du dégagement continu auquel cette pointe se superpose. La surface de la pointe de tir ainsi délimitée correspond au volume de grisou libéré par le tir; ce volume peut être calculé en planimétrant la surface de la pointe de tir, à condition que l'on connaisse le débit d'air. On peut admettre que la plus grande partie de ce gaz provient du charbon abattu par le tir. Or, cette quantité de charbon est connue, si bien que l'on peut calculer, pour chaque tir, le volume de grisou libéré par tonne de charbon abattu. Dans la suite de cet exposé, cette grandeur sera appelée le « dégagement spécifique de grisou provoqué par le tir (m^3/t) ».

b) On comparera d'abord les deux points de tir enregistrés par chacun des deux grisoumètres, après un seul et même tir. Comme aucun autre dégagement de gaz ne se produit entre les deux grisoumètres, les volumes de grisou correspondant à ces deux pointes doivent être identiques.

Si, aux deux points de mesure, la moyenne des dégagements spécifiques de grisou provoqués par le tir est calculée d'après au moins 10 pointes de tir, on constate que la concordance entre les deux valeurs moyennes est satisfaisante. Par contre, si l'on com-

pare les valeurs déduites de deux pointes individuelles enregistrées simultanément, on note souvent de grandes différences entre les dégagements spécifiques de grisou provoqués par le tir. La figure 2 en donne un exemple. Les données relevées au cours de la période de mesure ont été alignées à la suite les unes des autres. Le trait continu représente la variation du rapport Q_2/Q_1 des débits d'air mesurés aux deux points de mesure; les petits cercles représentent les valeurs du rapport O_1/O_2 des surfaces des pointes des différents tirs. Comme les dégagements spécifiques de grisou provoqués par les tirs, déduits de chacune des deux pointes enregistrées, doivent être égaux, on devrait obtenir la relation $Q_1 \cdot O_1 = Q_2 \cdot O_2$, si bien que tous les petits cercles devraient se situer sur la courbe qui représente la variation de Q_2/Q_1 . Une dispersion, parfois considérable, apparaît nettement. Outre les imprécisions courantes des mesures, les causes possibles en sont les suivantes :

1. L'incertitude en ce qui concerne la question de savoir où se situe la limite inférieure des surfaces des pointes de tir. Dans de nombreux cas, le tracé de cette limite est discutable.
2. Le fait que les débits d'air ne sont mesurés qu'à intervalles irréguliers, raison pour laquelle d'éventuelles modifications entre deux mesures successives n'apparaissent pas.

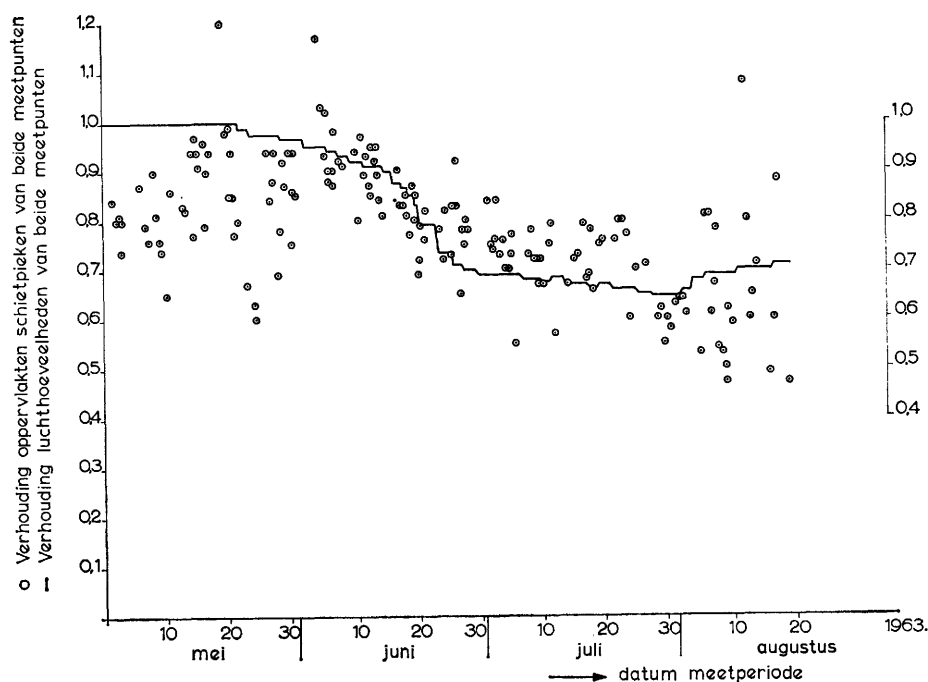


Fig. 2.

datum meetperiode
 Verhouding oppervlakten schietpieken van beide meetpunten
 Verhouding luchthoeveelheden van beide meetpunten

— = date de la période de mesure
 — = Relation entre les surfaces des pointes de tir des deux points de mesure.
 — = Relation entre les débits d'air des deux points de mesure

3. Un mélange parfois incomplet de l'air et du grisou.
4. L'inertie des grisoumètres qui ne peuvent pas enregistrer les variations très rapides de la teneur en grisou.

Les deux premières causes sont probablement les plus importantes et font que le dégagement spécifique de grisou provoqué par le tir — déduit des pointes de tir — est tantôt plus élevé, tantôt plus faible à l'un des points de mesure qu'à l'autre. Si l'on détermine le dégagement spécifique de grisou provoqué par le tir à partir d'un nombre suffisant de pointes de tir, aux deux points de mesure, on ne doit pas constater de différence significative entre les deux moyennes. Effectivement cette différence est généralement inférieure à 20 % de la valeur la plus faible.

c) Nous comparerons maintenant les dégagements spécifiques de grisou provoqués par les tirs que l'on a déduits des pointes de tir enregistrées successivement en l'un des points de mesure. Ici aussi on note des écarts sensibles. Outre certaines causes déjà mentionnées, ces différents écarts sont imputables aux facteurs suivants :

1. L'ébranlement du charbon au-delà de la zone abattue, qui entraîne un dégagement de grisou supérieur à la quantité escomptée. Il peut arriver aussi qu'un tir soit effectué dans une zone déjà partiellement dégazée, d'où il résultera un dégagement de grisou inférieur à celui qui était escompté.
2. Le dégazage préalable d'une passe de tir lorsqu'un temps prolongé s'écoule entre deux tirs successifs, par exemple plusieurs jours. Dans ce cas, le dégagement de grisou est plus faible.
3. La désagrégation du charbon abattu par le tir qui n'est pas la même pour chaque tir. Si la désagrégation est importante, le dégagement de grisou sera intense pendant un court laps de temps et il se produira une forte pointe de tir; si la désagrégation est moins prononcée et si le charbon est évacué rapidement, le dégagement de grisou sera faible et une quantité assez importante de grisou restera contenue dans le charbon évacué.

Comme on pouvait s'y attendre, lorsque le dégagement spécifique de grisou provoqué par le tir est déduit d'un assez grand nombre de pointes de tir — par exemple de toutes les pointes de tir d'une semaine — les valeurs moyennes ne diffèrent généralement pas les unes des autres de plus de 25 %. La figure 3 (tableau) en montre un exemple.

1312. *Bilan grisouteux.*

La quantité de grisou contenue initialement dans une tonne de charbon (concentration en grisou du charbon) dépend de la pression du gaz dans le char-

Fig. 3.

		Valeurs moyennes															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Numéro de la semaine.	Période de mesure	4,2	4,5	4,25	4,55	3,65	4,0	3,8	4,8	4,4	4,2	3,85	3,9	3,45	4,55	4,4	3,8
	Point de mesure n° 1	4,2	4,5	4,25	4,55	3,65	4,0	3,8	4,8	4,4	4,2	3,85	3,9	3,45	4,55	4,4	3,8
	Point de mesure n° 2	3,45	3,65	3,85	3,8	3,3	4,0	3,7	4,6	4,75	4,5	4,05	4,25	4,3	4,2	3,9	3,55
		4,15															
		3,9															

bon et de la température. Cette concentration en grisou peut être déterminée, grâce à la mesure de ces facteurs, à l'aide des courbes isothermes d'adsorption. A cet égard, la mesure de la pression du gaz a toujours suscité les plus grandes difficultés. Dans de nombreux cas, cette mesure a échoué à cause de la défektivité des joints, à cause des fuites dues à la fissuration du charbon, etc... C'est la pression mesurée la plus élevée qui a toujours été prise en considération, bien que celle-ci puisse en fait être considérablement inférieure à la pression réelle dans la couche. Cependant, l'erreur dans la détermination de la quantité de gaz adsorbée, due à une pression mesurée trop faible, est souvent faible lorsque la pression est relativement élevée, parce que les isothermes s'aplatissent aux pressions élevées et tendent vers une valeur maximale.

Rappelons que la quantité de grisou qui se mélange à l'air de ventilation à la suite d'un tir peut être déterminée à partir du planimétrage de la surface de la pointe de tir.

Une autre partie du gaz reste contenue dans le charbon abattu par le tir; ce charbon est évacué ultérieurement à l'aide d'un convoyeur à bande. La concentration en gaz du charbon transporté a été mesurée de nombreuses fois dans différents chantiers et cela de la façon suivante : l'échantillon de charbon est prélevé sur le convoyeur puis déposé dans un récipient en acier contenant un certain nombre de billes d'acier. Le récipient est alors fermé hermétiquement puis placé dans un broyeur vibrant. Le charbon est ainsi broyé par les billes d'acier. Le volume de gaz dégagé lors du broyage est recueilli, mesuré et converti en m^3 de CH_4 par tonne.

Lorsque les trois quantités précitées de grisou par tonne sont connues, on peut vérifier le bilan grisouteux du chantier, c'est-à-dire que la concentration en gaz de la couche est égale à la somme du dégagement spécifique de grisou dans l'air plus la quantité de grisou par tonne évacuée sur le convoyeur. A cet effet, on considérera que le dégagement spécifique de grisou dans l'air est égal au dégagement spécifique moyen provoqué par le tir, que l'on déduit des pointes de tir enregistrées dans la galerie, et que la quantité de grisou par tonne évacuée sur le convoyeur équivaut à la moyenne d'un certain nombre de déterminations à l'aide du broyeur à billes de la concentration résiduelle en gaz du charbon transporté. De façon générale, il est apparu que le bilan grisouteux d'un chantier correspond assez bien à la réalité.

Exemple : température = 25°C , teneur en matières volatiles = environ 30 %, pression gazeuse maximale mesurée = 15 bars. A l'aide des courbes isothermes d'adsorption, on obtient une concentration en gaz de $11,6 \text{ m}^3$ de CH_4/t .

Dégagement spécifique moyen provoqué par le tir d'après les pointes de tir = $4 \text{ m}^3/\text{t}$.

Quantité moyenne de gaz évacuée dans le charbon transporté par le convoyeur = $7,2 \text{ m}^3/\text{t}$.

Par conséquent, le total du gaz dégagé au moment du tir et du gaz évacué correspond à $11,2 \text{ m}^3/\text{t}$, ce qui ne diffère guère de la concentration initiale en gaz, égale à $11,6 \text{ m}^3$ de CH_4/t .

Cet exemple montre aussi que le charbon peut encore contenir, sur le convoyeur, une quantité importante de gaz. Dans le cas considéré, cette quantité est même supérieure à la quantité de grisou libérée lors du tir.

132. Dégagement continu de grisou dans les travaux préparatoires.

1321. Dégagement de gaz de la paroi latérale de charbon en fonction du temps.

Une paroi de charbon ébranlée par le tir commence immédiatement à dégager du gaz, étant donné que la pression du gaz dans la couche est en général nettement supérieure à la pression atmosphérique dans le chantier. Il est probable que le dégagement gazeux par unité de temps et par m^2 de paroi découverte est d'autant plus élevé que le temps écoulé depuis le tir est plus court et qu'il diminue à mesure qu'augmente le temps qui s'est écoulé depuis la mise à nu de la paroi, c'est-à-dire à mesure que le temps de dégazage de la paroi augmente. Les apports de tous ces tronçons de paroi de charbon qui dégagent du grisou constituent ensemble le dégagement continu auquel se superposent les pointes de tir. Le mode de calcul de la variation du dégagement de grisou d'un tronçon de paroi de charbon en fonction du temps sera exposé dans le cas d'un chantier où l'avancement a été très régulier, à savoir 10 à 11 m par semaine au cours des 11 premières semaines d'observation et 20 à 22 m par semaine, au cours des semaines suivantes.

Un grisoumètre a été installé à 10 m du travers-bancs. Les mesures n'ont commencé que 11 semaines après le démarrage du chantier, alors que le front se trouvait à 120 m environ du travers-bancs. On a supposé que le dégagement de grisou de la paroi de charbon mise à nu au cours d'une semaine variait selon la courbe qualitative de la figure 4a. On a admis qu'un tronçon de paroi ne dégagait pratiquement plus de gaz après 10 semaines environ. Durant la première semaine de la période de mesure, on aurait mesuré un dégagement de grisou égal à $1/2 a$ (non pas égal à a car la paroi de charbon a été mise à nu au cours de la semaine et le dégagement n'a pas duré toute la semaine); durant la deuxième semaine, on aurait mesuré un dégagement égal à $1/2 a + b$, etc... Quand, par la suite, on arrive dans la période

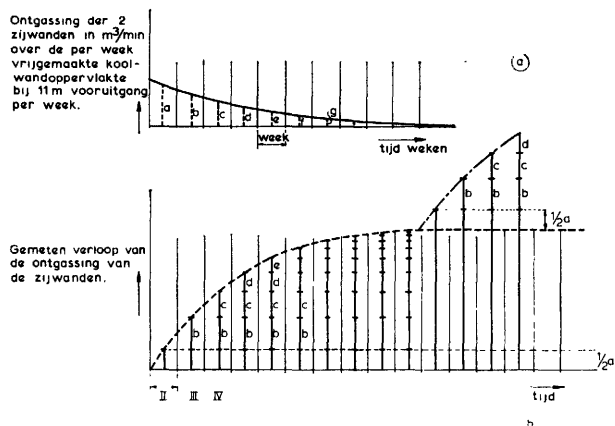


Fig. 4.

week = semaine
 tijd weken = temps en semaines
 Ontgassing der 2 zijwanden in m³/min over de per week vrijgemaakte koolwand oppervlakte bij 11 m vooruitgang per week = Dégagement de gaz des 2 parois en m³/min par les surfaces de charbon mises à nu par semaine avec un avancement de 11 m par semaine.
 Gemeten verloop van de ontgassing van de zijwanden = Courbe mesurée du dégagement de gaz des parois

de mesure au cours de laquelle l'avancement a atteint 20 m, c'est-à-dire lorsque l'avancement hebdomadaire a presque doublé, il y a lieu de superposer à nouveau le début de la variation du dégagement de gaz au niveau constant de dégagement atteint entre-temps, comme le montre la figure 4b. Cette dernière courbe peut être tracée à partir des observations qui ont été faites en vue de connaître la variation de la valeur moyenne hebdomadaire du dégagement de grisou pendant la période de mesure. Pour le chantier considéré, cette variation est représentée de manière quelque peu idéalisée sur la figure 5. Sur la courbe, on peut lire directement les valeurs de 1/2 a, b, etc..., de sorte que la variation du dégagement de grisou représenté par la figure 4a est également connue quantitativement. En divisant par la surface de charbon mise à nu par semaine, pour un avancement de 11 m, on obtient la loi du dégagement gazeux en m³/min par m² de paroi de charbon, en fonction du temps.

Si l'avancement du chantier varie sensiblement d'une semaine à l'autre, la meilleure façon de procéder consiste à partir de la variation qualitative probable du dégagement de grisou d'un pan de paroi de charbon de 1 m de longueur et d'une hauteur égale à l'épaisseur de la couche, comme il est indiqué sur la figure 6a. Lorsque le front de la galerie aura progressé durant un certain nombre de semaines successives de u — t — s — r — q mètres, puis la semaine suivante de p mètres, le dégagement de grisou, à 100 m du front, vaudra (voir fig. 6b)

$$2 [p \cdot 1/2 a + qb + rc + sd + te + (100 - p - q - r - s - t) f + p \cdot 1/2 f]$$

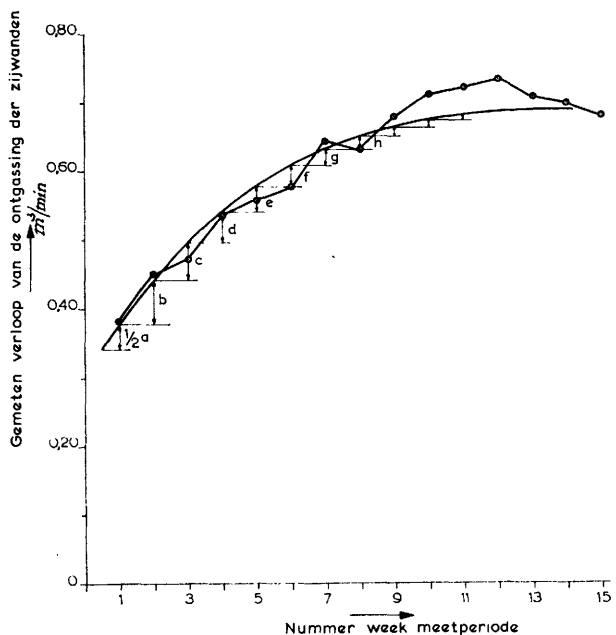
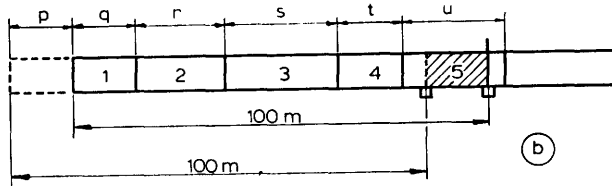


Fig. 5.

Nummer week meetperiode = Numéro de la semaine dans la période de mesure
 Gemeten verloop van de ontgassing der zijwanden = Courbe du dégagement de gaz des parois



Vooruitgang front

Fig. 6.

« Leeftijd » van de koolwand = « Durée de vie » de la paroi de charbon en semaines
 Gasafgifte per min. = Dégagement de gaz par minute
 Vooruitgang front = Avancement du front

(Remarque : Le facteur 2 au début de la formule est nécessaire parce que de chaque côté de la galerie, la paroi dégage du gaz. En outre, le tronçon p est creusé durant la semaine et ne dégage donc que la

moitié de la quantité de gaz qu'il dégagerait si la surface était libre toute la semaine. Enfin, le grisoumètre est déplacé durant la semaine d'une distance p , si bien que le tronçon hachuré n'intervient également que pour moitié.)

La valeur du dégagement de base mentionnée ci-dessus doit alors être portée dans une équation dont le deuxième membre est égal à la valeur moyenne du dégagement de base enregistré en ce point de mesure. En répétant ce procédé pour un grand nombre de semaines, on peut déterminer les inconnues a , b , etc... à partir du système d'équations ainsi obtenu.

Dans de nombreux cas, les valeurs e , f , etc... sont très faibles, si bien que l'on peut se borner à résoudre un système de 4 équations. Pour une tranche ultérieure de la période de mesure, on peut dès lors prévoir la variation du dégagement de base, tandis que pour une tranche antérieure on peut vérifier si les valeurs calculées concordent avec les résultats des mesures. La figure 7 montre, pour l'un des chantiers, les courbes calculée et mesurée du dégagement de base; les valeurs moyennes du dégagement de base sur des périodes de 4 semaines ont été utilisées pour calculer la courbe de dégazage de la paroi représentée en haut à droite de la figure. Dans ce cas, les

variations mesurées et calculées augmentent ou diminuent dans la même proportion et les différences sont généralement acceptables.

Dans la plupart des cas, le dégagement de grisou de la paroi latérale tombe à 10 % de sa valeur initiale au bout de 2 à 3 semaines. Une fois cependant, il a fallu environ 10 semaines pour arriver à cette valeur.

Par ailleurs, il convient de signaler que l'on a essayé également de déterminer pour un tronçon de paroi de charbon, la variation du dégagement de grisou en fonction du temps, à partir de la différence entre les dégagements de base mesurés à l'aide de deux grisoumètres. Cette différence de dégagement de base est égale, en effet, au dégagement de grisou du tronçon de paroi de charbon situé entre les deux grisoumètres. La mesure de cette différence est cependant influencée par une double erreur de mesure et comme, en outre, la valeur de ce dégagement de gaz est généralement faible, l'erreur relative est très grande. Cette méthode n'a donc pas donné de résultats utilisables.

1322. Profondeur de dégazage de la paroi latérale.

Par profondeur de dégazage, on entend la distance entre la paroi de charbon mise à nu dans la

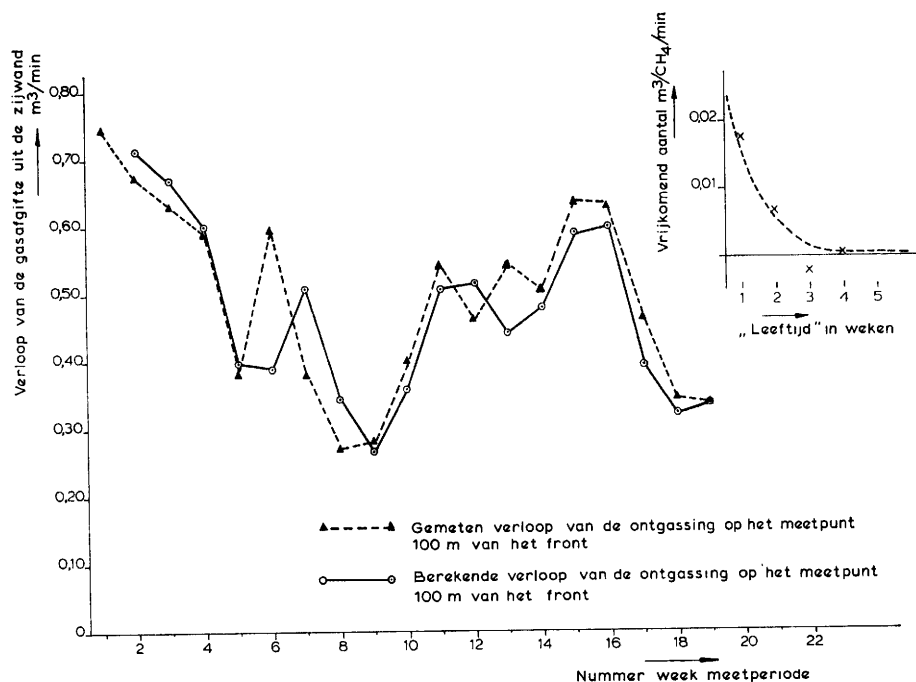


Fig. 7.

Nummer week meetperiode
 Verloop van de gasafgifte uit de zijwand
 Gemeten verloop van de ontgassing op het meetpunt 100 m van het front
 Berekende verloop van de ontgassing op het meetpunt 100 m van het front
 « Leeftijd » in weken
 Vrijkomend aantal

≡ Numéro de la semaine dans la période de mesure
 ≡ Courbe du dégagement de gaz de la paroi
 ≡ Courbe mesurée du dégagement de gaz au point de mesure situé à 100 m du front
 ≡ Courbe calculée du dégagement de gaz au point de mesure situé à 100 m du front
 ≡ « Durée de vie » en semaines
 ≡ Quantité libérée

galerie et la limite qui séparerait le charbon contenant encore tout son gaz de celui qui aurait perdu dans l'air de ventilation tout le gaz désorbable sous la pression partielle de 1 bar.

Cette limite est évidemment fictive, car en réalité il existe une zone de transition entre les deux zones précitées. Pour le moment, on admet que la limite présente un tracé très net. En outre, sa position dans l'espace est fonction du temps. Dans notre cas, elle sera déterminée 2 à 3 semaines après la mise à nu de la paroi, car après cette période, elle ne se déplace plus que très lentement.

Une nouvelle fois, on part de la valeur calculée du dégagement de grisou en fonction du temps d'un tronçon de paroi de charbon d'un mètre de longueur et d'une hauteur égale à l'épaisseur de la couche. On peut en déduire, par intégration, la quantité totale de gaz que dégage une longueur donnée de voie. Pour atteindre cette valeur, la paroi de charbon doit être dégazée sur une certaine profondeur. Si l'on détermine la concentration en gaz de la couche à partir des mesures de la pression gazeuse, de la température et de la teneur en matières volatiles, et si l'on admet que le dégagement de grisou se poursuit jusqu'à ce que la pression du gaz dans la couche tombe à 1 bar, on peut calculer cette profondeur de dégazage.

En appliquant cette méthode de calcul, on a trouvé des valeurs de profondeurs de dégazage comprises entre 15 et 25 m.

A l'aide de sondages carottés à partir de la galerie creusée dans la couche, on a tenté de prélever des échantillons de charbon à différentes distances de la paroi de la galerie. La mesure de la concentration en gaz devait permettre de contrôler comment en un point donné et à un moment choisi, la concentration en gaz de la couche varie en fonction de la distance à la galerie. On aurait pu obtenir de cette façon une idée plus précise de la variation du dégagement de grisou de la paroi latérale. Toutefois ces carottages ont toujours échoué.

133. Conclusions pratiques.

Grâce à la détermination du dégagement spécifique moyen de grisou provoqué par le tir à partir d'un nombre suffisant de pointes de tir et de la valeur moyenne d'un nombre suffisamment grand de concentrations en gaz du charbon évacué, il est possible, sur la base du bilan grisouteux, de déterminer avec une précision satisfaisante, la concentration en gaz de la couche.

Inversément, lorsque la concentration en gaz de la couche a déjà été mesurée d'une autre manière, on peut étudier la quantité moyenne de gaz libérée lors du tir. Partant de l'allure moyenne d'une pointe de tir qui peut être déterminée sur la base de nombreuses observations, on pourrait, pour un débit

d'air donné, calculer la hauteur maximale de la pointe moyenne. Cependant à cet égard, il convient de bien tenir compte du fait que le dégagement spécifique de gaz et la hauteur maximale d'une pointe individuelle dépendent de nombreuses circonstances et peuvent présenter des écarts sensibles par rapport à la valeur moyenne. Lorsqu'on veut calculer à partir d'un bilan grisouteux, le débit d'air minimal nécessaire, il faut donc prendre une très grande marge de sécurité.

A l'aide des mesures du dégagement continu au début des travaux de creusement de la galerie, on peut calculer le volume de grisou qui se dégagera au cours du creusement ultérieur de la galerie. Il faut toutefois tenir compte du fait que si une paroi de charbon mise à nu depuis plusieurs semaines ne dégage plus qu'une faible quantité de gaz par m², le dégagement global de gaz peut être considérable lorsque cette paroi présente une grande surface. En général, le dégagement continu de gaz de la paroi latérale est très régulier et ne présente d'augmentation subite que lorsqu'on rencontre des dérangements.

14. Détermination de la quantité de grisou libérée lors d'un arrêt du ventilateur secondaire.

141. Mesure.

Dans le Nord de la France, la quantité de grisou libérée après tir a été mesurée avec un maximum de précision dans un certain nombre de traçages de deux mines. Afin d'éviter toute perturbation due au transport de personnel et de matériel, on a profité des jours de chômage pour effectuer ces mesures. On a équipé la galerie d'une tête de télégrisométrie, système Cerchar et d'un lugamètre enregistreur pour l'enregistrement du débit d'air. A l'aide de ces appareils, on a mesuré de nombreuses fois le dégagement de grisou par unité de temps en fonction du temps. Comme temps $t = 0$, on a choisi le moment du dernier tir d'abattage qui a précédé les mesures.

142. Méthode de calcul.

Il est apparu que les courbes représentant le débit de grisou $Q(t)$ en fonction du temps t présentaient toujours la même allure; en d'autres termes, on a toujours obtenu les mêmes courbes en rapportant les valeurs $Q(t)$ à une valeur de référence déterminée, qui était généralement le débit $Q(24 b)$. Il est apparu que la courbe :

$$\varphi'_{24}(t) = \frac{Q(t)}{Q(24 b)}$$

ainsi obtenue était valable également pour d'autres chantiers. A partir de cette formule, on peut donc facilement calculer par intégration, la quantité de

grisou libérée en un temps donné. Si à un instant t_1 après le tir, le ventilateur secondaire s'arrête, la quantité de grisou libérée dans la galerie à un instant t_2 ($t_2 > t_1$) s'élève à

$$V_{t_1}^{t_2} = \int_{t_1}^{t_2} Q(t) dt = Q(24b) [\varphi_{24}(t_2) - \varphi_{24}(t_1)],$$

formule dans laquelle φ est l'intégrale de φ' . $\varphi_{24}(t_2)$ et $\varphi_{24}(t_1)$ peuvent être lus sur un diagramme obtenu à partir de la courbe $\varphi'_{24}(t)$.

$Q(24)$ est encore inconnu, mais peut être calculé lorsque le débit d'air et la teneur en grisou de l'air ont été mesurés immédiatement après l'arrêt du ventilateur secondaire :

$Q(t_1)$ est en effet alors connu et comme $\frac{Q(t_1)}{Q(24)} = \varphi'_{24}(t_1)$, $\varphi'_{24}(t_1)$ pouvant être lu sur le graphique

$\varphi'_{24}(t)$, on peut calculer $Q(24)$ et ensuite $V_{t_1}^{t_2}$

143. Conclusions.

Grâce à la méthode indiquée ci-dessus, on peut calculer le volume de grisou libéré de même que le volume de grisou accumulé dans le traçage après un temps d'arrêt déterminé du ventilateur secondaire. Cette méthode de calcul ne peut être appliquée que lorsqu'il s'agit de montages. Dans les traçages horizontaux ou dans les descenderies, il se forme une nappe de grisou le long du toit qui s'écoule en direction du travers-bancs à partir duquel la galerie a été amorcée; le grisou libéré se trouve ainsi en partie évacué.

D'après les données connues, l'erreur de mesure relative sur $V_{t_1}^{t_2}$ vaut environ 30 %.

2. DISPERSION DES BOUCHONS DE GRISOU PROVOQUES PAR LES TIRS

21. Introduction.

Lorsqu'un chantier progresse rapidement, la teneur en grisou dans le courant d'air peut parfois s'élever à 1 % environ en fin de semaine. Si la pointe de tir augmente également la teneur de 1 %, la teneur en grisou de l'air dépasse la limite réglementaire. A ce sujet, on peut se demander si la teneur maximale en grisou de la pointe de tir diminue lorsque le bouchon de grisou progresse dans la galerie et dans la mine; en d'autres termes, si l'accumulation de grisou est diluée au cours de son évacuation sous l'action du courant d'air. La dilution d'un bouchon de grisou initialement homogène, par

diffusion moléculaire et turbulente, au contact du courant d'air qui le transporte, sera désignée dans la suite de cet exposé sous le nom de « dispersion ».

Des travaux concernant les problèmes de dispersion ont été publiés, notamment ceux de Taylor. Ces derniers se rapportaient toutefois à des cas types théoriques bien définis et à des expériences minutieuses effectuées en laboratoire.

En principe les phénomènes concernant la dispersion en laboratoire sont les mêmes que dans une galerie souterraine. Mais dans une galerie souterraine, il n'existe pas de canal d'écoulement à section circulaire dont les parois soient recouvertes d'aspérités régulièrement réparties, ni de conditions idéales d'écoulement laminaire ou turbulent. C'est pourquoi on a étudié expérimentalement dans quelle mesure ces différences peuvent affecter le bien-fondé de la théorie de Taylor. Les expériences du même genre effectuées antérieurement dans un chantier présentaient des défauts : les nombreuses fuites des canars avaient pour effet d'accélérer la dilution. Aussi a-t-on décidé d'effectuer de nouvelles expériences, sur une plus grande échelle, dans un travers-bancs où le débit d'air serait constant et où l'on pourrait provoquer artificiellement un bouchon de grisou en y injectant du méthane sous pression.

22. Dispersion de bouchons de grisou artificiels

221. Méthode.

La manière la plus simple de comparer les mesures expérimentales et les résultats théoriques de Taylor est d'étudier la dispersion d'un bouchon de grisou à haute teneur en méthane qui, à un moment donné ($t = 0$), se dégage dans le courant d'air, dans une section très mince du canal d'écoulement. A une distance x de ce point d'entrée à section infiniment mince, on peut, selon Taylor, exprimer la variation de la teneur en méthane en fonction du temps par la formule

$$c = \frac{A}{\sqrt{k t}} e^{-(x - ut)^2 / 4 k t} \quad (1)$$

dans laquelle u est égal à la vitesse moyenne d'écoulement tandis que le facteur A est fonction du volume de grisou libéré et de la section du canal d'écoulement. La valeur k est une mesure de l'intensité de la dispersion et, selon la théorie, elle dépend d'une certaine manière de la vitesse. Si l'on mesure

la variation $c(t)$ en un certain nombre de points sur le trajet du bouchon de grisou et si, de cette manière, on effectue les mesures pour différentes vitesses du courant d'air, on peut calculer k et comparer la variation de k en fonction de u avec la relation théorique $k(u)$. Toutefois, cette façon de procéder comporte des inconvénients; par exemple, la présence de zones où se concentrait un mélange explosif et la difficulté de créer en un point d'entrée à section très mince un bouchon de grisou à très haute teneur. C'est pourquoi, on a créé le bouchon de grisou en injectant du gaz dans le courant d'air en un certain point et pendant un court laps de temps (1 à 5 minutes), de manière à obtenir un bouchon de plus grande longueur et à teneur en méthane moins élevée. Lorsque l'on a mesuré la variation $c(t)$ en un point situé à une distance raisonnable du point d'injection, cette relation correspondait assez bien à celle qui a permis d'établir la formule (1). Dès lors, on pouvait imaginer que ce bouchon provenait d'un point d'entrée fictif à section très mince où la teneur était très élevée. De cette manière, il a été finalement possible d'appliquer la méthode de calcul exposée ci-dessus.

222. Galerie de mesure et disposition des appareils de mesure.

Un tronçon de travers-bancs de 1 300 m de longueur, situé à l'étage 316 m de l'une de nos mines, a été choisi parce qu'il répondait le mieux aux conditions requises par la galerie expérimentale (fig. 8a). L'origine du travers-bancs, située en aval de l'ensemble du trajet, a été désignée comme point O. Le point y est un point situé à y m en amont du point O. Le courant d'air se dirigeant vers les puits I et II provenait du puits d'entrée d'air III; la vitesse du courant d'air pouvait être graduellement réglée de quelques dm/s à quelques m/s à l'aide de portes situées en O.

Les bouchons de grisou étaient créés par injection de grisou sous pression, initialement au point 1290, puis au point 1230 lors d'essais ultérieurs. La batterie de bonbonnes était raccordée à une conduite comportant successivement un détendeur, un rotamètre et un distributeur. Quatre flexibles reliaient ce distributeur à des éjecteurs à air comprimé suspendus dans le travers-bancs (fig. 8b). De cette manière, on pouvait obtenir une bonne répartition du gaz dans la section et un mélange homogène. Au cours d'expériences ultérieures, on n'a plus fait usage de détendeurs : les bonbonnes ont été reliées directement à un collecteur pourvu successivement d'une bride de mesure et du distributeur (fig. 8c).

Au début, pour enregistrer les variations $c(t)$, on avait coutume de placer trois grisoumètres aux trois points 1200, 1000 et 500 ou aux trois points 1000, 90 et 15. Au cours d'expériences ultérieures, on a

placé les grisoumètres aux points 1050, 800, 500 et 15.

La vitesse de l'air était d'abord réglée sommairement à l'aide d'un lugamètre, d'un anémomètre Gothe ou d'un anémomètre à ailettes jusqu'à ce que l'on atteigne la vitesse souhaitée. Ensuite, on mesurait les différentes vitesses d'air dans toute la section en tendant des cordes à travers celle-ci et en mesurant la vitesse au point situé au centre des compartiments ainsi délimités.

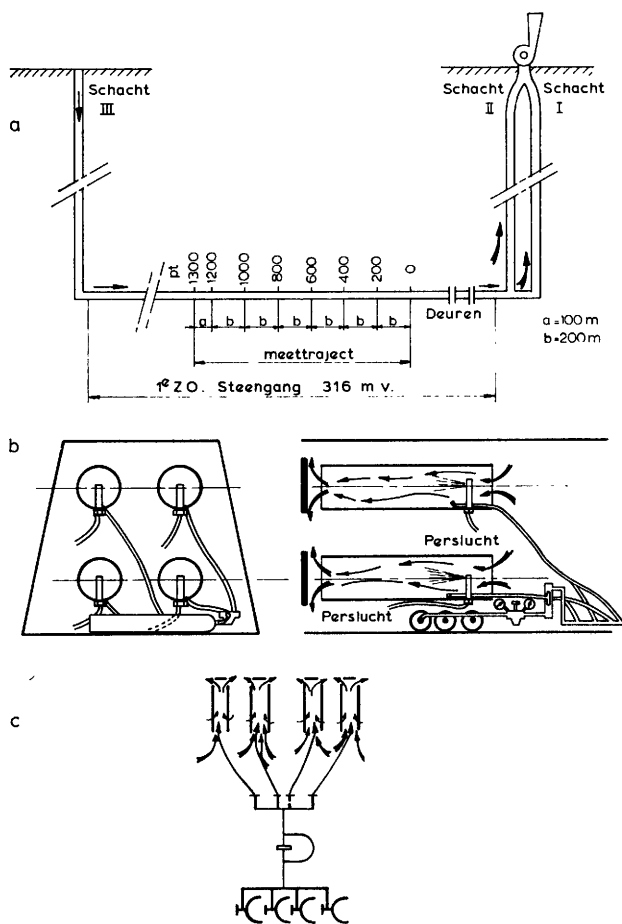


Fig. 8.

Schacht	= Puits
Deuren	= Portes
Meettraject	= Trajet de mesure
Steengang	= Bouveau
Perslucht	= Ejecteur d'air

223. Résultats des mesures.

La figure 9 montre, à titre d'exemple, les courbes $c(t)$ (« pointes ») enregistrées au cours de l'une des expériences. Lors de chaque essai, on a mesuré en particulier :

a) La surface des « pointes » enregistrées par les appareils enregistreurs. Cette surface est une mesure de la quantité de grisou émise. C'est pourquoi, lors d'une même expérience, les surfaces des pointes enregistrées doivent être égales. Si certaines diffé-

rences sont parfois apparues et si, par exemple, la surface de la pointe enregistrée au point le plus proche du point d'injection était manifestement différente des deux ou trois autres surfaces, cela était dû aux erreurs de mesure et au manque d'homogénéité du mélange et surtout au fait que les grisoumètres enregistreurs ne peuvent guère suivre les variations rapides de la teneur en grisou qui se produisent précisément à proximité du point d'injection.

b) Le temps t où la teneur maximale en grisou du bouchon est atteinte.

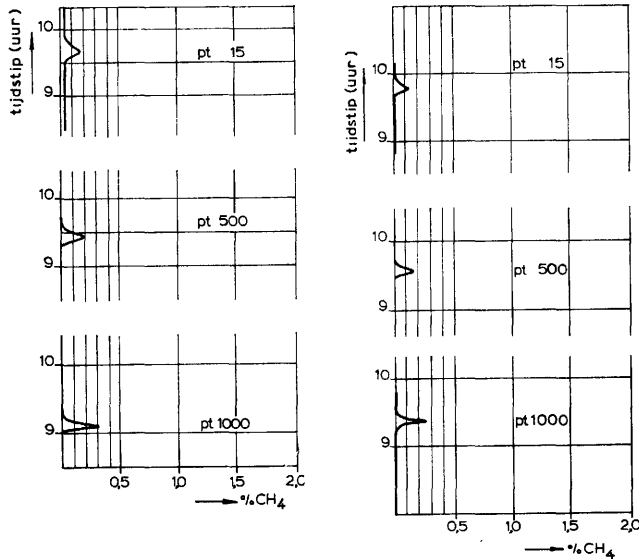


Fig. 9. — Pointes de grisou mesurées lors des essais de dispersion

Tijdstip (uur) = Marque de temps (heure)
 pt (punt) = point

Les grisoumètres ne donnent qu'un point par minute. Lorsque l'on fixe le temps t pour l'un de ces points, on le fixe automatiquement pour tous les autres points enregistrés. Toutefois, la teneur maximale peut être atteinte entre deux de ces points et l'on peut s'en rendre compte en examinant l'allure de la courbe $c(t)$ (pointe).

Une fois définis les temps t où la teneur maximale est atteinte aux différents points de mesure, on a pu déterminer la vitesse de déplacement du bouchon de grisou, c'est-à-dire la vitesse moyenne du courant d'air.

En comparant les vitesses du courant d'air déterminées de cette manière aux vitesses mesurées avec le lugamètre, etc..., on a constaté que ces dernières étaient plus élevées et que la différence, dans l'ensemble, n'était pas négligeable. Or, comme il s'agissait ici de mesures purement locales et qu'en outre, on pouvait douter de la précision des anémomètres utilisés, on a considéré comme valables les vitesses

calculées à partir de la durée de déplacement des bouchons de grisou.

c) La teneur maximale de la « pointe » enregistrée. Celle-ci doit toujours tenir compte de la courbe enregistrée avant et après le passage de la « pointe ». Lorsque les variations de teneur sont rapides, il arrive souvent que la teneur maximale soit atteinte entre deux points de mesure. C'est pourquoi, dans certains cas, la teneur maximale a été déterminée à l'aide de mesures effectuées avec un méthanomètre Auer, parallèlement à l'enregistrement.

La teneur maximale peut être calculée à partir de la relation $c(t)$. On peut affirmer avec une bonne approximation que $c_M = \frac{A}{\sqrt{k \cdot (x/u)}}$. Or, A

qui est fonction de la quantité de grisou débitée et de la surface de la section du travers-bancs, peut être remplacée. On obtient ainsi : $c_M = \frac{B u \sqrt{u}}{\sqrt{k x}}$, où

B est fonction de la surface de la pointe enregistrée et des échelles des temps et des teneurs adoptées pour les appareils enregistreurs. Ces valeurs de B peuvent toutes être calculées et comme u est également connu, il reste à calculer x et k . La valeur x est, elle aussi, inconnue car, comme on l'a expliqué plus haut, elle n'est pas égale à la distance réelle entre le point d'injection et le point de mesure. Comme chaque essai fournit des mesures en trois ou quatre points, on dispose de trois ou quatre équations qui permettent de déterminer la valeur de k et de x . Il y a donc plus d'équations que cela n'est

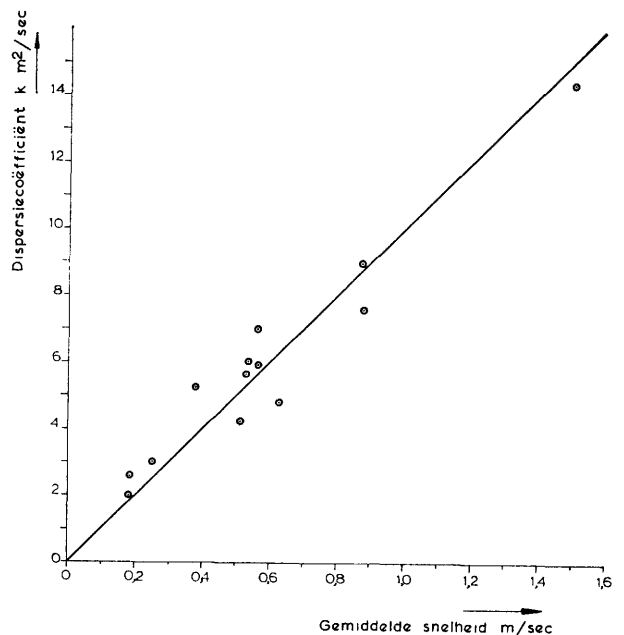


Fig. 10.

Gemiddelde snelheid = Vitesse moyenne
 Dispersiecoëfficiënt k = Coefficient de dispersion k

nécessaire en réalité pour pouvoir contrôler si l'évolution des relations teneur-distance est conforme à la théorie de Taylor.

Si l'on établit le diagramme des valeurs de k en fonction des valeurs de u correspondantes, on obtient la figure 10. En effet, k est approximativement proportionnel à u , comme l'établit la théorie de Taylor. Cependant, les expériences donnent $k = 10 u$ tandis que, selon Taylor, k devrait être égal à $1,35 u$. Cela signifie que les taux de teneur des bouchons diminuent beaucoup plus rapidement que la théorie ne le prévoit. Ce phénomène est dû aux nombreuses différences qui existent entre la réalité et les conditions idéales dans lesquelles fut élaborée la théorie de Taylor.

224. Application.

En général, la relation $c(t)$ des « pointes » enregistrées dans les chantiers est plus compliquée que ne le laisse supposer ce qui précède. Les résultats des mesures précédentes, en particulier, la variation de k en fonction de u , peuvent toutefois être utilisées pour calculer, à l'aide d'un ordinateur électronique, la dispersion de tels bouchons de grisou.

Cependant, jusqu'à présent, on n'a pas encore eu l'occasion d'effectuer ces calculs.

23. Mesures relatives à la dispersion des bouchons de grisou provoqués par les tirs.

Bien qu'à la lumière des données précédentes il ne soit pas encore possible de comparer la valeur théorique et la valeur mesurée de la dispersion des bouchons de grisou qui se forment dans les chantiers, on dispose cependant d'un certain nombre de mesures relatives à la dispersion de ces bouchons.

Si aucune dispersion n'avait lieu, la teneur maximale (*) des pointes de tir exprimée en % de CH_4 ne baisserait qu'en raison de la dilution dans l'air. La teneur maximale des pointes de tir serait dans ce cas inversement proportionnelle au débit d'air. Si l'on mesurait au point 1 le plus éloigné du front, un débit d'air Q_1 et une teneur maximale b_1 , et si l'on obtenait au point 2 le plus proche du front, les valeurs Q_2 et b_2 , on devrait avoir en l'absence de toute dispersion :

$$b_1 \cdot Q_1 = b_2 \cdot Q_2$$

Sur la figure 11, nous avons porté en abscisses les valeurs Q_2/Q_1 et en ordonnées les valeurs b_1/b_2

(*) hauteur maximale h_1 de la pointe

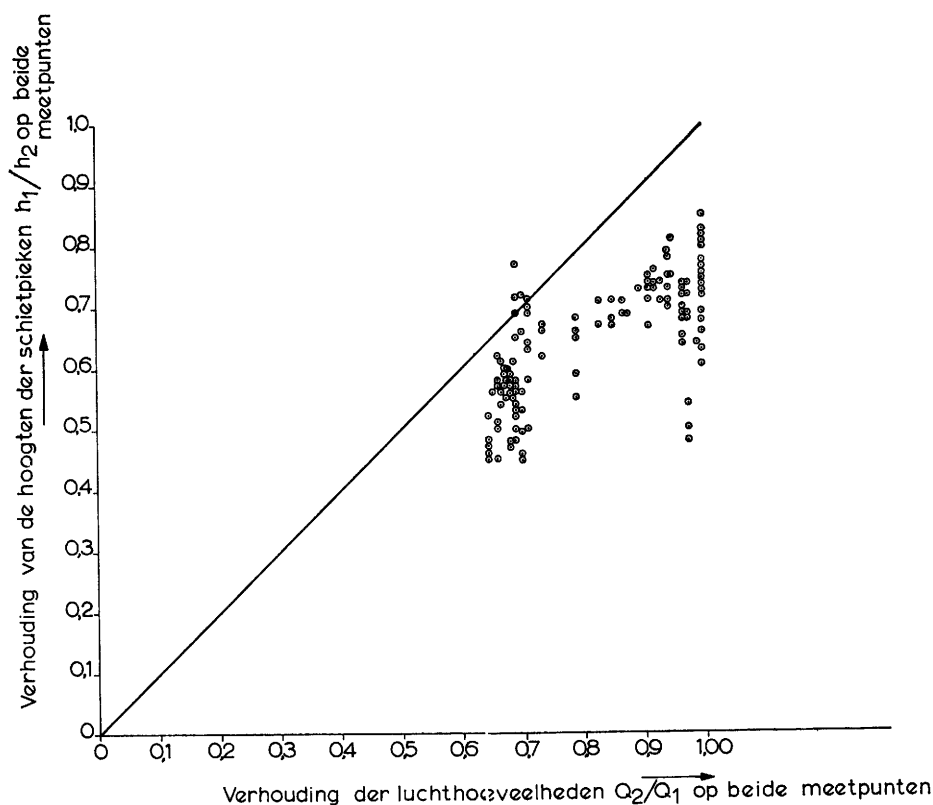


Fig. 11.

Verhouding der luchthoeveelheden Q_2/Q_1 op beide meetpunten
Verhouding van de hoogten der schietpieken h_1/h_2 op beide meetpunten

= Rapport des vitesses d'air Q_2/Q_1 aux deux points de mesure
= Rapport des maxima des pointes de tir h_1/h_2 aux deux points de mesure

trouvées dans l'un de nos chantiers. Les points indiqués pour différentes « pointes » les valeurs de b_1/b_2 et les valeurs correspondantes de Q_2/Q_1 .

Bien que la dispersion due aux causes précitées soit relativement forte dans ce cas-ci, la plupart des points s'inscrivent manifestement en dessous de la droite, tandis qu'en l'absence de dispersion, cette droite devrait traverser le nuage de points, étant donné que $Q_2/Q_1 = b_1/b_2$. En d'autres termes, b_1 diminue plus rapidement que sous l'effet de la dilution seule, ce qui revient à dire qu'il y a effectivement une certaine dispersion. La diminution supplémentaire de b_1 en raison de cette dispersion semble toutefois minime et ne représente que 20 % environ de la valeur de b_1 qui aurait été obtenue par la seule dilution. A partir d'une distance de 100 m du front, la dispersion ne joue donc dans ce cas, ainsi que dans un autre cas étudié, qu'un rôle très modeste. Pour savoir si cette dispersion est toujours et partout aussi faible, il faut avoir recours aux calculs et aux mesures de contrôle précitées.

24. Déplacement des bouchons de grisou provoqués par les tirs dans les galeries et conséquences pratiques.

Dans une mine belge, on a mesuré aussi à plusieurs reprises la variation teneur-temps de bouchons de grisou provoqués par le tir. Mais dans ce cas, les points de mesure étaient beaucoup plus proches du front; le point le plus éloigné se trouvait à 130 ou 140 m de celui-ci. Sur cette distance, on a enregistré de fortes baisses de la teneur maximale du bouchon de grisou. Aucune mesure n'ayant été effectuée à une plus grande distance du front, il n'a pas été possible d'établir une comparaison avec les mesures mentionnées au paragraphe 23. En outre, il est apparu que le bouchon de grisou ne se déplaçait que lentement. Au début, la vitesse de déplacement semblait même un peu inférieure à la vitesse du courant d'air, mais cette impression doit être attribuée au manque d'homogénéité du mélange. Ici aussi, la quantité de gaz dégagée joue un rôle certain. En tout cas, il semble possible, par exemple au moyen de têtes de mesure qui contrôlent la teneur en grisou du courant d'air près du front, de provoquer la mise hors circuit rapide d'appareils électriques situés en aval, longtemps avant que ceux-ci ne soient atteints par le bouchon de grisou qui se déplace à faible vitesse.

3. LUTTE CONTRE LES TENEURS TROP ELEVEES DE GRISOU DANS LE CAS DU DEGAGEMENT NORMAL DE GAZ

31. Généralités.

Le système de ventilation d'un traçage doit être et rester constamment tel que le débit d'air soit suf-

fisant pour maintenir la teneur en grisou en dessous de la limite réglementaire. Il convient de veiller à ce que les canars ne présentent pas de fuites, qu'ils ne soient pas partiellement obstrués par des pierres qui s'y seraient introduites et que les canars en matière plastique, lorsqu'on utilise ceux-ci, ne soient pas partiellement écrasés au cours des travaux de creusement de la galerie. Dans l'aéragé par canars, le ventilateur peut être installé de manière à souffler l'air ou à aspirer. On étudiera les avantages et les inconvénients des deux systèmes eu égard aux problèmes posés par le grisou. Certains dispositifs complémentaires sont parfois nécessaires pour maîtriser autant que possible les dégagements locaux de grisou ou pour assurer une dilution rapide de ceux-ci dans l'air amené par les ventilateurs. Il convient également de prendre des mesures pour éviter l'accumulation de grisou aux endroits où la ventilation est normalement insuffisante. Ces questions seront étudiées de façon approfondie.

32. Aspects de la lutte contre le grisou par le choix entre l'aéragé aspirant et l'aéragé soufflant.

321. Evacuation du grisou à front de chantier.

Rappelons que lorsqu'on fait des tirs de mines, il se produit souvent en peu de temps, au voisinage immédiat du front, des dégagements importants de grisou. Lorsque l'aéragé est soufflant, un jet d'air puissant sort généralement de l'extrémité du canar qui amène l'air frais à front, même lorsque l'orifice du canar est à une certaine distance du front. Le grisou libéré est alors emporté, mélangé à l'air frais, puis évacué. Lorsque l'aéragé est aspirant, la zone où se produit l'aspiration ne s'étend pas loin de l'extrémité du canar. En dehors de cette zone, il n'y a presque pas de mouvement d'air, de sorte que le grisou libéré ne peut disparaître que par diffusion, c'est-à-dire selon un processus long. Pour évacuer le grisou de façon satisfaisante et aussi rapidement que possible, il faudrait que la ligne de canars soit prolongée jusqu'à front. Or, dans ce cas, l'extrémité du canar serait certainement endommagée lors du tir. C'est pourquoi, en cas d'aéragé aspirant, la meilleure solution est d'ajouter une courte ligne de canars soufflants qui progressera en même temps que le front.

322. Evacuation du grisou libéré jusqu'au courant d'air passant.

Avec le système d'aéragé soufflant, le grisou libéré par le tir doit être évacué à travers la galerie, ce qui exige beaucoup de temps; comme de plus la teneur maximale en grisou du bouchon de gaz ne semble diminuer en général que faiblement à la suite de la diffusion, si le dégagement de gaz a été plus important que prévu, il se peut que des difficultés se produisent et qu'il y ait des risques pour le per-

sonnel encore au travail à quelque distance du front. Certains travaux ne devraient donc pas être repris avant le passage du bouchon de gaz, et s'il s'agit de galeries longues, le personnel ne devrait retourner à front qu'après un temps assez long.

Avec le système d'aéragé aspirant, le grisou libéré est évacué par la ligne de canars de sorte que les autres travaux du chantier peuvent se poursuivre sans aucune gêne. De plus, grâce à la grande vitesse dans les canars, le gaz est rapidement évacué. Cependant, avec ce système, le grisou qui se dégage des parois latérales de la galerie se répand jusqu'à front, ce qui peut parfois provoquer des teneurs en grisou plus élevées à front et constituer un inconvénient pour le tir. De plus, avec l'aéragé aspirant, le gaz évacué passe à travers le ventilateur. En conséquence, il faut que le ventilateur soit de construction telle qu'il ne produise pas d'étincelles, par exemple au droit des pales. Par mesure de sécurité contre les inflammations, il faut observer que dans le système d'aéragé secondaire aspirant, on place le moteur du ventilateur à l'extérieur; ce mode de construction rend l'ensemble plus compliqué.

323. Lutte contre les nappes de grisou au toit .

Avec le système d'aéragé soufflant, on peut disperser les nappes de grisou au toit à l'aide de petites tuyères branchées sur les canars. Sous l'action du jet d'air à l'extrémité de ces tuyères, le grisou est dilué et évacué par le courant de retour d'air.

A cause de la faible portée de l'aspiration, le système d'aéragé aspirant ne permet pas d'évacuer le grisou accumulé sous le toit; il faut à cet effet employer des éjecteurs spéciaux. On trouvera d'autres précisions sur la lutte contre les nappes de grisou dans l'exposé de M. Vandeloise et dans le film du Steinkohlenbergbauverein.

324. Montage en série des ventilateurs.

Lorsqu'on place des ventilateurs en série, il convient de disposer ceux-ci de telle manière qu'il ne se produise nulle part de surpression ou de dépression dans la ligne de canars suivant que la ventilation est aspirante ou soufflante. Dans les mines néerlandaises où il a fallu plusieurs fois monter des ventilateurs en série dans une ligne de canars soufflants, on a branché sur le tronçon de la ligne de canars situé entre les ventilateurs un tube en U permettant de contrôler à tout moment la surpression. Si l'on n'agissait pas ainsi, à cause des inétanchéités de la ligne de canars, il se produirait un rebrassage de l'air vicié.

33. Lutte contre les soufflards de grisou.

En matière de lutte contre les soufflards de grisou et dans le domaine du captage de ces soufflards, les

mines de la Sarre ont acquis une vaste expérience, notamment lorsqu'il s'agit de longs traçages.

Les petits soufflards rencontrés au début pouvaient être combattus par les moyens ordinaires, grâce à un apport d'air suffisant. Pour lutter contre les soufflards plus importants rencontrés ultérieurement (jusqu'à 25 m³/min), il a été plusieurs fois nécessaire de fermer les portes du dernier barrage de tir édifié — il y avait un barrage tous les 500 m — et de capter le grisou derrière ce barrage. Il a fallu parfois attendre 6 mois pour que l'activité du soufflard diminue suffisamment pour permettre de le réduire par d'autres moyens et de poursuivre les travaux.

Lorsque le soufflard était situé de manière favorable et a pu être localisé à temps, on a édifié une sorte de cloche en pierre, en bois et en béton (fig. 12) dans laquelle on captait le gaz. De nombreux soufflards ont pu ainsi être combattus efficacement. Dans bien des cas, ce n'est qu'au bout d'une semaine seulement que le débit de gaz initial a diminué de plus de moitié et après 3 à 6 mois, que le dégagement de gaz a disparu.

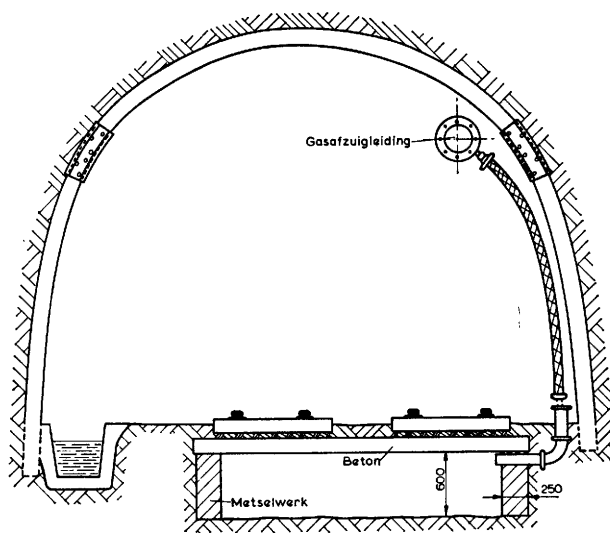


Fig. 12. — Coupe transversale d'une petite chambre de captage de gaz au mur d'une galerie

Gasafzuigleiding	== Conduite de captage de gaz
Beton	== Béton
Metselwerk	== Maçonnerie

On rencontra une fois un très grand soufflard qui s'étendait sur toute la largeur du mur de la galerie. Pour le réduire, on construisit dans le mur une grande chambre à partir de laquelle le grisou fut capté (fig. 13). Pour empêcher que la chambre ne fût noyée par des venues d'eau, on a utilisé une pompe au moyen de laquelle le niveau d'eau a pu être maintenu suffisamment bas.

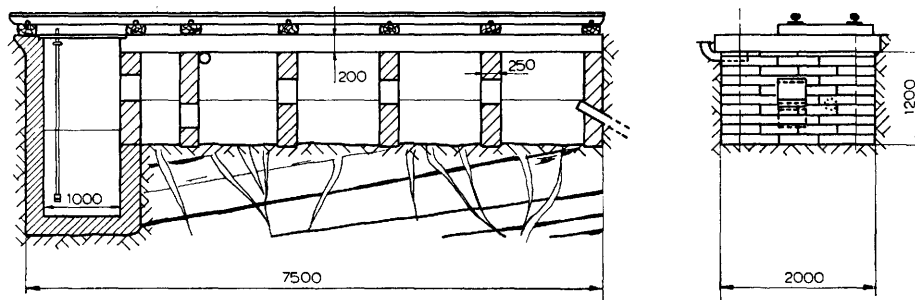


Fig. 13. — Coupe d'une grande chambre de captage le gaz au mur d'une galerie

Les efforts entrepris pour capter la plus grande partie possible du grisou émis dans une conduite séparée, à l'aide de chambres analogues à celle qui est décrite ci-dessus, ont été complétés par le forage de trous de captage au toit et au mur. On a obtenu ainsi de bons résultats, surtout lorsqu'il s'agissait de forts dégagements de grisou. Toutefois, lors du forage des sondages, on a parfois atteint la partie centrale du soufflard, ce qui provoquait l'irruption soudaine de grandes quantités de gaz dans la galerie et forçait le personnel à se retirer précipitamment derrière le barrage. Afin d'éviter autant que possible de tels incidents, on a aménagé dans la galerie des niches spéciales à partir desquelles, on a pu forer des trous de grand diamètre jusqu'à une longueur de 240 m. Comme le montre la figure 14, le forage à partir de ces niches s'effectue à travers un tubage vertical étanche, de sorte que si l'on rencontre un soufflard, le trou peut être branché directement sur la conduite de captage, tout en permettant de retirer le train de tiges de forage. Grâce à cette méthode, on a déjà pu procéder au prédégazage de soufflards situés à de grandes distances et qui, lorsque le front s'approchait, étaient déjà suffisamment dégazés pour pouvoir être neutralisés à l'aide des cloches à gaz déjà mentionnées.

34. Endroits où la ventilation est insuffisante.

Il convient de boucher le mieux possible et par conséquent de rendre inaccessibles toutes les cavités en général et en particulier celles du toit. Si cela est impossible ou peu souhaitable pour une raison quelconque, ces cavités doivent être contrôlées fréquemment et attentivement afin d'y déceler la présence éventuelle de grisou. Si l'on y trouve du grisou, elles doivent être ventilées efficacement à l'aide de tuyères ou d'éjecteurs. La nécessité d'un aérage efficace existe également pour les niches dans lesquelles du grisou peut s'accumuler. Dans les rétrécissements

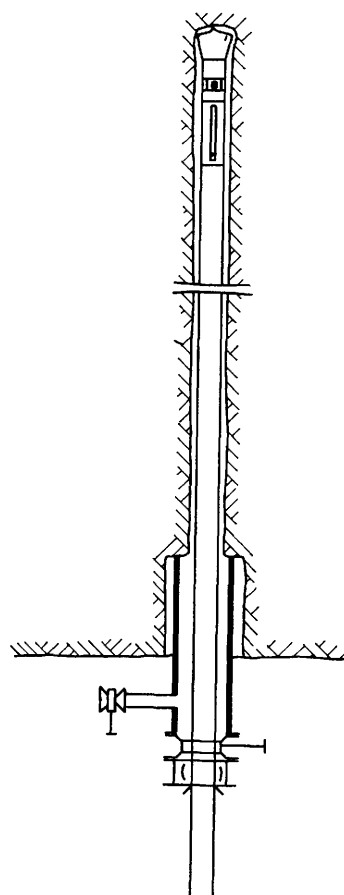


Fig. 14. — Schéma de forage de sondages de dégazage.

tels qu'il en existe lorsque la section de la galerie diminue ou augmente brusquement, il peut aussi se produire parfois des accumulations locales de grisou, de sorte qu'il est indispensable de bien les contrôler et de prendre éventuellement toutes mesures pour y améliorer aussi l'aérage.

4. LUTTE CONTRE LES DEGAGEMENTS INSTANTANES DE GRISOU DANS LES TRAVAUX PREPARATOIRES

41. Généralités.

L'expérience et les recherches entreprises en ce domaine ont montré que les facteurs suivants ont une grande importance dans la genèse des dégagements instantanés : la structure du charbon — la pression du grisou dans le charbon — et les contraintes dans le charbon et dans la roche. Les conditions locales sont d'autant plus favorables au déclenchement d'un D.I. que la structure du charbon est plus perturbée, que la pression du gaz dans le charbon est plus élevée et que les contraintes dans le charbon et dans la roche sont plus élevées. Les moyens actuels de lutte contre les D.I. visent à réaliser un dégazage et une détente suffisants du charbon et de la roche.

Autrefois, le moyen principal de lutte consistait à effectuer des tirs d'ébranlement. Cette méthode semblait assez efficace, mais outre qu'elle détruisait fortement le charbon, elle présentait l'inconvénient de provoquer parfois des D.I. qui ne se seraient pas produits autrement. Un résultat favorable est obtenu lorsque ces D.I. surviennent immédiatement après le tir, mais ils constituent un danger s'ils ne se produisent que quelques heures après le tir, comme cela s'est vu plusieurs fois.

Il est parfois possible de provoquer préalablement le dégazage et la détente de la couche qui paraît suspecte de D.I. sur la base de certains indices, en exploitant tout d'abord une couche voisine non dangereuse (appelée couche égide). Mais cela n'est pas toujours possible.

Depuis 1955, on applique en Belgique et en France une nouvelle méthode consistant à forer dans le charbon, à front de chantier, des trous de détente. Cette méthode appliquée jusqu'à présent dans les travaux préparatoires en combinaison avec le tir d'ébranlement, sera étudiée ci-après. De même, on examinera la méthode mise au point pour prévenir autant que possible les D.I. de grisou lors de la recoupe d'une nouvelle couche.

42. Prévention des dégagements instantanés de grisou par la foration de gros trous de détente.

421. Diamètre, nombre et direction des sondages de détente.

A front du traçage, on fore un éventail, c'est-à-dire un faisceau de trous divergents, dans le massif de charbon, en direction de l'avancement. Ces trous ont en général un diamètre de 115 mm, valeur qui est le résultat d'un compromis. Un diamètre supé-

rieur présente des dangers lors de la foration, tandis que si l'on choisit un diamètre inférieur, la détente et le dégazage sont trop faibles. A plusieurs reprises, on a foré des trous de 85 mm, lorsque la réactivité des trous de 115 mm au cours de la foration devenait trop grande.

La longueur des trous est généralement comprise entre 15 et 20 m. Lorsqu'à la suite de l'avancement du front, les trous forés en direction de l'avancement ne présentent plus qu'une couverture de 5 m de longueur, un nouvel éventail est foré. En général, un éventail comprend au moins 5 trous. Le nombre de trous et le schéma de forage dépendent des conditions locales et doivent être déterminés expérimentalement. Lorsque le nombre de trous est insuffisant, la détente obtenue est trop faible. Lorsque le nombre de trous est excessif, la zone de protection entre le front et la partie non détendue de la couche est trop affaiblie. Là aussi, il s'agit de trouver un compromis. En Belgique, le schéma de forage suivant a permis d'obtenir dans un certain nombre de cas de couches en plateure, des résultats favorables (fig. 15).

Cinq trous sont forés en éventail en direction de l'avancement. Le 6^e trou s'écarte des cinq autres et est foré dans la paroi de charbon du côté amont-

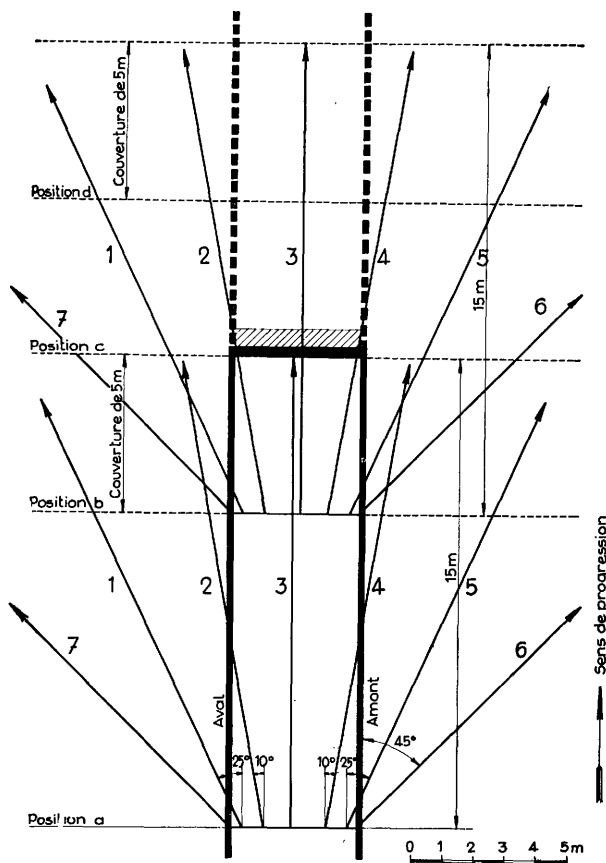


Fig. 15. — Schéma de forage de sondages de détente dans une galerie

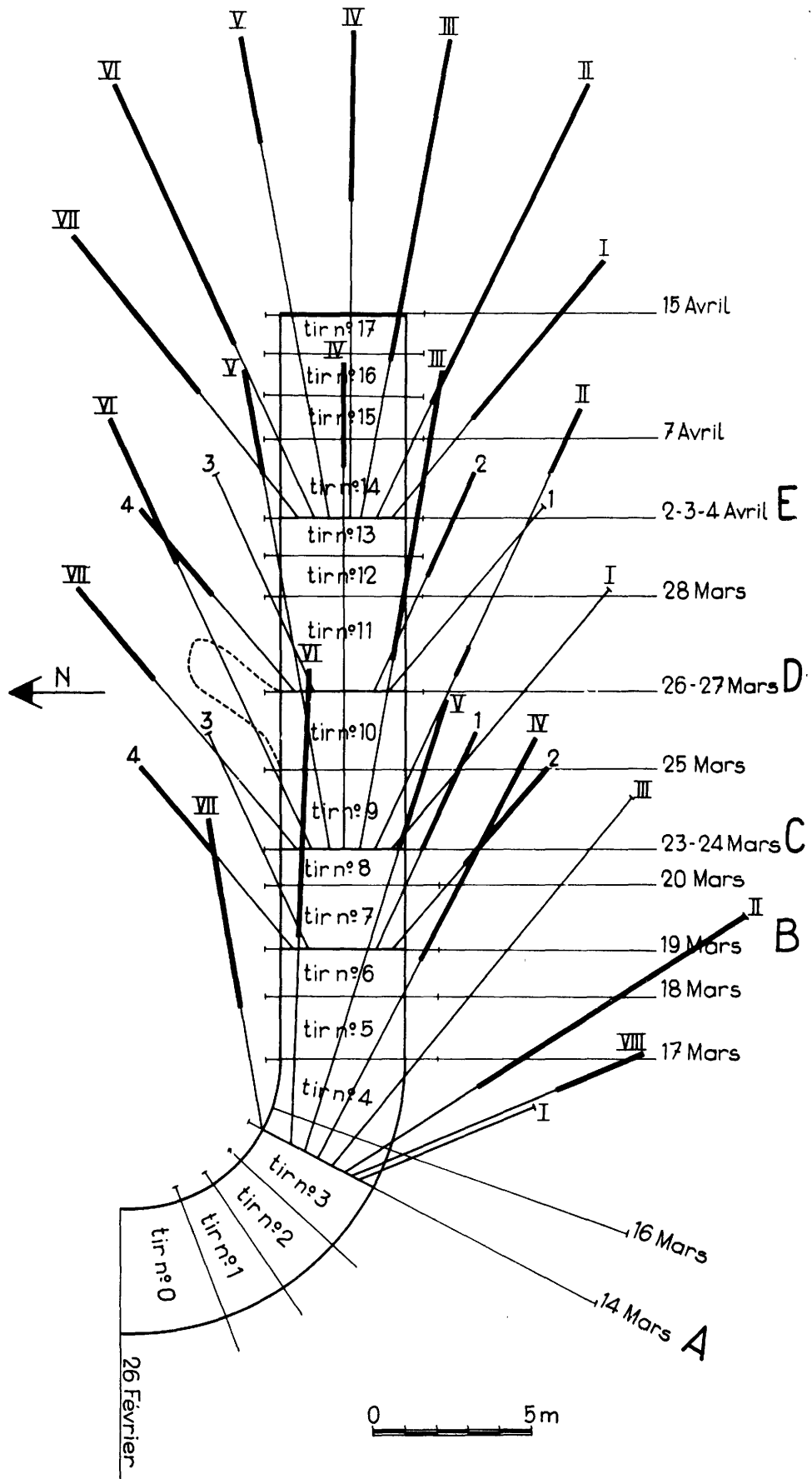


Fig. 16. — Schéma de forage de sondages de détente dans une galerie

pendage, le 7° trou est foré du côté aval-pendage. Le 6° trou s'est avéré nécessaire dès que la pente atteint 15°. Si l'on omet de forer ce trou, il peut se produire un glissement de charbon sous l'influence de la pesanteur et cela peut être à l'origine d'un dégagement instantané. Le trou n° 7 est nécessaire pour détendre suffisamment l'autre paroi latérale de la galerie; cela est particulièrement important lorsque la galerie se rapproche latéralement d'un dérangement géologique.

Parfois on fore encore d'autres trous de détente. La figure 16 en montre un exemple. Dans ce cas, un faisceau intermédiaire de trous de 7,5 m de longueur, indiqué en chiffres arabes, a été foré entre deux réseaux successifs de 7 trous constitués par 5 trous de 15 m de longueur et 2 trous de 10 m de longueur, repérés par des chiffres romains. Les trous intermédiaires ont été prévus pour provoquer une détente supplémentaire des parois latérales.

422. Foration.

Pendant la foration des trous de détente, il se produit souvent un dégagement intense de gaz, de même que des projections de charbon. Le volume de charbon ainsi projeté est supérieur au volume du trou foré. Le charbon qui, pendant ou après le forage, flue vers le trou a tendance à l'obstruer. Aussi arrive-t-il fréquemment qu'au cours de l'avancement du front, on ne retrouve plus aucune trace de faisceau de trous de détente.

Il se dégage parfois beaucoup de gaz et de charbon au cours de la foration du ou des premiers trous d'un réseau, tandis que la réactivité des trous forés ultérieurement est beaucoup plus faible, voire nulle. En de tels cas, une détente et un dégazage importants se sont apparemment produits à la suite de la foration des premiers trous.

Pour forer les trous de détente, on utilise souvent la sondeuse Nüsse et Gräfer P III/4 ou P IV/6. On injecte une faible quantité d'eau ou d'air humide par les tiges et la couronne de forage. Le débit d'eau doit être juste suffisant pour abattre la poussière. La visibilité à front est ainsi meilleure, ce qui est important lorsque le personnel est obligé d'évacuer les lieux. En outre, l'érosion de la paroi du trou de sonde, lorsque se produisent des projections de charbon, est contrecarrée par le forage humide.

On utilise habituellement des tiges de forage à hélices rapportées par soudage. L'expérience a montré que ces tiges évacuent mieux les fines de foration que les tiges lisses, celles-ci se bloquant plus facilement. Lorsque les trous dégagent subitement beaucoup de gaz au cours de la foration et que les projections de charbon sont importantes, on laisse tourner la machine sans exercer la moindre poussée, jusqu'à ce que l'intensité des manifestations ait nettement diminué. Si l'on maintenait quand même l'a-

vance du train de tiges, on risquerait que celles-ci ne se coincent ou que l'intensité du dégagement gazeux et des projections de charbon ne devienne excessive. Le front est blindé à l'aide d'étauçons et de planches afin d'empêcher le déclenchement d'un dégagement instantané de gaz qui se prépare. La sondeuse et la table de commande sont disposées de telle façon que le personnel puisse fuir rapidement

423. Résultats.

La foration de gros trous de détente en combinaison avec les tirs d'ébranlement a permis de réduire au minimum le nombre de D.I. de grisou dans certains chantiers et même de les supprimer dans d'autres chantiers. Ce n'est que dans des circonstances très particulières et défavorables que l'on a encore observé des dégagements instantanés. Dans chaque cas, il faut toutefois rechercher expérimentalement le diamètre optimal des trous et le meilleur schéma de forage.

43. Prévention des D.I. lors de la recoupe d'une couche par un travers-bancs.

431. Procédé.

C'est au moment où les travers-bancs atteignent les veines de charbon que se produisent le plus souvent des D.I. Une méthode de prévention qu'il convient d'appliquer spécialement dans ces cas sera décrite brièvement ci-dessous. La figure 17 en montre un exemple.

Un certain nombre de trous de sonde (diamètre : 40 mm) sont forés lorsque le front n'est plus qu'à quelques mètres du mur de la couche. On renforce ensuite le soutènement du front du chantier et l'on fore les trous portant les numéros 1 à 10 (diamètre : 85 mm). Ces trous traversent la couche. On y introduit des tubes d'acier qui sont alors cimentés. On obtient ainsi un « bouclier » destiné à empêcher autant que possible, les éboulements, les glissements de charbon, etc... lors des travaux ultérieurs.

On fore alors les trous I à V de 115 mm de diamètre. Lors de cette opération, on injecte de l'eau sous pression par les tiges de forage en quantité suffisante pour extraire un certain volume de charbon hors de la couche. De cette façon, il se produit une cavité dans la couche vers laquelle le charbon et les épontes peuvent fluer et se détendre. Selon les experts hongrois qui ont été les premiers à appliquer cette méthode, le nombre de m³ de charbon à extraire par affouillement hydraulique de la couche doit être compris entre 1 et 2 m³ par mètre d'ouverture de la couche. Si l'on extrait un plus grand volume de charbon, la cavité dans la couche devient trop grande. On risque alors, lors de la traversée de la couche,

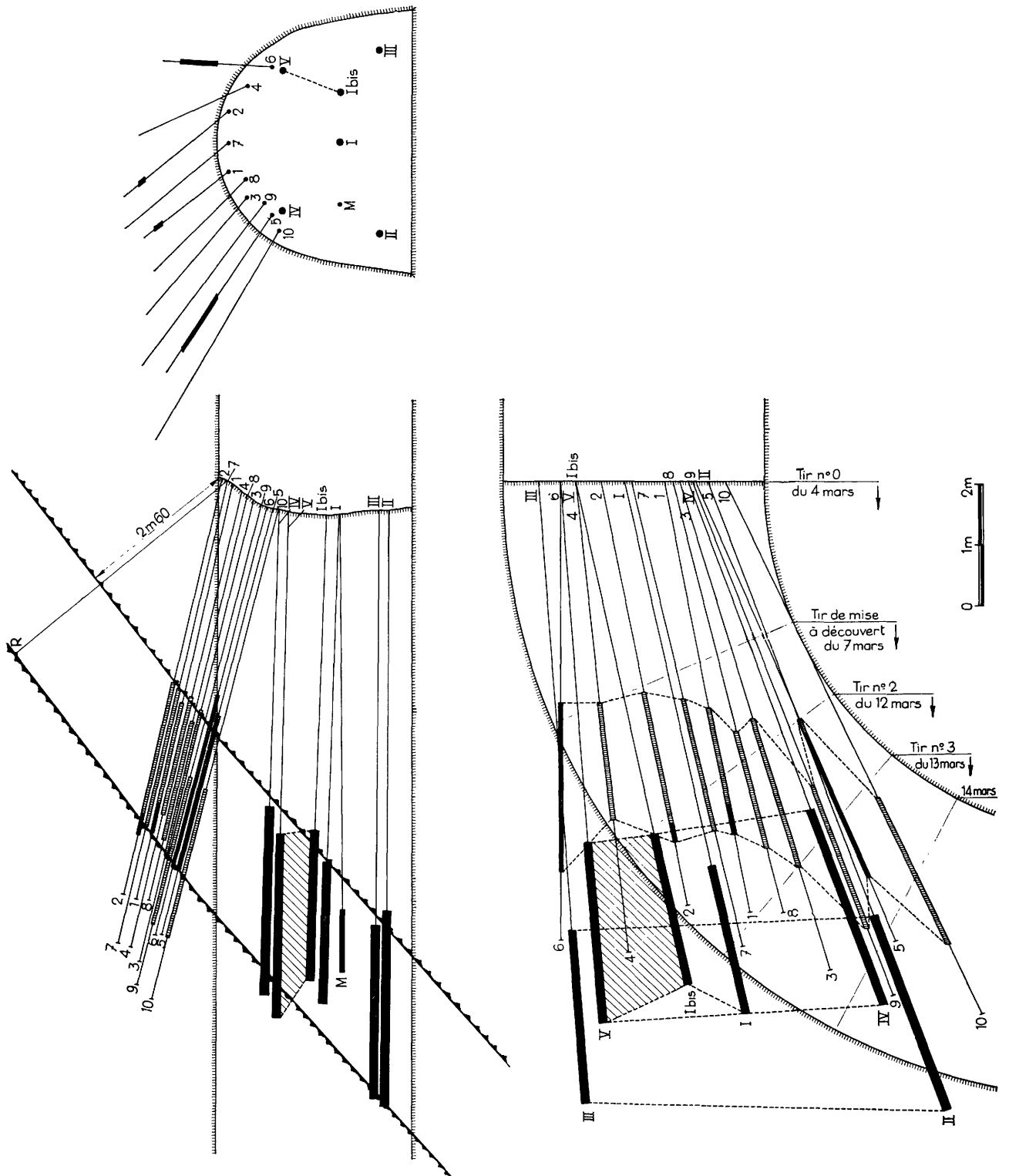


Fig. 17. — Affouillement hydraulique du charbon lors de la recoupe d'une couche par un bouveau

que le charbon ne continue à se détacher de la partie inférieure du toit, en dépit du « bouclier » préalablement mis en place et constitué par les trous armés et cimentés. Dans ce cas, la cavité doit être bouchée; ce travail provoque généralement beaucoup de difficultés et entraîne une grande perte de temps.

Les longs trous doivent toujours être forés de telle façon que la détente se répartisse autant que possible tout autour de la galerie en creusement.

La cavité créée dans la couche par l'injection d'eau sous pression est remplie de ciment afin d'éviter que, lors du tir de mise à découvert ultérieur, la couche ne présente des vides remplis de gaz. Après ce remplissage, la distance entre le front et la couche est réduite à moins de 2 mètres, puis la couche est mise à découvert par un ou plusieurs tirs.

La figure 17 montre dans quelles parties des trous, l'affouillement a eu lieu. Les boues de forage sortent généralement par l'espace situé entre les tiges de forage et la paroi du trou. Il peut arriver parfois qu'une communication s'établisse entre le trou en cours de foration et un trou précédent. Dans le cas actuel, l'eau est ressortie par le trou Ibis pendant que l'on faisait l'affouillement par le trou V.

432. Résultats.

Grâce à l'affouillement hydraulique tel qu'il a été décrit ci-dessus, on a pu traverser plusieurs veines dans les travers-bancs sans dégagement instantané. Certes, des sondages doivent être forés et d'autres travaux effectués à cet effet, mais ils demandent moins de temps qu'il n'en faudrait pour remettre le chantier en état après un dégagement instantané, abstraction faite des risques et des frais que celui-ci peut entraîner. Ici aussi, dans chaque cas d'espèce, il faut adapter empiriquement le programme de forage et le procédé. On ne peut donner que des indications générales.

44. Contrôle de l'efficacité des moyens de prévention.

Lors de la mise en œuvre des moyens de lutte contre les dégagements instantanés, les mesures énumérées ci-dessous permettent de contrôler plus ou moins si le massif a été suffisamment détendu et dégazé.

a) Mesures de désorption au moyen du désorbomètre portatif qui permet de mesurer sur place le dégagement gazeux en fonction du temps, d'échantillons de charbon prélevés dans un sondage. Les courbes de désorption obtenues sur des échantillons de charbon prélevés dans la zone détendue et dégazée sont beaucoup plus plates que celles d'échantillons de charbon prélevés dans les zones non détendues. Seule l'expérience permet de constater si la détente obtenue est suffisante.

b) Mesure de la concentration en gaz d'échantillons de charbon prélevés dans des sondages. Dans les zones détendues, cette concentration est notablement plus faible (2 à 3 m³/t) que dans les zones non détendues (6 à 8 m³/t).

c) Mesures sismiques. Si l'agitation sismique enregistrée par les géophones est très faible ou nulle après le tir, on peut conclure que le massif est détendu. Si cette agitation est importante, la détente est insuffisante. Ici encore on doit se baser sur l'expérience pour décider si la détente obtenue est suffisante.

d) Mesure du dégagement grisouteux après tir d'ébranlement. Si ce dégagement est faible, c'est que le dégazage et la détente du massif sont importants.

Il faut remarquer enfin que les critères sur la base desquels la détente et le dégazage apparaissent comme suffisants varient généralement d'un cas à l'autre. Les mesures précitées peuvent fournir de nombreuses indications utiles, mais elles sont encore entachées d'imperfections.

5. RECAPITULATION

- La quantité de grisou se dégageant lors d'un tir dépend d'un grand nombre de facteurs et de conditions. De manière générale, cette quantité, de même que la teneur maximale du bouchon de grisou, peuvent être calculées au moyen du bilan grisouteux. Mais si l'on veut, sur la base de ce calcul, déterminer le débit d'air nécessaire, il faut observer une marge de sécurité très large en raison de la dispersion des valeurs des quantités de gaz dégagées.
- Le dégazage d'un tronçon de paroi latérale de galerie en fonction de son âge évolue très régulièrement et, après deux ou trois semaines, il ne se chiffre généralement plus qu'à 10 % ou moins encore de la valeur initiale. Les mesures faites au début des travaux dans le chantier permettent d'établir une prévision raisonnable de l'évolution ultérieure.
- La quantité de gaz qui, à la suite de l'arrêt du ventilateur secondaire, s'accumule dans un chantier, a pu être calculée dans un certain nombre de cas, au moyen des courbes de dégazage en fonction du temps, obtenues par des mesures.
- La chute, par dispersion, de la teneur maximale d'un bouchon de grisou n'est importante que sur les 100 premiers mètres à partir du front. A une distance plus grande, cette teneur ne peut être sensiblement abaissée que par un apport d'air supplémentaire. Cependant, la dispersion des bouchons de grisou dans une galerie se réalise plus vite qu'on ne s'y attendrait sur la base des hypothèses et des expériences réalisées en laboratoire dans des conditions idéales.

- Pour lutter contre les teneurs de grisou trop élevées, dues au dégagement normal de gaz, l'aé-
rage soufflant présente généralement un peu
plus d'avantages que l'aé-
rage aspirant.
 - Les soufflards peuvent parfois être combattus de
façon efficace par la mise en place de manchets
à gaz ou par le forage de trous de dégazage
pouvant être aussitôt raccordés au réseau de cap-
tage. Toutefois, si les soufflards sont petits, il
suffit souvent d'installer un ou plusieurs éjec-
teurs pour assurer un mélange rapide.
 - On peut souvent prévenir avec succès les déga-
gements instantanés en forant des trous de grand
diamètre et de grande longueur qui assurent le
dégazage et la détente de la couche et de ses
épontes autour du chantier. Cela vaut aussi,
mutatis mutandis, pour l'affouillement hydrau-
lique lors de la recoupe d'une couche par un
travers-bancs.
 - Il est impossible de donner des règles fixes pour
la direction, le nombre et parfois le diamètre des
trous. Dans chaque cas, il faut, après réflexion
et éventuellement de façon empirique, établir le
programme de forage et fixer le diamètre qui,
tout en réalisant un dégazage et une détente suf-
fisants, ne comportent aucun risque injustifié. La
mesure, sur place, de la vitesse de désorption, la
mesure de la concentration en gaz d'échantillons
de charbon provenant de sondages, les mesures
sismiques et la mesure du dégagement grisou-
teux après tir d'ébranlement constituent des
moyens auxiliaires — encore imparfaits il est
vrai — qui permettent de contrôler jusqu'à quel
point les trous de sonde ont provoqué le déga-
zage et la détente du massif.
-

RESUME

On parle d'abord du dégagement de grisou dans un travail préparatoire. A cet égard, on fait la distinction entre la quantité de grisou libérée immédiatement après un tir de mines d'une part et d'autre part le dégagement continu de grisou du charbon de la paroi latérale de la galerie. Les dégagements spécifiques de grisou à la suite des tirs, par tonne de charbon abattu, sont calculés et comparés entre eux, tandis que la moyenne de ces valeurs est comparée à la différence entre la concentration en gaz de la couche et la concentration résiduelle moyenne par tonne de charbon évacuée sur le convoyeur. L'allure du dégagement de grisou d'un pan de paroi en fonction du temps est calculée dans un cas, à l'aide des mesures de teneur en grisou effectuées dans un chantier. En même temps, on parle de l'accumulation de grisou dans un chantier en cas d'arrêt de la ventilation secondaire.

Ensuite, on traite de la dispersion, c.à.d. de la dilution naturelle dans le courant d'air, des bouchons de grisou provoqués par les tirs, et notamment des

expériences qui avaient pour but de voir dans quelle mesure l'allure de la dispersion des bouchons de gaz dans une galerie de mine correspond aux résultats de la théorie sur la dispersion.

Lors de la description des moyens de lutte contre les teneurs de grisou trop élevées dans le cas du dégagement normal, on parle des mérites de la ventilation secondaire soufflante et aspirante comme moyen de lutte contre le grisou. On explique aussi comment il faut combattre les teneurs trop élevées en cas de dégagement localisé de grisou.

Finalement, on traite de la lutte contre les dégagements instantanés. A cet égard, on fait la distinction entre la lutte contre ces phénomènes lors du creusement d'un traçage en veine et lors de la recoupe d'une couche par un bouveau. Les procédés de lutte les plus nouveaux à appliquer dans les deux cas sont décrits. Le but de ces procédés est toujours de détendre et de dégazer suffisamment la roche et le charbon au voisinage immédiat du front de la galerie.

SAMENVATTING

Eerst wordt het vrijkomen van mijngas op een post besproken. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de direct ten gevolge van het schieten van een afslag vrijkomende hoeveelheid mijngas enerzijds en de continue gasafgifte van de kool in de zijwand van de galerij anderzijds. De t.g.v. het schieten vrijkomende hoeveelheden mijngas per ton vrijgemaakte kool worden berekend en onderling vergeleken, terwijl het gemiddelde van deze hoeveelheden wordt vergeleken met de gasinhoud van de koollaag, verminderd met de gemiddelde restgasinhoud per ton van de kool die op de transportband wordt afgevoerd. Het verloop van de gasafgifte van een stuk zijwand als functie van de tijd wordt voor één geval berekend, met behulp van de op een post verrichte mijngasconcentratietingen. Tevens komt de accumulatie van mijngas op een post bij uitvallen van de secundaire ventilatie ter sprake.

Vervolgens wordt de dispersie, d.w.z. de natuurlijke verdunning in de luchtstroming, van bij het schieten vrijgekomen mijngaswolken behandeld,

m.n. de experimenten die tot doel hadden na te gaan, in hoeverre het verloop van de dispersie van gaswolken in een mijngang beantwoordt aan de uitkomsten van de theorieën omtrent dispersie.

Bij de bespreking van de bestrijding van te hoge mijngasconcentraties bij de normale ontgassing komen de merites van blazende en zuigende secundaire ventilatie m.b.t. de mijngasbestrijding ter sprake. Ook wordt uiteengezet hoe het plaatselijk vrijkomen van mijngas in hoge concentraties moet worden bestreden.

Tenslotte wordt de bestrijding van mijngasuitbarstingen behandeld, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de bestrijding van deze verschijnselen bij het drijven van een galerij in een laag en de bestrijding ervan bij het aandrijven van een laag door een steengang. De nieuwste in beide situaties te gebruiken bestrijdingsmethoden worden besproken. De opzet van deze bestrijdingsmethoden is steeds het gesteente en de kool in de onmiddellijke nabijheid van het front van de galerij in voldoende mate te ontspannen en te ontgassen.

ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Bericht befasst sich zunächst mit dem Freiwerden des Grubengases. Es ist dabei zu unterscheiden zwischen einer durch Schiessarbeiten unmittelbar aus dem Abschlag freiwerdenden Grubengasmenge und einer kontinuierlichen Ausgasung (Dauerausgasung) aus dem Stoss. Die beim Schiessen freiwerdenden Grubengasmengen pro Tonne hereingewonnene Kohle werden berechnet und gegenseitig verglichen. Der Mittelwert dieser Mengen wird berechnet. Auch der Gasinhalt des Flözes und der mittlere Gasinhalt der abtransportierten Kohle werden ermittelt.

Der Verlauf der Ausgasung eines Abschnitts des Streckenstosses wird als Funktion der Zeit aus den Ergebnissen der schreibenden Messungen des Grubengasgehalts berechnet. Zugleich wird die Ansammlung von Grubengas an einem solchen Betriebspunkt beim Ausfall des Luttenlüfters zur Sprache kommen.

Anschliessend wird die Verdünnung der beim Schiessen freiwerdenden Grubengaswolken im Wetterstrom behandelt; es werden besonders die

Versuche erörtert, die den Zweck hatten zu prüfen, inwieweit der Verlauf der Verdünnung in einem Querschlag mit den Ergebnissen theoretischer Ueberlegungen übereinstimmt.

Beim Besprechen der Massnahmen zur *Bekämpfung* zu hoher CH_4 -Gehalte bei normaler Ausgasung werden die Vorzüge einer blasenden und einer saugenden Bewetterung gegeneinander abgewogen. Es wird auch erörtert, wie beim örtlichen Freiwerden von Grubengas an einer bestimmten Stelle zu hohe Gehalte zu bekämpfen sind.

Der Vortrag schliesst mit einer Auseinandersetzung über die *Bekämpfung* von Grubengasausbrüchen; dabei wird ein Unterschied gemacht zwischen der Bekämpfung dieser Ausbrüche beim Abbau-streckenvortrieb und deren Bekämpfung beim Anfahren eines Flözes vom Querschlag aus. Es werden die neuesten Bekämpfungsmethoden auf diesem Gebiet näher erörtert. Der Zweck der Bekämpfungsmethoden ist immer, eine ausreichende Entspannung und Ausgasung des Gebirges und der Kohle in der Nähe des Ortstosses herbeizuführen.

SUMMARY

In the first place, the release of firedamp in a preparatory work is discussed. In this respect, a distinction is made between the amount of firedamp released immediately after blasting on the one hand, and, on the other hand, the continuous release of firedamp from the coal of the side wall of the gallery. Specific releases of firedamp after blasting are calculated and compared per ton of coal won, whilst the average of these values is compared with the difference between the concentration of gas in the seam and the average residual concentration per ton of coal evacuated on the conveyor. The rate of release of the firedamp from a wall panel in function of time is calculated in one case with the aid of measurements of the percentage of firedamp carried out in a working place. At the same time, reference is made to the accumulation of firedamp in a working place in the case of a breakdown in the secondary ventilation.

Next, the report deals with dispersion (i.e. the natural dilution in the air current), clouds of firedamp caused by blasting, and particularly experi-

ments which aimed at finding out to what extent the rate of dispersion of the clouds of gas in a mine gallery correspond to the results of the theory of dispersion.

In the description of means of dealing with too high proportions of firedamp, in the case of normal release, mention is made of the merits of secondary blower- and suction-fans as a means of fighting firedamp. An explanation is also given of how to prevent too high proportions in the case of localized release of firedamp.

Finally, the fight against sudden outburst is dealt with. In this respect, a distinction is made between the fight against these phenomena during the driving of a development heading and during the intersection of a seam by a cross-cut. The newest preventive methods to be applied in both cases are described. The purpose of these processes is always to relax and drain off the gas sufficiently from the rocks and coal in the immediate vicinity of the face of the gallery.

Bibliographie - Schrifttum - Bibliografie

AGRAFEL R. Une installation moderne type d'aé-
rage principal de mine au Siège des Oules. *Mines* n°
103. 1963. p. 399/405.

ANDREIEFF B., ANDRE M., BLANCHARD
H. et CARLIER C. Les ventilateurs d'aé-
rage principal. Document N2 de la Société de l'Industrie
Minérale (aé-
rage - 2ème partie). *Revue de l'Indus-
trie Minérale*. Numéro spécial. 15 novembre 1962.
p. 242/276.

ARETS L.A.G.L., MAAS W., MUYSKEN P.J.,
STUFFKEN J. et WIJFFELS F.C.M. Het voor-
komen van mijngas en de strijd tegen te hoge
concentraties bij de Staatsmijnen in Limburg. *Geolo-
gie en Mijnbouw*. 41, 2 (1962). p. 39/86.

AUDIBERT E. Sur le gisement et le dégagement
des gaz de la houille. *Annales des Mines (France)*.
14. sér., T. 1, 1942. p. 71/109.

BAILLY-MAITRE. Ventilation secondaire cen-
trale. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1961, juin.
p. 417/427.

BAKKE P., LINSEL E., PAUL K. et WINTER
K. Kenngrößen zur Beurteilung von Methan-
schichtungen. *Glückauf-Forschungshefte*. 1966,
août, N° 4. p. 201/202.

BARTKNECHT W. Entwicklungen und Prüfungen
von explosionstechnischen Einrichtungen für
Grubengasabsauganlagen. *Schlägel und Eisen*.
1964, Nr. 3, S. 162/166, 168/172, 174/175, 177;
Nr. 4, S. 243/244, 260; Nr. 5, S. 322/325.

BARTKNECHT W. Gasexplosion in Rohrstrecken.
Bergfreiheit. 1966, Nr. 5, S. 101/117.

BARTKNECHT W. Explosionen in Rohrstrecken
und Massnahmen zur Verhütung schädlicher Explo-
sionsauswirkungen. *Moderne Unfallverhütung*.
1966, Nr. 10, S. 65/76.

BECKMANN F. Die Methansorption von Stein-
kohlen. *Brennstoff-Chemie*. 35. 1954, S. 6/14.

BECQUART M. et LALLIGIER G. Schéma
d'aé-
rage et aménagement du courant d'air. Docu-
ment N2 de la Société de l'Industrie Minérale
(aé-
rage - 2ème partie). *Revue de l'Industrie Miné-
rale*. Numéro spécial. 15 novembre 1962. p. 277/
320.

BECQUET J. Le simulateur d'aé-
rage du Cerchar, son fonctionnement, ses possibilités. *Travail et Maî-
trise*. 1966, n° 7, août-septembre. XI-XII.

BELIN J. Synthèse des résultats de l'étude des
D.I. effectuée avec l'aide financière de la CECA
de 1959 à 1964. *CR Cerchar*, 65 - 72 - 16/23.

BELIN J. Les travaux d'étude et de recherche. Le
Symposium de Nîmes sur les D.I. *Revue de l'Indus-
trie Minérale*. 1966, février. p. 114/125.

BELIN J. Résultats récents des études françaises
sur les dégagements instantanés de méthane. Com-
munication présentée au Congrès International sur
des problèmes de dégagements instantanés de gaz
et de roches. Leipzig. 1966, 13-18 octobre.

BELOVA J.F. Hydraulisches Zerklüften eines
Kohlenflözes in mehr als 100 m Umkreis. *Ougol*,
40 Nr. 2, 1965, S. 59/60. Uebers. StBV BV 7930.

BELUGOU P. et BERTARD C. Conception et
réalisation d'un simulateur d'aé-
rage au Cerchar. Mesures et calculs d'aé-
rage. Journée d'Information,
Verneuil, 28 juin 1962. *Charbonnages de France*.
Documents Techniques n° 7. 1962. p. 349/362.

BELUGOU P., de VERGERON M. et MONO-
MAKHOFF A. Contribution aux études de grisou-
métrie. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1964, janvier.
p. 57/63.

BELUGOU P. Les possibilités actuelles de la
grisoumétrie. Journée Sécurité « Contrôle et dé-
gagement du grisou ». Verneuil, 28 octobre et 18 no-
vembre 1965. *Charbonnages de France. Documents*
Techniques n° 11. 1965. p. 639/675.

BERTARD C. Comment estimer à partir de leurs dimensions géométriques la résistance à l'aéragé des ouvrages miniers. *Publication Cerchar* n° 127. 1962, mars.

BERTARD C. Développements récents des méthodes de résolution des problèmes d'aéragé principal au Cerchar. Mesures et calculs d'aéragé. Journée d'Information, Verneuil, 28 juin 1962. *Charbonnages de France. Documents Techniques* n° 7. 1962. p. 331/337.

BERTARD C. Valeurs pratiques des résistances. Document N2 de la Société de l'Industrie Minérale (aéragé - 2ème partie). *Revue de l'Industrie Minérale*. Numéro spécial. 15 novembre 1962. p. 232/241.

BERTARD C. Aéragé secondaire. Document N2 de la Société de l'Industrie Minérale (aéragé - 2ème partie). *Revue de l'Industrie Minérale*. Numéro spécial. 15 novembre 1962. p. 321/376.

BODE H. Der Inkohlungsvorgang und die Entstehung des Grubengases. *Glückauf*. 75. 1939, S. 401/409.

BORSCHEL W. Möglichkeiten zur Beherrschung von Grubengasbläsern im Streckenvortrieb. *Innenbetrieblicher Bericht Saarbergwerke* (1961).

BOZKO V.L. Vorentgasung der Flöze, eine notwendige Voraussetzung zur Steigerung der Betriebspunktförderung im Streb. *Ougol Ukrainy*. 4 Nr. 9. 1960, S. 11/13, Uebers. StBV BV 6974.

BROCHE M. Dispositif de contrôle à distance des atmosphères grisouteuses. *Charbonnages de France. Documents Techniques* n° 5. 1965. p. 287/288.

BROMILOW J.G. et SWIFT R.A. Der Fortschritt in der Schlagwetterabsaugung und -verwertung in Grossbritannien. *Berg- und Hüttenm. Monatshefte*, Wien und Leoben. 1963, S. 293/300.

BROUAT R. La prévention des dégagements instantanés dans les traversées de couches. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1963, mai. p. 333/363.

BROUAT R. La prévention des dégagements instantanés par trous de détente dans les Houillères du Bassin des Cévennes. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1963, décembre. p. 929/964.

BRUYET B. L'accumulation du grisou dans les traçages après arrêt de la ventilation secondaire. *Compte Rendu du Cerchar*, 1966, août.

BRUYET B. Etude des variations de teneur en grisou dans l'aéragé, dans le temps et à un point donné du retour d'air d'une taille. *CR Cerchar*. 65 - 72 - 01.

BUSCHE H. Betriebliche Massnahmen gegen die Gefahren des Grubengases durch Ueberwachung der Bewetterung. *Glückauf*. 1963, Nr. 10, S. 504/512.

CERCHAR. Rapport d'activité du Cerchar. Années 1962 - 1963 - 1964 - 1965.

CERCHAR. Coups de toit, grisou, poussières. Mission « mines de charbon » en U.R.S.S. (18 septembre - 30 octobre 1963). *Doc. Int. n° 1478 du Cerchar*. Juillet 1964.

CERCHAR. Rapport technique sur la recherche « gisement et dégagement du grisou » - Synthèse des travaux effectués du début de l'étude au 1-5-1965. *CR 65 - 72 - 011/35*.

Annexe I : J. GUNTHER - Etude de la liaison gaz-charbon.

Annexe II : P. CODET - Bilan grisouteux de quartiers exploités par tailles.

Annexe III : B. BRUYET - Etude des variations dans l'espace à un instant donné de la teneur en grisou dans l'aéragé d'une taille.

Annexe IV : B. BRUYET - Etudes des variations de teneur en grisou dans l'aéragé, dans le temps et en un point donné du retour d'air d'une taille.

Annexe V : P. PERRIN - Etude du gisement et du dégagement du grisou au Siège 5 de Bruay.

CERCHAR. Réunion en France de la Commission « Méthane » de la CECA (2ème semestre 1965). *CR Cerchar 65 - 72 - 16/48*.

CERCHAR. Règles générales pour réaliser le captage du grisou. Coefficients d'irrégularité de teneurs dans les retours d'air de tailles. *CR Cerchar 66 - 22 - 11/35*.

CERCHAR. Rapport technique sur la recherche « Gisement et dégagement du grisou », 2ème semestre 1965. *Document 66 - 72 - 01/13*.

CERCHAR. Appareil photoprofil. *Charbonnages de France. Bulletin d'Informations Techniques* n° 127. 1966, mars-avril. p. 17/18.

CERNOV O.I. et PUZYREV V.N. Der Einfluss der Stosstränkung auf die Ausgasung der Kohle. *Ougol*, 40. 1965, n° 4. p. 62/66.

CHAIINEAUX L. et SEELEMANN D. Résolution des problèmes d'aéragé par le calcul. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1961, août. p. 517/531.

CHAIINEAUX L. et BERTARD C. Résolution à la règle à calcul des problèmes des réseaux d'aéragé. Mesures et calculs d'aéragé. Journée d'Information, Verneuil, 28 juin 1962. *Charbonnages de France. Documents Techniques* n° 7. 1962. p. 339/347.

CHAIINEAUX L. Atmosphère des mines. Document N1 de la Société de l'Industrie Minérale (aéragé - 1ère partie). *Revue de l'Industrie Minérale*. Numéro spécial. 15 juillet 1962. p. 7/41.

CHAIINEAUX L. et VIN F. Risque d'inflammation du grisou par les particules métalliques projetées par les arcs à travers les joints antidéflagrants. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1965, septembre. p. 685/692.

CHARBONNAGES DE FRANCE. Un nouveau dispositif d'alerte acoustique : le hurleur HAT 6010. *Charbonnages de France. Bulletin d'Informations Techniques*. 1961, mai-juin. p. 15/16.

CHARBONNAGES DE FRANCE. Appareil d'enregistrement de vibrations, modèle Cerchar type SC. *Charbonnages de France. Bulletin d'Informations Techniques*. 1962, janvier-février. p. 10/11.

CHARBONNAGES DE FRANCE. Réunion d'information sur les dégagements instantanés. Verneuil, 25-1-1963. *Charbonnages de France. Documents Techniques* n° 5. 1963.

CIPA W. Grundlagen für die Planung hydraulischer Bohrlochsbehandlungen. *Erdöl-Zeitschrift*. 1960, 5, S. 151/162.

CODET P. Instruments de mesure utilisables pour le contrôle du captage du grisou au fond. Réunion du 29 juin 1962 à Verneuil sur le dégazage. *Charbonnages de France. Documents Techniques* n° 9. 1962. p. 443/447.

CODET P. Emploi des grisoumètres interférentiels pour l'analyse des gaz de captage. Réunion du 29 juin 1962 à Verneuil sur le dégazage. *Charbonnages de France. Documents Techniques* n° 9. 1962. p. 453/463.

CODET P. Bilan grisouteux de quartiers exploités par tailles. *CR Cerchar 65 - 72 - 01*.

CŒUILLET R. Connaissances actuelles sur les dégagements instantanés. *Annales des Mines (France)*. 1959, avril. p. 233/249.

CŒUILLET R. L'exploitation des mines à dégagements instantanés. Le Symposium de Nîmes sur les D.I. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1966, février. p. 126/141.

COPPENS L. Etudes sur la nature du gisement des grisous. *Annales des Mines de Belgique*. 38, 1937. p. 137/206.

CYRULNIKOV A.S. Bestimmung der Ausgabung der Förderkohle. *Dopovidi Akad. Nauk Ukraïnskoï RSR*. 1961, S. 913/919. Uebersetzung StBV BV 5960.

DAMBERGER H., KNEUPER G. u. TEICHMUELLER M. & R. Das Inkohlungs bild des Saarkarbons. *Glückauf*. 100. 1964, S. 209/217.

DAMBERGER H. Inkohlungsmerkmale, ihre statistische Bewertung und ihre Anwendbarkeit bei der tektonischen Analyse im saarländischen Steinkohlengebirge. *Dissertation BA Clausthal* 1966.

DAUNER G. Entstehen, Freiwerden und Erkennen von Grubengas (Methan). *Montan-Rundschaub*. 1965, Nr. 8, S. 213/218.

de CROMBRUGGHE O. et REMACLE J. Ventilation minière. Calcul des réseaux maillés. *Annales des Mines de Belgique*. 1958, octobre. p. 875/897.

DEGUELDRE G. et LAVALLEE H. Injection profonde en zone microfissurée. Prétéléinjection ou injection d'un panneau avant sa mise en exploitation. *Revue de l'Institut d'Hygiène des Mines*. 1965, n° 4. p. 199/231.

de VERGERON M. Les accumulations de grisou en couronne des galeries. Contrôle et dégagement du grisou. Journée de Sécurité. Verneuil, 5 avril 1962. *Charbonnages de France. Documents Techniques* n° 8. 1962. p. 377/398.

de VERGERON M. Etude du gisement et du dégagement du grisou. Réunion du 29 juin 1962 à Verneuil sur le dégazage. *Charbonnages de France. Documents Techniques* n° 9. 1962. p. 439/442.

de VERGERON M. La lutte contre le grisou par sa détection. *Annales des Mines de Belgique*. 1963, octobre. p. 38/56. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1964, février. p. 137/155. *Geologie en Mijnbouw*. 1963, décembre. p. 412/428.

de VERGERON M., GUNTHER J. et CODET P. Choix d'un coefficient pratique d'irrégularité des teneurs. *CR Cerchar 65 - 72 - 011/47*. 1965, 9 juillet.

de VERGERON M., CODET P. et BRUYET B. Observations systématiques du dégagement du grisou de plusieurs quartiers d'exploitation par tailles. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1965, septembre. p. 673/683.

de VERGERON M., CODET P. et BRUYET B. Observations sur le dégagement du grisou. Journée Sécurité « Contrôle et dégagement du grisou ». Verneuil, 28 octobre et 18 novembre 1965. *Charbonnages de France. Documents Techniques* n° 11. 1965. p. 677/696.

de VERGERON M. et CODET P. Les bouchons d'eau dans les conduites de captage de grisou. Conception d'un purgeur. Journée Sécurité « Contrôle et dégagement du grisou ». Verneuil, 28 octobre et 18 novembre 1965. *Charbonnages de France. Documents Techniques* n° 11. 1965. p. 705/711.

de VERGERON M. et BELIN J. Recherche d'un signe prémonitoire et chronologie des dégagements instantanés. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1966, janvier. p. 60/80.

de VERGERON M. et BELIN J. Etude des dégagements instantanés de méthane. *Annales des Mines (France)*. 1966, mars. p. 203/218.

DREIER K.B. Ueber die Adsorption von Methan an Steinkohlen. 1. Untersuchungen bei Methandrücken unterhalb 1 atm. *Brennstoff-Chemie*. 1966, Nr. 9, S. 275/280.

DUEPRE G. et DUERR R. Erfahrungsbericht über die bisherigen Ergebnisse der Ueberwachung der Grubenbaue auf Methanschichten. *Rapport interne des Mines Sarroises*. 1965, 13 février.

DUEPRE G. et DUERR R. Erfahrungsbericht über die praktische Bedeutung der Schichtenkennzahl für den Grubenbetrieb. *Rapport interne des Mines Sarroises*. 1965, février.

DUEPRE G. et DUERR R. Zweiter Erfahrungsbericht über die praktische Bedeutung der Schichtenkennzahl für den Grubenbetrieb. *Rapport interne des Mines Sarroises*. 1966, 23 juin.

DUERR R. Untersuchungen über den Gasinhalt der Fettkohlenflöze verschiedener Gruben der Saarbergwerke A.G. *Rapport interne des Mines Sarroises*. 1963, avril.

ETTINGER I.L. et LIDIN G.D. Einfluss der Feuchtigkeit auf die Methansorption durch Steinkohle (russisch). *Izvestija Akadmie Nauk USSR* Nr. 8. 1950, S. 1198/1203.

ETTINGER I. u.a. Natural factors influencing coal sorption properties. *Fuel* 45. 1966. Nr. 4, p. 267/282.

EXTERNBRINK W. Herstellen und Abdichten der Bohrlöcher für die Gasabsaugung. *Glückauf*. 1964. Nr. 17, S. 1028/1034.

FEYFERLIK H. Die Grubengasabsaugung beim Strebrückbau in Fohnsdorf. *Berg- und Hüttenm. Monatshefte*. 103. 1958, S. 41/51.

FLACHOWSKY G. et VOELKEL W. Methanführung in Wetterwegen des sächsischen Steinkohlenbergbaues unter besonderer Berücksichtigung der Schichtenbildung. *Bergakademie*. 1966. Nr. 3, S. 135/139.

FLUEGGE G. Mindestwettermenge, Mindestwettergeschwindigkeit und Methanschichten. *Glückauf*. 1964, Nr. 8, S. 444/450.

FORSTMANN R. et SCHULZ P. Die heutigen Erkenntnisse über das Auftreten von Grubengas und

seine Bekämpfung. *Bergbau-Archiv*. Bd 1. 1946, S. 81/142.

GARKAWI S.M. Erfahrungen mit der Befeuchtung der anstehenden Kohle durch Bohrlöcher und durch Druckwasser, um die Ausgasung zu verstärken. *Ougol*. 30. 1955, n° 7. p. 26/32.

GEBERT F. u.a. Ueber Flözgase in Steinkohlen. *Brennstoff-Chemie*. 1964. Nr. 8, S. 225/228.

GEBERT F., KOPLIN H. et STEINER H. Desorptions- und Adsorptionsvorgänge beim Zerkleinern von Steinkohle. I. *Brennstoff-Chemie*. 1966, Nr. 8, S. 225/235.

GEDENK R., HEDEMANN H.A. et RUEHL W. Oberkarbongase, ihr Chemismus und ihre Beziehungen zur Steinkohle. *Vortrag am 5. Kongress für Stratigraphie und Geologie des Karbons in Paris*. 1963, septembre.

GIESEL W. et HUECKEL B. Versuche zur Gasvermischung in simulierten Bohrlöchern. *Saarbergwerke A.G. Ausarbeitung* Nr. 2. 3/65.

GIESEL W. et HUECKEL B. Gasmengenmessungen, Messungen von Gasaustrittsstellen, Gasdruckmessungen und Temperaturmessungen in Bohrlöchern. *Saarbergwerke A.G. Ausarbeitung* Nr. 5. 4/66.

GRUHL K.H. CH₄-Handmessgerät G. 70. *Bergbauwissenschaften*. 1965, Nr. 7/8, S. 170/171.

GUGLIELMI M. Utilisation d'un procédé géophysique (méthode sismique) pour l'étude des gisements de charbon à dégagements instantanés et des risques de dégagement dans les gisements suspects. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1961, novembre. p. 751/765.

GUNTHER J. Etude de la liaison gaz-charbon. *CR Cerchar* 64 - 72 - 01, 64 - 72 - 16/29.

GUNTHER J. Etude de la liaison gaz-charbon. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1965, octobre. p. 693/708.

GUNTHER J. Mécanisme et prévision du dégagement grisouteux. Journée Sécurité « Contrôle et dégagement du grisou ». Verneuil, 28 octobre et 18 novembre 1965. *Charbonnages de France. Documents Techniques* n° 11. p. 697/703.

GUNTHER J. Le dégagement des gaz contenus dans le charbon. Communication présentée au Colloque International du CNRS sur les phénomènes dans les milieux poreux et colloïdaux. Paris 18-20 avril 1966.

HEDEMANN H.A. Zur Frage der Kohlenwasserstoffgase im Oberkarbon. *Erdöl und Kohle*. 1963. Nr. 8, S. 833/841.

HETZEL K.W. Nachweis und Bestimmung von häufig vorkommenden Gasen bei Reparaturarbeiten an Gasleitungen. *Moderne Unfallverhütung*. 1966. Nr. 10, S. 120/126.

HOENISCH D. Ueber die Oxydation von Methan unter dem Einfluss von Gammastrahlung. *Dissertation Bergakademie Clausthal*. 1965.

HOFER L. u.a. Rates of adsorption of methane on Pocahontas and Pittsburgh seam coals. *Bur. Min. Rep. of Inv.* Nr. 6750, 1966, p. 1/13.

HOFFMANN H. Messungsergebnisse in einem gebirgsschlaggefährlichen Flöz. *Glückauf*. 87. 1951, S. 101/113.

HOFFMANN H. Entspannungsbewegungen des Flözes und seines Nebengesteins in der Nähe des Strebstosses. *Vortrag a.d. Intern. Tagung über Gebirgsdruckforschung Essen*. 1956.

HOLZAPFEL G. et SCHOEN G. Zur Ausbildung von Gasdetonationen in Rohren. *Chemie-Ing.-Techn.* 1965. Nr. 5, S. 493/497.

HOUBERECHTS A. Température, humidité, climat. Document N1 de la Société de l'Industrie Minérale (aéragé - 1ère partie). *Revue de l'Industrie Minérale*. Numéro spécial. 1962, 15 juillet. p. 42/106.

HOUBERECHTS A. La climatisation des mines profondes. Document N2 de la Société de l'Industrie Minérale (aéragé - 2ème partie). *Revue de l'Industrie Minérale*. Numéro spécial. 1962, 15 novembre. p. 377/409.

HUEBNER R. et PATTEISKY K. Einfluss der Luftdruckschwankungen sowie der Veränderungen von Wettergeschwindigkeit und Wetterumkehr auf den Grubengasinhalt des Wetterstromes. *Bergfreiheit*. 1963. Nr. 9, S. 327/344.

HUCK G. u. KARWEIL J. Probleme und Ergebnisse der künstlichen Inkohlung im Bereich der Steinkohlen. *Fortschritte d. Geol. v. Nordrhein-Westf.*, Krefeld, Bd. 3, Teil 2. 1962, S. 717/724.

HUCK G. Einfluss der Inkohlungsgase auf Steinkohle unter Druck. *Erdöl und Kohle*. 1966. Nr. 8, S. 572/573.

HUECKEL B. Ergebnisse geothermischer Untersuchungen im Saarkarbon. *Saarbergwerke A.G.* — Anlage zum 4. Bericht über das Forschungsvorhaben « Herkunft und das Auftreten von Grubengas ». 1965, avril.

INTERNE COMMISSIE MIJNGASPROBLEMEN. Beschouwing over het economisch meest gunstige ontginningsstelsel in verband met de mijn-gasbestrijding. *Rapport 294. Staatsmijn Emma*. 1964, 4 novembre.

JONES C. et CLARKE I.E. The ventilation of stable holes, face ends and ripping lips by air jets. *Min. Eng.* 124. 1964-1965, n° 59. p. 660/675.

JUENTGEN H. et KARWEIL J. Künstliche Inkohlung von Steinkohlen. *Freiberger Forschungshefte*. A 229. 1962.

JUENTGEN H. et LANGHOFF J. Neue Ergebnisse zur Methansorption und Feinstruktur von Steinkohlen. Teil 1 — Mechanismus der Methansorption und bei Raumtemperatur verfügbare innere Oberflächen. *Brennstoff-Chemie*. 1964. Nr. 2, S. 50/54. — Teil 2 — Gleichgewichtseinstellung der Methansorption bei niedrigen Drücken und Veränderung der Kohlenproben bei der Messung. *Brennstoff-Chemie*. 1964. Nr. 4, S. 114/118.

JUENTGEN H. et KARWEIL J. Kalorische Effekte bei der Inkohlung im Steinkohlenbereich. *Brennstoff-Chemie*. 1964. Nr. 12, S. 353/356.

JUENTGEN H. et LANGHOFF J. Neue Ergebnisse zur Methansorption und Feinstruktur von Steinkohlen. *Brennstoff-Chemie*. 1964, Nr. 2, S. 50/54 und Nr. 4, S. 114/118.

JUENTGEN H. et TRAENCKNER K.C. Die Entgasung von oxydierten Steinkohlen. Beitrag zur Reaktionskinetik der Kohlenpyrolyse. *Brennstoff-Chemie*. 1964. Nr. 4, S. 105/114.

JUENTGEN H. et KARWEIL J. Gasbildung und Gasspeicherung in Steinkohlenflözen. *Erdöl und Kohle*. 1966. Nr. 4, S. 251/258 und Nr. 5, S. 339/344.

KEGEL K.H. Probleme der Ausgasung. *Glückauf*. 1963. Nr. 10, S. 512/522.

KEIENBURG F. Ein neues CH₄-Handmessgerät. *Bergbau*. 1963. Nr. 4, S. 139/141.

KEIENBURG F. Praktische Winke für die Gasabsaugung im Abbau. *Bergbau*. 1964. Nr. 5, S. 138/144.

KESSELER G. Ortsfeste Gasanalysengeräte für die Wetterüberwachung. *Glückauf*. 1964, Nr. 24, S. 1425/1435.

KNEUPER G. Forschungsobjekt: Grubengas. *Schacht und Heim*. 1964. Nr. 7, S. 3/4.

KNIES H. Entwicklung und Erprobung von Verfahren zur Untersuchung des Methangehaltes der Steinkohle. *Dissertation TU Berlin*. 1965.

KOENIG. Die Wirbellutte, ein Mittel zur Verhütung von Grubengasschichten. *Glückauf*. 1963. Nr. 2, S. 78/79.

KROEGER C. et HORTIG H.P. Zur Berechnung der Inkohlungsgasmengen. *Brennstoff-Chemie*. 1966. Nr. 7, S. 193/195.

KSENOFONTOVA A.J. et NOSKIN N.V. Versuch der Vorentgasung eines Flözes durch gezielte hydraulische Rissbildung (Frac-Verfahren). *Ougol*. 41. 1966. Nr. 2, S. 59/63.

LANGHOFF J. et PETERS W. Zur gravimetrischen Bestimmung der O₂-Aufnahme von Steinkohlen bei Raumtemperatur. *Erdöl und Kohle*. 1964. Nr. 11, S. 900/908.

LAVALLEE H. Assainissement de l'atmosphère en taille par application de la méthode inédite de pré-téléinfusion d'eau, à partir d'une station prise extérieurement à l'exploitation intéressée. *Annales des Mines de Belgique*. 1964, novembre, p. 1323/1403.

LIDIN G.D. et PETROSJAN A.E. Freiwerden von Grubengas und Verfahren zur Berechnung der Ausgasung bei höheren Abbaugeschwindigkeiten im Steinkohlenbergbau. *Int. Konf. d. Leitergrubensicherheitsversuchsanstalten, Aix-les-Bains*, Beitrag 25; Uebersetzung StBV 1963, BV 6832.

LIDIN G.D. Verfahren zur Berechnung der Gasgefährdung von Abbauräumen auf Grund des Gasgehaltes der Flöze. Vortrag, III. Intern. Bergbaukongress, Salzburg. 1963, septembre.

LINSEL E. Entstehung und Freiwerden des Grubengases. Informationstagung « Das Grubengas und seine Bekämpfung » der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl, Hohe Behörde, *Dok. Nr. 3579/63d, S. 1/17 und Dok. Nr. 3851/63d, S. 1/7. Geologie en Mijnbouw*. 1963. december. p. 384/393 (in het Nederlands). *Annales des Mines de Belgique*. 1963, octobre. p. 1044/1055 (en français). *Revue de l'Industrie Minérale*. 1964, février. p. 102/115.

LINSEL E. Ausgasung und Bewetterung. *Glückauf*. 1963. Nr. 20, S. 1114/1117.

LINSEL E. Stand der Forschung auf dem Gebiet der Grubenbewetterung. *Glückauf*. 1965. Nr. 26, S. 1517/1521.

LISSNER A. et MANNCHEN W. Bestimmung der physikalischen Oberfläche an Braunkohlen nach der Methode der Gasadsorption. *Freiberger Forschungshefte A* 373. 1965, S. 7/17.

LOISON R. Lois de la ventilation. Document N1 de la Société de l'Industrie Minérale (aéragé - 1ère partie). *Revue de l'Industrie Minérale*. Numéro spécial. 1962, 15 juillet. p. 107/142.

LOISON R. et BELIN J. Caractérisation des gisements susceptibles de dégagements instantanés de méthane. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1965, décembre. p. 925/943.

LUFT K.F. Der « Unor », ein neues Gasanalysergerät für den Bergbau. *Glückauf*. 98. 1962, S. 493/495.

LUFT K.F. Physikalische Messtechnik im Bergbau. *Glückauf*. 1965. Nr. 26, S. 1521/1526.

LUFT K.F. et KESSELER G. Analysenmesstechnik unter Tage. *VDI-Berichte*. 1966. Nr. 97, S. 93/100.

LUTHER H. Zur Differential-Thermoanalyse von Steinkohlen I. *Brennstoff-Chemie*. 1966. Nr. 9, S. 258/264.

MAAS W., v.d. PUT J.L. en WILDSCHUT H. Verslag van registrerende mijngasconcentratieingen in de uittrekkende luchtstroom van pijlers (zowel in normale pijlers als in pijlers met onthefing tot 2 % mijngas). *Rapport 1449. Centraal Proefstation*. 1961, 28 juillet.

MAAS W. Mijngas en ventilatie (Grisou et aéragé). *Annales des Mines de Belgique*. 1963, octobre, n° 10. p. 1064/1075. *Geologie en Mijnbouw*. 1963, décembre. p. 394/404. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1964, février. p. 116/128.

MAIS K.H. Schreibende CH₄-Messgeräte ermöglichen das frühzeitige Erkennen von Grubengas. *Schacht und Heim*. 1966. Nr. 3, S. 21/22.

MANN A. Erfahrungsbericht über die erstmalige Gasabsaugung aus Entgasungsstrecken im Hangenden eines abzubauenen Flözes (Hirschbach-Verfahren). *Rapport interne des Mines Sarroises*. 1950.

MARX H. Vorentgasungsversuch im Flöz 1, Streb 1 h, im Südfeld der Grube Luisenthal. *Saarbergwerke AG - Ausarbeitung* Nr. 3 - 2/65.

MEERBACH H. Ausbreitung von Explosionen in Grubengasschichten unter der Firste. *Berg- und Hüttenmännische Monatshefte*. 1963, Nr. 8, S. 300/305.

MIDDENDORF H. Methanschichten und Möglichkeiten zu ihrer Beseitigung. *Glückauf*. 1965. Nr. 3, S. 178/183.

MONOMAKHOFF A. Grisoumétrie. *Revue de l'Industrie Minérale*. 44. 1962. p. 225/238.

MONOMAKHOFF A. Grisoumètres automatiques et téléindicateurs. Contrôle et dégagement du grisou. Journée de Sécurité - Verneuil, 5 avril 1962. *Charbonnages de France. Documents Techniques* n° 8. 1962. p. 367/371.

MONOMAKHOFF A. Exemple de transmission par paires spécialisées. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1964, novembre. p. 963/970.

MOUGENOT M. Exemples d'insonorisation de ventilateurs d'aéragé réalisée aux Houillères du Bassin de Lorraine. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1961, octobre. p. 704/712.

MUECKE G. Die Bewetterung von Maschinenställen mit Wetterdüsen. *Glückauf*. 1966. Nr. 3, S. 105/106.

MUELLER H. Methanometer der Baureihe M 400 - weiterentwickelte CH₄-Handmessgeräte der Auergesellschaft. *Kurznachrichten StBV*. 1966. Nr. 56, S. 5.

MUELLER H. Restgasinhalt und Ausgasung der Förderkohle. Ein Beitrag zur Frage des Auftretens von Methan beim Abbau von Steinkohlenflözen. *Dissertation TU Berlin*. 1966.

MUELLER R. Ausgasung des Gebirges im Bereich des Strebes 1 h, Grube Luisenthal. *Saarbergwerke AG - Ausarbeitung* Nr. 6. 1966, avril.

NEBE W. Grubengasinterferometer Gasi. *Atemschutz-Informationen*. 1965. Nr. 3, S. 71/72.

NOACK K. Das Absaugen von Methan aus abgedämmten Grubenbauen. *Glückauf*. 1964. Nr. 20, S. 1226/1227.

NOLL A. Weitere Erfahrungen mit Stenuickhämmern beim Herstellen von Entgasungsbohrlöchern. *Kurznachrichten StBV*. 1966, Nr. 56, S. 3.

O.E.C.E. Mission n° 163. Captage et utilisation du méthane des charbonnages (grisou). Document publié en janvier 1956 par l'Agence Européenne de Productivité de l'O.E.C.E. 180 p. Cote TAR 163 (55) 1.

O.E.C.E. Mission n° 163. Captage et utilisation du méthane des charbonnages. Evolution depuis 1956. Document publié en décembre 1958 par l'Agence Européenne de Productivité de l'O.E.C.E., 125 p.

OSIPOV S.N. Der Einfluss der Streblänge und des Abbaufortschritts auf die Methanführung des Abbaureviers bei vereinigttem Vor- und Rückbau, *Ougol Ukrainy*. 5. 1961. Nr. 5, S. 4/5. Uebers. BV 6625.

OTTO G. Ausgasungs- und Bewegungsmessungen im Bereich unter- und überbauter Querschläge. *Glückauf*. 1963. Nr. 6, S. 871/880.

PACHER F. Die Bekämpfung des Grubengases. *Montan-Rundschau*. 1966. Nr. 3, S. 43/51.

PATIGNY J. L'étude de la ventilation des mines par l'analogie électrique. *Revue Universelle des Mines*. 1958, novembre. p. 381/416.

PATTEISKY K. et TEICHMUELLER M. Inkohlungsverlauf, Inkohlungsmasstäbe und Klassifikation der Kohlen auf Grund von Vitrit-Analysen. *Brennstoff-Chemie*. 41. 1960, S. 79/84.

PATTEISKY K. Grubengas- und Schlagwetterkunde, *Verlag C.Th. Kartenberg*, Herne 1963.

PAUL K. Bericht über die Auswertung von Fragebögen zur « Westfalenverfügung ». *Document du Steinkohlenbergbauverein*.

PETERS W. et JUENTGEN H. Die Diffusion als beherrschender Vorgang bei technischen Reaktionen aus Kohle und Koks. *Brennstoff-Chemie*. 1965. Nr. 2, S. 56/62; Nr. 6, S. 175/184.

PETERS W. Methanausgasung und Selbstentzündung als Beispiele chemisch-physikalischer Grundlagenforschung. *Glückauf*. 1965. Nr. 26, S. 1526/1531.

RENNER K. Strahlausbreitung vor Ort bei bläsensenden Sonderbewetterungsanlagen. Informationstagung « Das Grubengas und seine Bekämpfung » der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl, Hohe Behörde. *Dok. Nr. 3821/63d*, S. 1/11 und *Dok. Nr. 3851/63d*, S. 1/7. *Annales des Mines de Belgique*. 1963, octobre. p. 1056/1063 (en français). *Geologie en Mijnbouw*. 42. 1963, 12. p. 405/411 (auf Deutsch). *Revue de l'Industrie Minérale*. 1964, février. p. 129/136.

RICAUD M. Emploi du central de télégrismétrie du Siège 7 de Liévin. Contrôle et dégagement du grisou. Journée de Sécurité - Verneuil, 5 avril 1962. *Charbonnages de France. Documents Techniques* n° 8. 1962. p. 373/376.

RYZENKO J.A. Die durch den Betriebsablauf hervorgerufenen Schwankungen der Ausgasung im Streb und im Revier im Hinblick auf die selbsttätige Regelung der Wettermenge. *Ougol Ukrainy*. 7. 1963. Nr. 10, S. 15/16. Uebers. BV 7404.

SCHILLING H.D. Die Sorptionskinetik von Methan an Steinkohlen als physikalisch-chemisches Grundphänomen der Ausgasung hereingewonnener Kohle. *Dissertation TH Aachen*. 1965.

SCHILLING H.D., JUENTGEN H. et PETERS W. Die Sorptionskinetik von Methan an Steinkohlen als Grundlage des Ausgasungsprozesses. *Glückauf-Forschungsbeftte*. 1966. Nr. 5. S. 203/214.

SCHUHKNECHT W. Physikalisch-chemische Verfahren zur Untersuchung von Grubenwettern und Grubenbrandgasen. *Brennstoff-Chemie*. 1965. Nr. 8, S. 225/231.

SCHULTE H.F. Ermittlung und Einfluss der Senkungen bei verschiedenen Versatzarten und

flacher Lagerung im linksrheinischen Bergbaugbiet. *Dissertation T.H. Aachen*. 1962.

SCHULZ P. Le dégagement de grisou du charbon causé par l'exploitation. *Revue de l'Industrie Minérale*. 102. 1959, p. 41/58.

SEELEMANN D. Calculs d'aérage. Document N2 de la Société de l'Industrie Minérale (aérage - 2ème partie). *Revue de l'Industrie Minérale*. Numéro spécial. 15 novembre 1962. p. 205/231.

SIEFKE H. Erfahrungen bei der Herstellung von Entgasungsbohrlöchern auf der Zeche Osterfeld. *Bergbau*. 1964. Nr. 12, S. 372/378.

SIMODE E. Appareils et méthodes de mesure. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1961, mars. p. 195/227.

SIMODE E. Détermination des résistances. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1961, avril. p. 230/273.

SIMODE E. Exploitation des résultats des mesures. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1961, août. p. 532/541.

SIMODE E. Les mesures d'aérage. Document N1 de la Société de l'Industrie Minérale (aérage - 1ère partie). *Revue de l'Industrie Minérale*. Numéro spécial. 15 juillet 1962. p. 143/201.

SIMODE E. et POINAS J. Exemple d'exploitation immédiate d'une étude d'aérage sur simulateur. Arrêt d'un ventilateur principal au Siège de la Houve. *Charbonnages de France. Documents Techniques* n° 7. 1964. p. 285/295.

SIMODE E. L'évolution de l'aérage dans les mines. *Mémoires et Travaux de la Siè des Hydrauliciens de France* n° 11. 1965. p. 154/158.

SKOTSCHINSKIJ A.A., LIDIN G.D. et PETROSJAN A.E. Zur Frage der Bestimmung der Streblänge nach der Ausgasung. *Ougol*. 35. 1960, 12, S. 29/34, Uebers. StBV, BV 6469.

SOBOLEVSKIJ V.V. et BELJANIN J.E. Die Ausgasung aus dem Flöz bei hoher Betriebspunktförderung. *Ougol Ukrainy*. 7. 1963, 12, S. 49/50. BV 7403.

SOULE J.L. Application de la théorie des réseaux maillés aux problèmes d'aérage minier. *Annales des Mines (France)*. 1960, juin. p. 339/356.

SPICKERNAGEL H. Ueber den Ablauf von Bewegungsvorgängen im Hangenden eines bergmännischen Abbaus. *Bergbau-Archiv*. 21, H. 3. 1960, S. 1/23.

STAENDER W. Zur Bestimmung des Porenvolumens von Bodenproben aus grossen Teufen. *Glückauf*. 1964. Nr. 19, S. 1155/1156.

STASSEN P. et de WASSEIGE Y. Le captage du grisou. *Bulletin Technique Mines Inichar*. n° 64. 1958, novembre et n° 65, 1958, décembre.

STASSEN P. et VANDELOISE R. La prévention des dégagements instantanés dans les voies en couche par sondages de détente. *Bulletin Technique Mines Inichar*. n° 73. 1960, juillet.

STASSEN P. et VANDELOISE R. Essai de prévention des D.I. par affouillement hydraulique d'une couche préalablement à sa recoupe par un bouveau au Siège Ste-Marguerite de la S.A. des Charbonnages du Centre. *Bulletin Technique Mines Inichar*. n° 88. 1962, mai.

STASSEN P. et VANDELOISE R. La lutte contre les dégagements instantanés de gaz dans les mines de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier. *Annales des Mines de Belgique*. 1963. p. 1095/1120. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1964. p. 156/180. *Geologie en Mijnbouw*. 1963. p. 429/448 (in het Nederlands).

STASSEN P. Conférence Internationale sur l'Avancement Rapide dans les Chantiers d'Exploitation des Mines de Houille. Conclusions. Liège, 30 septembre - 4 octobre 1963. p. 599/614.

STASSEN P. Enseignements pratiques des dernières campagnes de mesures grisométriques effectuées par Inichar. *Annales des Mines de Belgique*. 1965, février. p. 151/196.

STUFFKEN J. Ein Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Ausgasung von Steinkohlenflözen. *Geologie en Mijnbouw*. 20. 1958, S. 223/232. Uebersetzung StBV, BV 3838.

THAR R. Grubengasabsaugung aus abgedämmten Feldesteilen und aus dem Alten Mann dreier Rückbaustreben in einem zur Selbstentzündung neigenden Flöz. *Glückauf*. 1963. Nr. 26, S. 1472/1473.

THOMA K. Untersuchungen an gashaltigen Mineralsalzen. *Bergakademie*. 1964. Nr. 11, S. 674/679.

TORSKIJ P.N., POLJAKOV N.V. et MERKULOV V.A. Verbesserung des Stosstränkverfahrens. *Ougol*. 1965, Nr. 10. p. 70/71.

TROSTEL H. Ein Handmessgerät zur Methanmessung im Wetterstrom und in Absaugeleitungen. *Glückauf*. 1964. Nr. 3, S. 152/155.

TROUVAIN A. Luisenthal-Modellfall der Entgasung? *Bergfreiheit*. 1960, 25. p. 217/227.

TROUVAIN A. Entgasung durch Gasstrecken oder Bohlöcher? *Bergfreiheit*. 1961, février. p. 226/235.

VANDELOISE R. et de ROSEN-MEYER P. Le captage et la valorisation du grisou en Belgique. *Geologie en Mijnbouw*. 1962, février. p. 87/94.

VANDELOISE R. Aperçu des nouvelles méthodes appliquées pour la recoupe des couches à dégagements instantanés par des boueux. *Bulletin Technique Mines Inichar*. n° 87. 1962, avril.

VANDELOISE R. La prévention du dégagement normal du grisou par sondages de captage et des dégagements instantanés par sondages de détente - Gasabsaugung durch Fangbohrungen und Vermeidung von Gasausbrüchen durch Entspannungsbohrungen. *III^e Congrès International Minier, Salzbourg*, septembre 1963.

VANDELOISE R. Résultats et enseignements pratiques de la mesure systématique du dégagement de grisou dans les tailles. *Bulletin Technique Mines Inichar*. n° 92, 1964, juin - n° 93, 1964, juillet - n° 94, 1964, septembre.

VANDELOISE R. Aperçu des solutions nouvelles apportées au problème des dégagements instantanés en Belgique. *Commission Economique pour l'Europe. Comité du Charbon. Symposium de Nîmes*, novembre 1964.

VANDELOISE R. Aperçu des solutions nouvelles apportées au problème des dégagements instantanés. *Annales des Mines de Belgique*. 1965, février. p. 197/231.

VANDELOISE R. Application des nouveaux moyens de lutte contre les dégagements instantanés lors de la recoupe et du traçage d'une couche. *Annales des Mines de Belgique*. 1965, février. p. 233/273.

VANDELOISE R. Le dégagement du grisou dans une taille rabattante au Charbonnage de Zwartberg. *Bulletin Technique Mines Inichar*. n° 97, 1965, août.

VANDELOISE R. Synthèse des travaux de recherche sur les dégagements instantanés effectués par Inichar, avec l'aide financière de la Haute Autorité de la CECA (15 février 1959 au 30 septembre 1965). *Bulletin Technique Mines Inichar*, n° 108, août 1966.

VANDELOISE R. Le dégagement de grisou après tir d'ébranlement. *Bulletin Technique Mines Inichar*. n° 110, octobre 1966.

VANDELOISE R. Les dégagements instantanés de charbon et de méthane dans les houillères belges. Travaux de recherches et moyens de lutte contre les dégagements instantanés. *Congrès International sur les D.I., Leipzig*, octobre 1966.

van RIEL W.J. et WILDSCHUT H. Het meten van de ondergrondse gestedendruk in verband met mijngasuitbarstingen, verslag der werkzaamheden. *Rapport 4415 C.L.-R.A.* 1, 8 mars 1966.

VENTER J. et STASSEN P. Captage et utilisation du grisou. *Annales des Mines de Belgique*. 1963, avril. p. 439/446.

VIDAL V. Dégazage préalable en Sarre. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1948. p. 777/785.

VIDAL V. Quatre ans de dégazage aux Mines de la Sarre. *Revue de l'Industrie Minérale*. 1952, 33. p. 639/668.

VIDAL V. Le captage et l'utilisation du grisou. *Revue de l'Industrie Minérale*, 1956, 38. p. 110/137.

WEISSNER J. Die Gebirgsbewegungen beim Abbau flachgelagerter Steinkohlenflöze. *Glückauf*. 68. 1932, S. 945/965 (956/8).

WEISSNER J. Die Gebirgsdynamik vom Abbau bis zur Tagesoberfläche. *Archiv Bergbaulicher Forschung*. 1942, S. 1/13.

WEYAND E. Erfahrungsbericht über den Einsatz des Grubengasschreibers « Inframeter » der Firma Siemens auf der Grube Luisenthal. *Interner Bericht der Saarbergwerke AG*, 9-10. 1963.

WILDSCHUT H. Mijngasconcentratietingen met de katharometer op enkele voorbereidingsposten van Staatsmijn Maurits. *Staatsmijnen. Rapport 1482 CP*. 1962.

WILDSCHUT H. Menging van uit een horizontale opening opstijgend CH₄ met de omgevingslucht. *Rapport 1553. Centraal Proefstation*. 1964, 7 février.

WILDSCHUT H. De keuze tussen zuigend en blazend opstellen van hoofdventilatoren, afdelingsventilatoren en hulpventilatoren en tussen bovengronds en ondergronds opstellen van hoofdventilatoren. *Staatsmijnen. Memo 248 CP*. 1964.

WILDSCHUT H. et v.d. PUT J.L. Dispersie van mijngaswolken in een kolenmijn. *Staatsmijnen. Rapport 1581 CP*. 1964.

WILDSCHUT H. et v.d. PUT J.L. Mijngasmetingen op twee voorbereidingsposten van Staatsmijn Emma. *Staatsmijnen. Rapport 1612 CP*. 1965.

WILDSCHUT H. De mijngasafgifte bij de afbouw van de vakken 711, 712a en 714a in laag IV op Staatsmijn Emma. *Rapport 1615. Centraal Proefstation*. 8 mars 1965.

WILDSCHUT H. et v.d. PUT J.L. Mijngasconcentratietingen met de katharometer in verschillende afdelingen van de Staatsmijnen Emma en

Hendrik. *Rapport 1619. Centraal Proefstation.* 25 mars 1965.

WILDSCHUT H. Beveiliging van de mijngasafzuigleiding in schacht II van Staatsmijn Maurits tegen dichtvriezen. *Rapport 1634. Centraal Proefstation.* 15 juin 1965.

WILDSCHUT H. et v.d. PUT J.L. Mijngasconcentratietingen op een voorbereidingspost van Staatsmijn Maurits in verband met het boren van ontspanningsgaten van grote diameter op deze post. *Rapport 1639. Centraal Proefstation.* 5 juillet 1965.

WILDSCHUT H. et v.d. PUT J.L. Enkele details betreffende het verloop van de mijngasafgifte in afdeling I oost, laag G, vlak 750a op de 700 m verdieping op Staatsmijn Emma. *Rapport 1653. Centraal Proefstation.* 23 septembre 1965.

WILDSCHUT H. et v.d. PUT J.L. Enige opmerkingen over mijngasweekkrommen, in het bijzonder van afgezogen mijngas, en over de correlatie tussen de in de afdelingen vrijgekomen hoeveelheden mijngas per ton kool en de produktie. *Rapport 1655. Centraal Proefstation.* 13 octobre 1965.

WILDSCHUT H. et v.d. PUT J.L. Mijngasconcentratietingen op voorbereidingspost 1074, laag I, Staatsmijn Maurits in verband met het boren van ontspanningsgaten met grote diameter ter bestrijding van mijngasuitbarstingen. *Rapport 1660. Centraal Proefstation.* 15 novembre 1965.

WILDSCHUT H. Enige opmerkingen over de lengte van rooflayers. *Memo 124 C.L.-W.L.E. 1, Centraal Laboratorium.* 28 février 1966.

WINTER K. Der Einfluss des Druckgefälles der Wetter, der Luftdruckschwankungen, des Lüfterunterdruckes und des Gasdruckes in der Kohle auf die Ausgasung im Steinkohlengebirge. *Glückauf* 88. 1952, S. 97/108.

WINTER K. Derzeitiger Stand der Vorausberechnung der Ausgasung beim Abbau von Steinkohlenflözen. *Bergfreiheit.* 23. 1958 b, S. 439/454.

WINTER K. CH₄-Messgeräte und CH₄-Schreiber. *Verlag Glückauf, Essen.* 1959.

WINTER K. Ausgasung und Gebirgsbewegungen. *Glückauf* 98. 1962 a, S. 165/175.

WINTER K. Ausgasung im Einwirkungsbereich des Abbaus und ihre Bewertung für die Bildung von Methanschichten. Beitrag Nr. 1 zur Beschränkten Internationalen Konferenz der Leiter von Grubensicherheits-Instituten. Sheffield, England. 1965.

WINTER K. Ausspülen von Rohrleitungen mit Gasen. *Moderne Unfallverhütung.* 1966, Nr. 10, S. 58/65.

WOLTER H. Die Grubengasforschung als geologische Aufgabe. *Das Gas- und Wasserfach.* 1965. Nr. 39, S. 1074/1075.

ZURAVLEV V.P. Benutzung derselben Bohrlöcher zur Gasabsaugung und zur Stosstränkung im Kohlenflöz. *Nachrichten der Hochschulen, Bergbau-Zeitschrift.* 1961. Nr. 4. p. 77/80.

ZURAVLEV V.P., SILENKOV V.N., RYZICH L.I., POELUEV A.P. et BOGACEV V.P. Stosstränkung mit Lösungen von Netzmitteln, Wasserglas und Salzen zur Verringerung der Staubbildung, zur Schwächung der Kohle, zur Steuerung der Ausgasung und zur Verhütung endogener Brände. *Ougol.* 40. 1965, n° 8, S. 65/68.

X. Neuzeitliche Grosslochbohrtechnik im Ruhrbergbau unter besonderer Berücksichtigung der Gasabsaugung. *Gewerkschaftliche Rundschau.* 1963. Nr. 3, S. 168/171.

X. Taschen-Grubengasmesser. *Schlägel und Eisen.* 1964. Nr. 4, S. 261.

X. Le 2ème simulateur d'aérage existant en France. *Mineurs de France* n° 184. 1966, octobre.

DISCUSSION

1. Exposé de M. Paul

« Mesure de la concentration en gaz du charbon et de la fraction de cette concentration qui se dégage dans les mines ».

R. Teichmüller

Ces derniers temps, les rapports entre houillification et dissociation du méthane et entre capacité d'accumulation et degré de houillification, pression et température ont été en grande partie élucidés. Toutefois, il y a méthane et méthane. En effet, le rapport entre les isotopes du carbone C^{12}/C^{13} varie dans de larges proportions, ainsi que l'ont montré Colombo et ses collaborateurs pour les gaz naturels italiens. Il y a des méthanes légers et des méthanes lourds avec toutes les catégories intermédiaires. Dans le cadre du programme sarrois de recherche sur le grisou financé par la Haute Autorité, Colombo, Gazzarini, Gonfiantini, Kneuper et M. et R. Teichmüller ont examiné quel est le rapport C^{12}/C^{13} dans le grisou, de quels facteurs il dépend et quelles conclusions on peut tirer de la valeur du rapport entre les deux isotopes.

Considérons tout d'abord la *méthode*. On a examiné des échantillons de grisou provenant du bassin de la Sarre, du bassin d'Aix-la-Chapelle et du bassin du Bas-Rhin, ainsi que le gaz libre et adsorbé des veines de charbon voisines. Par gaz libre, nous entendons le gaz qui se désorbe au cours du transport du charbon dans des réservoirs hermétiquement clos et au cours de son broyage grossier à la température ambiante. Par gaz adsorbé, nous entendons le gaz qui ne se dégage qu'à une température de 120° C lors du broyage fin du charbon. Ces deux sortes de gaz ont été analysées par chromatographie en phase gazeuse à l'Institut de recherche de la S.A. Montecatini à Novara et séparés en leurs différents constituants. Le méthane était brûlé pour donner de l'acide carbonique. A l'Institut de géologie nucléaire de l'Université de Pise, on a déterminé le rapport C^{12}/C^{13} dans le méthane et dans le charbon à l'aide de la spectrométrie de masse. La composition chimique et pétrographique des échantillons de charbon examinés a été déterminée au Bureau géologique du Land de Rhénanie-du-Nord/Westphalie à Krefeld.

On a obtenu jusqu'à présent les résultats suivants :

- 1) Dans le charbon, le rapport C^{12}/C^{13} varie si peu avec un accroissement du degré de houillification que les variations ne sont pas mesurables par le procédé utilisé jusqu'à présent.
- 2) Le rapport C^{12}/C^{13} dans le méthane adsorbé est en relation directe avec celui du méthane libre. Le méthane libre contient toujours un peu moins de C^{13} que le méthane adsorbé.
- 3) Le rapport C^{12}/C^{13} dans le méthane du grisou correspond en général, d'après les expériences faites jusqu'à présent, à celui du méthane libre contenu dans les veines voisines de charbon.
- 4) Le rapport C^{12}/C^{13} du méthane adsorbé et du méthane libre est indépendant de la composition pétrographique et de la teneur en cendres du charbon.
- 5) Le méthane adsorbé contient d'autant plus de C^{13} que le gaz de la veine est riche en hydrocarbures supérieurs.
- 6) A grande profondeur, le rapport C^{12}/C^{13} dans le méthane adsorbé semble, selon les observations faites jusqu'à présent, être fonction du degré de houillification des veines : plus la houillification est forte (c'est-à-dire plus le charbon a subi fortement et longtemps l'effet de la température), plus la teneur en C^{13} du méthane est élevée. Il semble en être de même pour les gaz qui, lorsque l'on chauffe le charbon en laboratoire, se dissocient progressivement.
- 7) Les rapports dans la zone de désorption au-dessous de la limite du Carbonifère sont tout différents de ceux qui existent à grande profondeur. Jusqu'à une certaine profondeur qui diffère de bassin à bassin suivant l'évolution géologique — la profondeur varie en général entre 400 et 700 m — la teneur en C^{13} est très faible. Au-dessous de la zone de désorption, elle devient presque sans transition beaucoup plus élevée. Parallèlement, la teneur en hydrocarbures supérieurs dans le gaz adsorbé augmente brusquement. La zone de désorption correspond visiblement à la zone de détente et de desserage des terrains houillers voisins de la surface.

Cette zone est également caractérisée dans sa partie supérieure par une porosité plus importante et une plus faible vitesse des ondes sismiques, et ce, même dans le massif vierge. Le rapport entre les isotopes du carbone dans le méthane semble être un indicateur particulièrement sensible de la détente du massif. La teneur souvent exceptionnellement faible en C^{13} montre que, dans cette zone située au-dessous de la surface du Carbonifère, les veines ont perdu par suite de la détente leur gaz primaire de carbonisation au cours de l'histoire géologique et ont absorbé en compensation du gaz provenant des couches profondes dans lesquelles houillification et diagenèse se poursuivent actuellement encore. Etant donné la distance parcourue par ces gaz, il y a manifestement eu fractionnement des isotopes du carbone et c'est le méthane léger qui a migré le plus loin. Le rapport entre isotopes varie de veine à veine et de taille à taille. Toutefois selon les observations faites jusqu'à présent, dans une même taille les valeurs différent étonnamment peu.

En dehors de la désorption du méthane provoquée par l'exploitation du charbon, on se proposait d'étudier également la zone de désorption due à l'histoire géologique (par exemple le fort soulèvement temporaire du Carbonifère). Ce qui est important pour les mines, c'est que l'augmentation brusque de la teneur en C^{13} à la base de la zone de désorption, s'accompagne généralement d'un apport important d'hydrocarbures supérieurs dans le gaz de la veine.

H. Damberger

L'exposé de M. le Dr. Paul met nettement en évidence que la quantité de gaz dégagée lors de l'exploitation dépend avant tout de la concentration en gaz des terrains autour de la taille.

Dans la zone non influencée par les travaux d'exploitation, la prévision de la concentration en gaz est beaucoup plus facile à faire, car les principales grandeurs d'influence peuvent être caractérisées.

Ces paramètres sont :

- 1) La constitution lithologique du gisement.
- 2) La température des terrains.
- 3) La pression du gaz.
- 4) L'humidité des terrains.

1) La répartition des différents types de roches dans un gisement est naturellement mieux connue dans un gisement déjà exploité que dans un gisement vierge. Elle peut toutefois être déterminée avec assez de précision, grâce à l'analyse de renseignements voisins et éventuellement de sondages existants si l'on dispose d'expériences suffisantes

sur les conditions de faciès normal des terrains (grâce à des études correspondantes de la stratigraphie et du faciès).

Les propriétés pétrographiques des épontes doivent surtout être prises en considération lorsqu'elles contiennent des roches pouvant servir de réservoirs, comme par exemple des grès poreux et des conglomérats ou des épontes riches en matières organiques.

2) La température des terrains, en région vierge, peut être prévue avec assez de précision, si des recherches géothermiques correspondantes ont été effectuées. L'allure des géoïsothermes peut être reportée sur des cartes et sur des coupes, comme l'a fait, par exemple, le Dr. B. Hückel (Hückel et Kappelmeyer 1965) pour le Carbonifère sarrois (fig. 1). Dans le Carbonifère sarrois, à un niveau, on trouve des écarts de température de 22° C. Pour des prévisions en profondeur, il faut connaître le gradient de température. Dans le Carbonifère sarrois, il varie entre 18 et 45 m/ $^{\circ}$ C. Il dépend en outre de la structure géologique du gisement dont il faut par conséquent tenir compte lors des prévisions.

Grâce aux recherches géothermiques effectuées par le Dr. Hückel (Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover), il y a moyen de prédire pour tous les points du Carbonifère sarrois, avec suffisamment de précision, les températures des terrains.

3) Ce serait idéal si la pression du gaz dans les terrains vierges avait un aspect aussi régulier que les températures. On peut s'attendre à des régularités, mais aussi à beaucoup d'anomalies, notamment au voisinage de dérangements. Le nombre relativement faible de mesures effectuées jusqu'à présent n'a pas encore permis de tracer des cartes et des coupes portant les lignes d'égale pression gazeuse originelle. Ce n'est qu'au cours des dernières années, comme le signale déjà le Dr. Paul, qu'on a construit des sondes de mesure qui permettent d'entreprendre également dans le charbon des mesures exactes de la pression du gaz.

4) Un autre paramètre important influençant la concentration en gaz est l'humidité, c'est-à-dire en gisement vierge, l'humidité des terrains également. Comme dans les houillères européennes le maximum de gaz se trouve accumulé dans les couches de charbon et que ce gaz est libéré par l'exploitation de ces couches, il est primordial de déterminer l'humidité de la houille dans les couches vierges. Des recherches systématiques dans ce sens n'ont pas encore été entreprises jusqu'à présent. Toutefois, il faut s'attendre à ce que l'humidité de la houille dans le gisement se situe entre le maximum et le minimum suivants : d'une part, la capacité d'adsorption d'eau (pour une humidité de l'air de 90 % et à 30° C) et, d'autre part, la teneur en eau hygroscopique (pour une humidité de l'air normale et à 20° C).

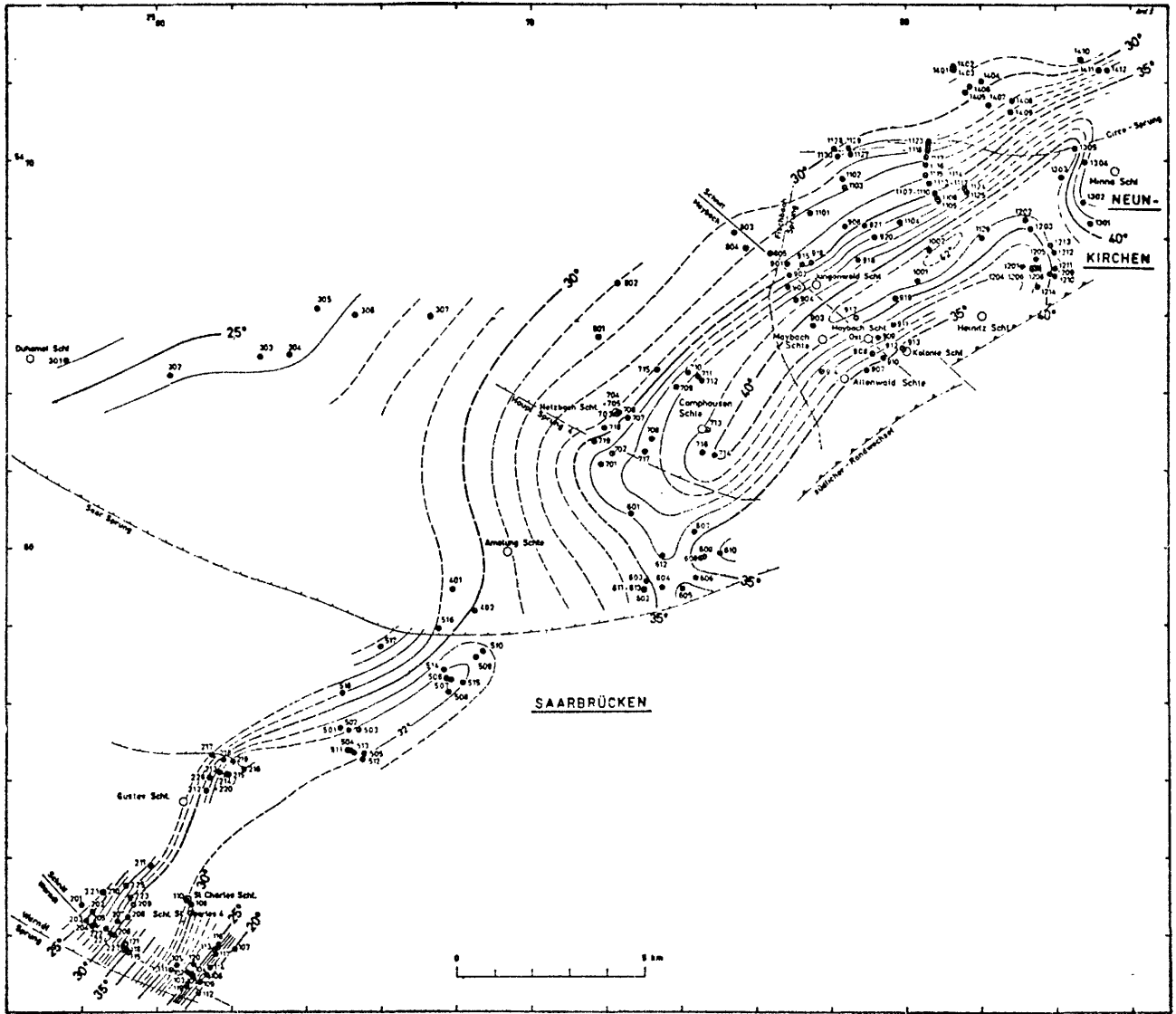


Fig. 1.
Isothermes au niveau de — 400 m.

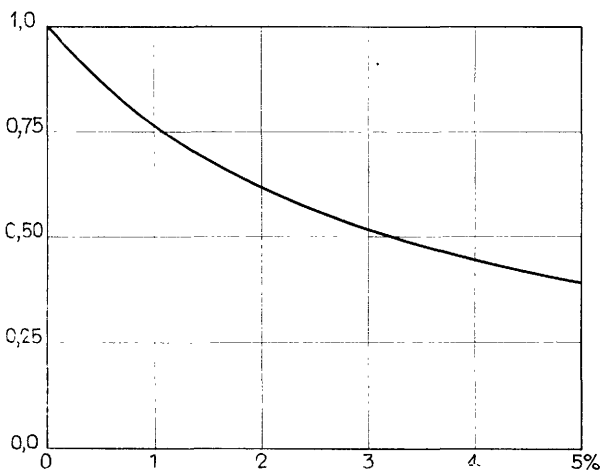


Fig. 2.
Relation entre le volume de gaz adsorbé par le charbon et l'humidité (d'après Ettinger).

Fixation de méthane par le charbon humide
Pression du gaz = 9,5 bar
abs. : Humidité F en %
ord. : $\frac{\text{Volume de gaz adsorbé par le charbon humide}}{\text{Volume de gaz adsorbé par le charbon sec}}$
Formule d'Ettinger (1950) :

$$Q_t = Q_s \cdot \frac{1}{1 + 0,31 F}$$

C'est pour cette raison qu'il faut tabler, pour les charbons flambants sarrois, sur une humidité minimale du gisement comprise entre 3,5 à 4,8 % (sans cendres) et une humidité maximale de 6,4 à 8 %. D'après Gunther (1964) et Ettinger et Lidin (1950), cela représente, par rapport au charbon sec, une réduction de la capacité d'adsorption de 52 à 60 % au moins et de 67 à 71 % au plus (fig. 2).

Pour les flambants secs et les flambants gras de degré de houillification plus élevé, il faut tabler sur des teneurs en humidité plus faibles; toutefois aussi pour des teneurs en humidité minimales de 0,6 à 1 % dans le charbon gras, la capacité d'adsorp-

tion est encore réduite d'environ 20 % par rapport au charbon sec.

Il y a par conséquent lieu de tenir compte de cette humidité du gisement lors des calculs prévisionnels des concentrations en gaz dans les flambants secs et flambants gras. Il est permis de supposer que l'humidité est répartie à peu près régulièrement dans l'espace de même que les teneurs en eau signalées qui, dans le cas des flambants, ont pu être retenues comme critère de degré de houillification. Eventuellement, on pourra utiliser les cartes de houillification déjà existantes pour la plupart des bassins et qui serviront à prévoir l'humidité du gise-

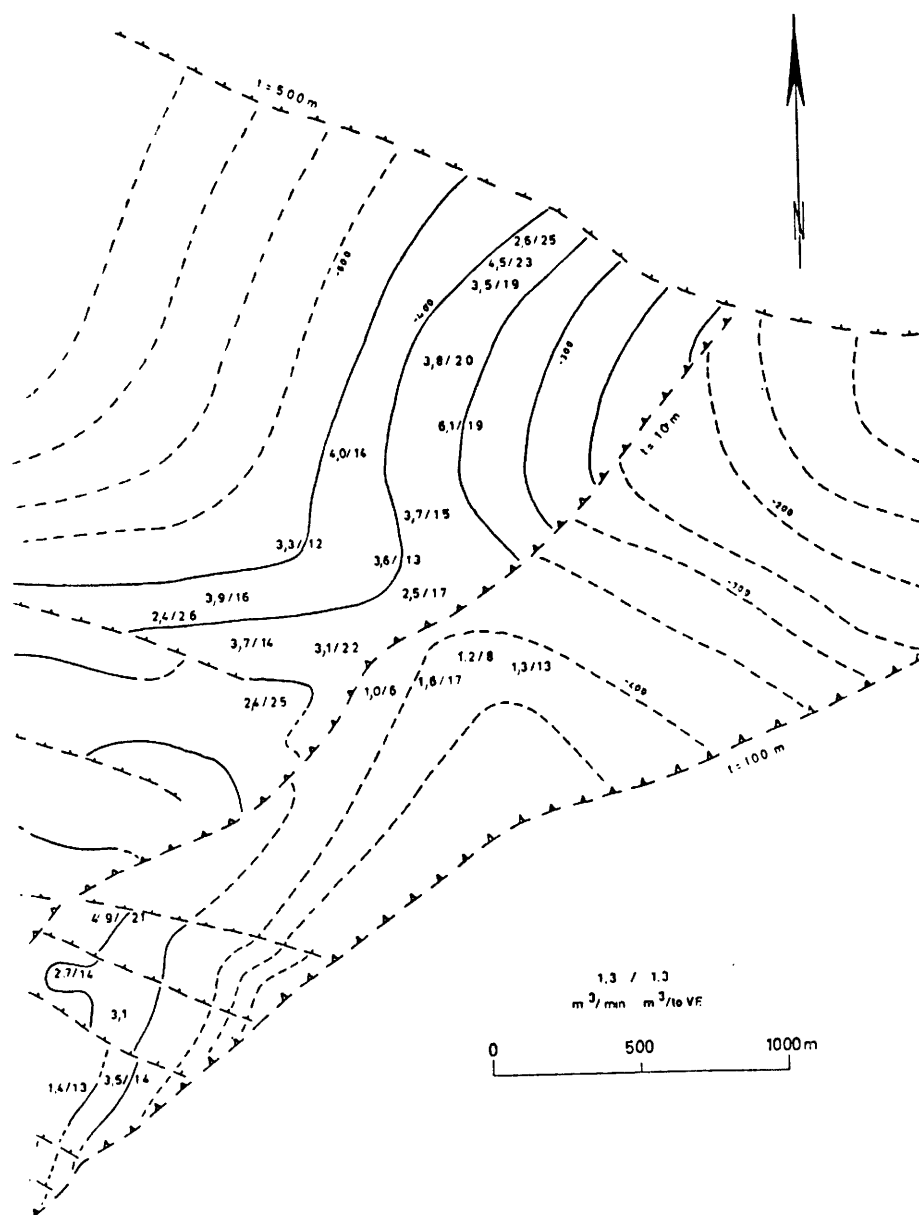


Fig. 3.

Valeur moyenne en taille du dégagement de gaz (m^3/min) et du dégagement spécifique de gaz (m^3/t nette) de la couche 1 de la mine Luisenthal. (tectonique d'après Fremgen, dégagement de gaz d'après Brandl).

ment, dès que la corrélation entre le degré de houillification et cette humidité sera expliquée.

Sous l'influence de l'exploitation minière, les températures et pressions de gaz originelles se trouvent modifiées, ce qui complique notablement les prévisions. Mais dans les régions vierges du gisement, il doit être possible, en connaissant les conditions géologiques et après établissement de cartes ou de coupes de température, de pression de gaz

et d'humidité des terrains, de prévoir avec assez de précision les concentrations en gaz.

G. Kneuper

Dans le secteur d'exploitation de la mine Luisenthal, on peut clairement discerner dans la partie est de la concession une relation *entre la présence de gaz et les conditions de gisement.*

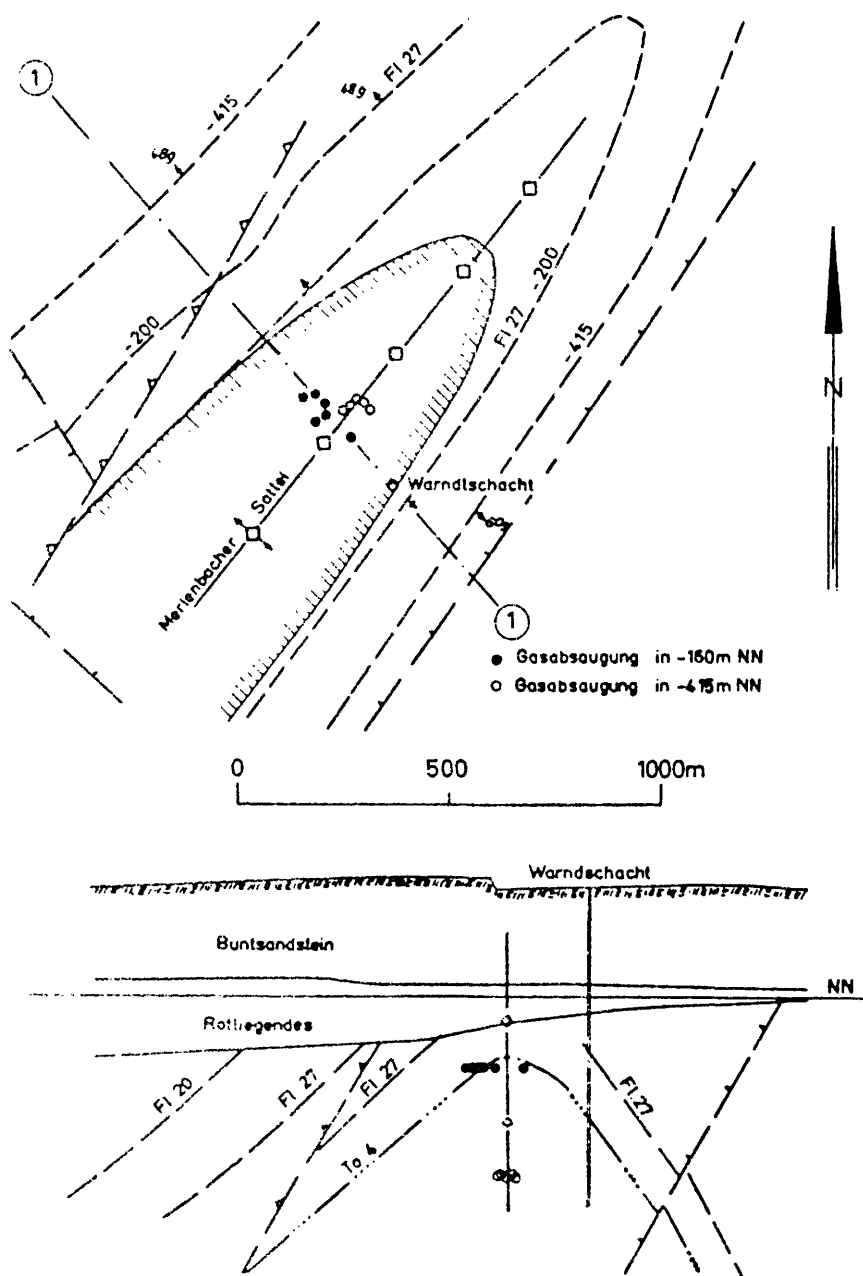


Fig. 4.

Concentration en gaz dans l'axe de l'anticlinal de Merlenbach à la mine Warndt (d'après les documents du service de topographie de la mine Warndt).

Merlenbacher Sattel: anticlinal de Merlenbach - Warndtschacht: puits Warndt - Gasabsaugung in —160 m NN und in —415 m NN: captage du grisou au niveau de —160 m et de —415 m - Rotliegendes: couche rouge - Buntsandstein: grès bigarré

La figure 3 montre, sur une carte des courbes de niveau de la veine 1, les valeurs moyennes en taille du dégagement de gaz pur en m^3/min et du dégagement spécifique de gaz en $m^3/tonne$ nette (esquisse : géologue dipl. Brandl).

En partant de la zone de dépression axiale, on peut observer en direction de la faille de la Sarre un accroissement continu du dégagement spécifique de gaz (m^3/t) qui passe de 12 à 25 m^3/t .

De même en direction du sommet de l'anticlinal, on constate un accroissement du dégagement de gaz pur (m^3/min).

Tandis que dans l'anticlinal les valeurs moyennes en tailles sont égales ou supérieures à 4 m^3/min , elles diminuent nettement, bien que de manière irrégulière, dans la zone de dépression axiale.

C'est ainsi qu'à l'est de la faille, la diminution est très marquée, là où la valeur moyenne en taille ne dépasse pas 1,6 m^3/min dans une large zone de la dépression axiale.

A l'ouest et au toit de la faille, en revanche, les valeurs moyennes relevées dans la même cuvette transversale sont environ deux fois plus élevées, bien qu'encore nettement inférieures à celles que l'on constate près du sommet de l'anticlinal.

Ainsi, cet anticlinal peu marqué, dont les flancs plats ne présentent qu'une inclinaison de 10 à 13°, suffit pour causer des différences marquées dans la présence de gaz.

Le plissement nettement plus fort de l'anticlinal de Merlenbach, avec le desserrement qu'il provoque dans la zone de l'axe de l'anticlinal, a également fortement influencé la présence de gaz dans le massif.

Dans tous les chantiers miniers à proximité de l'axe de l'anticlinal, le creusement des galeries au rocher de la mine Warndt a été fortement gêné par l'existence de soufflards et le dégagement continu de gaz.

La figure 4 montre en plan la disposition des installations de captage de gaz (chambres de dégagement et trous de sonde de captage) qui seules ont permis d'effectuer les travaux préparatoires au rocher dans l'axe de l'anticlinal.

Le dégagement de gaz au niveau supérieur sous les morts-terrains est d'ailleurs nettement plus marqué qu'au niveau d'extraction.

La pente plus forte des flancs dans l'anticlinal de Merlenbach a entraîné une forte concentration de gaz à proximité immédiate de la surface de l'axe de l'anticlinal, alors que les flancs renferment nettement moins de gaz.

R. Dürr

Dans le bassin de la Sarre, de bons résultats ont été obtenus, il y a quelques années, pour la détermination de la concentration en gaz avec le procédé d'estimation de la présence de gaz selon Schulz et Winter, qui consistait à calculer, à partir des dégagements de gaz connus de plusieurs tailles, la concentration en gaz des veines et bancs de charbon participant au dégagement.

Ces recherches n'ont porté que sur des veines dont les couches du toit et du mur étaient encore vierges au moment de l'abattage.

La figure 5 indique le résultat de la recherche. En ordonnées figure le dégagement de gaz en m^3 par m^2 de surface exploitée et, en abscisses, la puissance des veines et bancs de charbon d'où se dégageait le grisou.

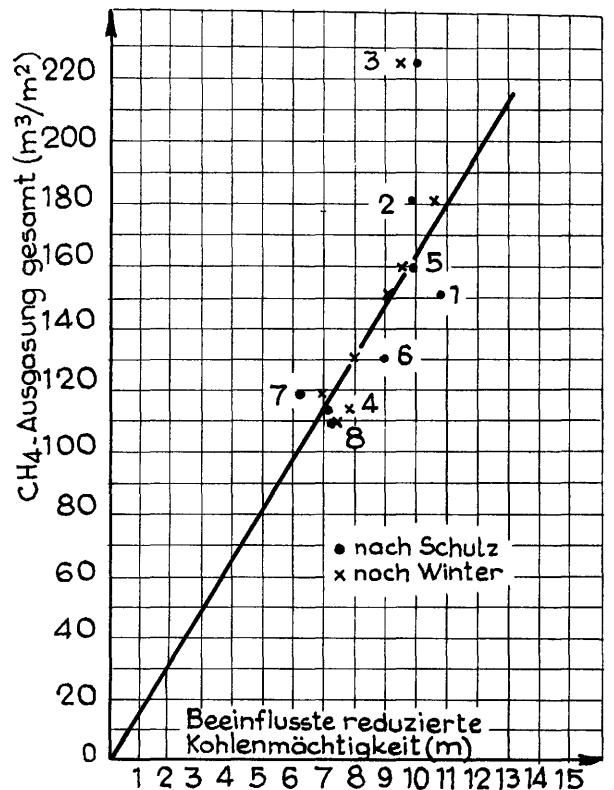


Fig. 5.

Dégagement de gaz par m^2 de surface déhouillée en fonction de la puissance réduite de charbon influencé.

abs. : puissance réduite de charbon influencé (m) - ord. : dégagement total de méthane (m^3/m^2) - • : selon Schulz - x : selon Winter

On voit que, sauf dans une taille (n° 3) (qui était d'ailleurs la plus profonde), la dispersion des points par rapport à la droite est faible.

La pente de la droite indique la teneur moyenne en gaz. Elle est en l'occurrence de 16,4 m^3/m^3 de charbon, ce qui correspond à peu près à 13 m^3/t .

Fig. 6. Dégagement de gaz et puissances de charbon réduites des tailles étudiées.

Taille n°	Mode de contrôle du toit	Procédé de captage	Longueur moyenne de la taille m	Dégagement de gaz total		Captage		Pourcentage de grisou capté %	Puissance réduite de charbon		Profondeur moyenne d'exploit. m	Concentration en gaz calculée	
				m ³ /t	m ³ /m ²	m ³ /t	m ³ /m ²		Schulz m	Winter m		Schulz m ³ /m ³	Winter m ³ /m ³
1	Bl *	sondages	170	71,7	151	50,6	106	70,5	10,77	9,09	520	14,0	16,6
2	Br *	galerie de dégazage + sondages	180	153,0	181	40,0	55	26,1	9,77	10,60	811	18,5	17,1
3	Bl	galerie de dégazage + sondages	185	84,6	225	39,0	103	46,1	10,00	9,51	900	(22,5)	(23,7)
4	Br	galerie de dégazage + sondages	140	75,7	113	48,4	72	64,0	6,10	6,85	804	18,5	16,5
5	Bl	galerie de dégazage + sondages	160	85,9	159	41,6	77	48,4	9,83	9,60	823	15,2	16,5
6	Br	sondages	160	71,0	130	49,3	90	69,4	8,92	7,99	510	14,6	16,2
7	Br	galerie de dégazage	150	62,5	118	49,1	93	78,6	6,20	6,94	591	19,0	17,0
8	Br	galerie de dégazage	165	69,3	108	17,5	27	25,2	7,22	7,27	370	15,0	14,9

* Bl : remblayage pneumatique
Br : foudroyage

La figure 6 indique les principales données relatives aux tailles. Celles-ci ont été exploitées aussi bien avec foudroyage qu'avec remblayage pneumatique. Dans toutes les tailles, le captage du grisou a été effectué partiellement par sondages, partiellement aussi par des galeries de dégazage. Les deux méthodes ont également été combinées. Toutes les tailles ont été exploitées pendant un an ou plus.

Les tailles se trouvaient jusqu'à 15 km en direction l'une de l'autre.

Le fait que l'on ait calculé la concentration en gaz en partant du dégagement de gaz nous a encouragés à effectuer des recherches similaires, mais sur une échelle beaucoup plus vaste.

Depuis 3 ans, les données concernant l'aérage et l'abattage dans toutes les tailles des Saarbergwerke AG sont enregistrées sur cartes perforées, ce qui permet de calculer tous les chiffres intéressants. C'est ainsi, par exemple, que pour un grand nombre de tailles, la concentration en gaz a été calculée par voie électronique à partir du dégagement de grisou et de la puissance réduite, selon la méthode de Schulz et Winter. Les valeurs maximales se situent vers 20 m³/t.

Nous prenons les concentrations en gaz calculées de cette manière comme base des calculs de prévision du dégagement de gaz dans les tailles à exploiter ultérieurement.

2. Exposé de M. Gunther

« Dégagement du grisou dans les chantiers d'exploitation ».

P. Bakke

Relation entre le risque d'incendie et le pourcentage de méthane et autres données relatives à l'aérage dans les mines britanniques.

Introduction.

1. Dans les conditions normales de l'exploitation minière, le pourcentage de méthane dans l'air de la mine est l'un des facteurs principaux qui permettent de connaître et d'éviter les risques d'explosion. En Grande-Bretagne, par exemple, le courant électrique doit être coupé lorsque le pourcentage de méthane dépasse 1,25 %.

2. Il y a quelque temps, nous nous sommes demandé quelle devrait être la limite de la teneur en méthane et nous avons constaté que nous n'aboutissions à rien. La réponse à cette question n'est nul-

lement évidente : il est clair qu'une teneur en méthane de 5 % est très dangereuse, mais lorsque le pourcentage est moindre, il devient difficile de se prononcer. Au lieu de commencer par se demander quelle doit être la teneur limite en méthane, on devrait s'interroger sur ce que cela signifie au point de vue du risque. Cela connu, il serait possible d'adopter une méthode plus rationnelle. Au lieu de commencer par choisir des chiffres de pourcentage de méthane, on pourrait tout d'abord choisir des niveaux de risque, puis régler les conditions d'aérage pour y faire face.

3. La présente note résume l'une des principales conclusions auxquelles ont abouti des recherches récemment effectuées en Grande-Bretagne pour expliquer la relation entre le risque, la teneur en méthane et d'autres données relatives à l'aérage dans les conditions existant dans les mines britanniques. Un rapport détaillé de MM. Bakke, Leach et Slack sera publié à ce sujet dans les « Transactions of the Institution of Mining Engineers » (1).

Analyse.

4. Les documents de base retenus pour l'évaluation du risque étaient constitués par la liste des inflammations et des explosions qui se sont produites dans des longues tailles au cours de la période de 7 1/2 ans allant de janvier 1958 à juin 1965. Il s'est produit en moyenne 16 inflammations de ce genre par an dans le Royaume-Uni. Néanmoins, la fréquence des inflammations elle-même peut être très trompeuse si l'on s'y réfère pour estimer le degré de risque. C'est ainsi, par exemple, que si l'on classe ces inflammations en fonction de la teneur en méthane de l'air par intervalles de 0,2 pour cent, on constate que le plus grand nombre d'inflammations — presque 30 % des 16 inflammations annuelles — se sont déclarées lorsque le pourcentage de méthane était normalement de 0,2 à 0,4 %. Il serait faux néanmoins d'en conclure que ces teneurs sont particulièrement dangereuses. La fréquence des inflammations ne dépend pas seulement du degré de risque que présentent les fronts de taille, mais aussi du nombre de tailles. En conséquence, on a retenu pour l'évaluation du risque p le nombre d'inflammations par an dans une catégorie, divisé par le nombre de fronts de taille de cette catégorie. Pour la Grande-Bretagne, le risque moyen vaut $p = 0,007$ inflammation par an et par voie de retour d'air.

5. Pour qu'un incendie se déclare, il faut qu'il existe simultanément un foyer d'inflammation et

un certain volume de gaz inflammable. A son tour, l'accumulation de gaz dépend d'un grand nombre de facteurs dont l'aérage. En ce qui concerne le dégagement de gaz et l'aérage, on peut identifier deux variables aérodynamiques sans dimension pouvant avoir une signification, à savoir la teneur en méthane et un nombre de Froude

$$F = \frac{u^2}{g \frac{\Delta\rho}{\rho} \sqrt{A}}$$

u étant la vitesse de l'air, g l'accélération de la pesanteur, $\Delta\rho/\rho$ la différence de densité relative et A la section transversale de la voie.

6. Les risques d'inflammation observés p ont été classés d'après le pourcentage de méthane c et le nombre de Froude. Une étude attentive des résultats empiriques a permis de penser que le pourcentage de méthane et le nombre de Froude pourraient être combinés pour former une seule variable sans dimension de la forme c^2/F .

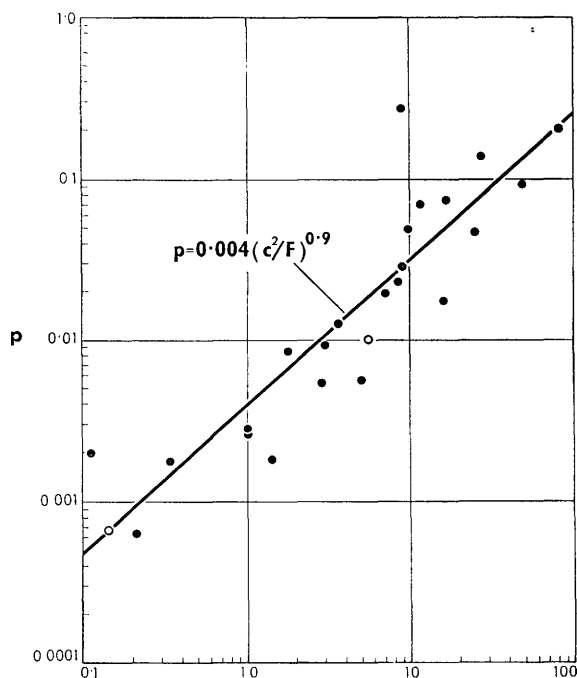


Fig. 7.

Variation du nombre d'inflammations dans les tailles et dans les voies de chantiers par année et par voie de retour d'air (p) en fonction de c^2/F dans les mines britanniques.

c : Teneur dans le courant d'air en % CH_4 - F : Nombre de Froude

7. La figure 7 montre un diagramme de risque d'inflammation (p) en fonction des valeurs de c^2/F pour c compris entre 0 et 1 % et pour des nombres de Froude allant jusqu'à 0,1. La gamme de valeurs ainsi couverte est très large : il existe un facteur

(1) P. Bakke, S.J. Leach et A. Slack (1967). On the general body concentration and other ventilation data as a measure of the average risk of ignition. A paraître dans « The Mining Engineer ».

1.000 pour p comme pour F . Le coefficient de corrélation est significatif au niveau de 0,1 % et il ne fait guère de doute que c^2/F soit un paramètre très utile dans l'estimation du risque moyen d'inflammation. La meilleure droite passant par les points correspond à l'équation

$$p = 0,004 \left(\frac{c^2}{F} \right)^{0,9} \quad (1)$$

8. Pour une discussion générale, cette expression peut être simplifiée de la manière suivante :

$$p \equiv \left(\frac{c}{u} \right)^2$$

sans risque d'erreur grave. Il est maintenant clair que la teneur en méthane a une signification du point de vue du risque, mais la vitesse de l'air est tout aussi importante. Il est certainement vrai que des bassins où la teneur en méthane est faible, peuvent être plus dangereux que d'autres où la teneur est élevée. En Grande-Bretagne, presque 5 % de toutes les tailles sont plus dangereuses avec des teneurs en méthane inférieures à 1 % que les districts qui font l'objet d'une attention spéciale parce que la teneur en méthane y est de 1 % ou plus.

9. La formule (1) peut être traduite simplement sur un graphique (fig. 8). Les axes en sont la vitesse de l'air et le pourcentage de méthane, avec un facteur de correction tenant compte de la section transversale de la voie. Les droites passant par l'ori-

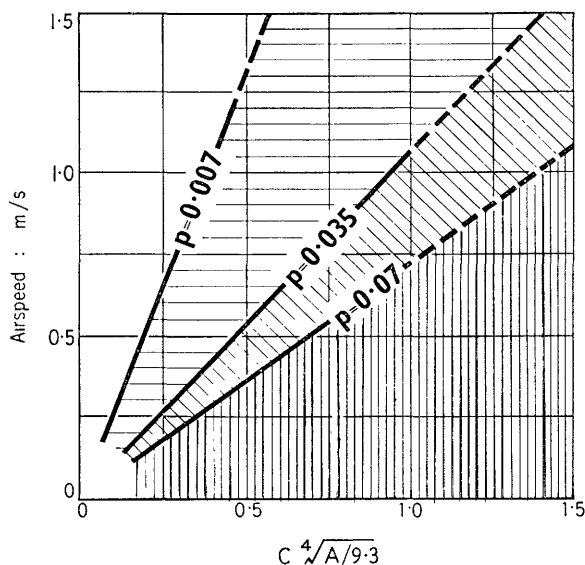


Fig. 8.

Risque moyen d'inflammation (p) exprimé en vitesse d'air, teneur en méthane et section transversale dans la voie de retour d'air dans les mines britanniques.

p : Nombre d'inflammations par année et par voie de retour d'air

$$[0,004 (c^2/F)^{0,9}]$$

c : Teneur en méthane dans le courant d'air

A : Section transversale en m^2

F : Nombre de Froude

gine correspondent à des valeurs constantes de risque et toute combinaison de teneur en méthane et de vitesse de l'air situées en-dessous d'une certaine ligne correspond à des risques plus élevés que ceux qui se situent le long de cette ligne.

10. Ces résultats pourraient être utilisés comme il a été envisagé de le faire au début de la présente note. Nous sommes maintenant en mesure de chiffrer le risque et nous pourrions commencer en choisissant des niveaux de risque et en réglant, d'après ceux-ci, les conditions d'aérage adéquates au lieu de commencer au hasard avec certaines teneurs en méthane.

Remerciements.

11. Nous tenons à remercier le National Coal Board, qui nous a fourni des précisions sur les teneurs en méthane et l'aérage dans les mines britanniques.

G. Kneuper

J'aimerais encore signaler que, d'après nos observations dans le Carbonifère sarrois, les épontes peuvent renfermer des quantités importantes de grisou libre dans le volume des pores ou adsorbé par les matières organiques.

D'après nos recherches dans le champ d'exploitation de la mine Luisenthal, les faits déterminants à cet égard sont surtout les suivants :

- 1) Il existe un type de grès d'une porosité moyenne de 4 à 5 % Vol. dont la perméabilité moyenne est de 1.10^{-2} à 3.10^{-2} qui, à forte puissance, peut dégager en très peu de temps des quantités importantes de grisou. Lorsque, par exemple, une masse de grès de ce type a une puissance de 100 m et une surface de 1 km^2 , elle peut renfermer 150 millions de m^3 de méthane dans ses pores.
- 2) Les schistes contiennent en moyenne environ trois à quatre fois plus de substances organiques que d'autres types d'épontes. La teneur des schistes en carbone organique est en moyenne de 3-5 % et peut aller jusqu'à 15 % au maximum. Un point très important est que, selon les observations faites, le matériau organique du terrain encaissant peut, selon sa composition, former deux ou trois fois plus de grisou par unité de carbone que le charbon, à degré égal de houillification. La différence est sans doute imputable au fait que la structure chimique du matériau organique n'est pas la même; en effet, le matériau organique du terrain encaissant est plus paraffinique, tandis que le charbon est plus aromatique. Il est plus facile de décomposer les combinaisons purement aliphatiques que, par

exemple, la combinaison d'un reste de méthyle directement lié à un noyau aromatique.

Ces deux exemples de résultats de nos recherches en matière de pétrophysique et géochimie permettent de voir quelle attention il faut accorder aux épontes.

Par conséquent, il est nécessaire de connaître aussi la répartition des divers types de roches encaissantes dans le massif, c'est-à-dire de connaître au préalable le faciès. Seule l'observation minutieuse de celui-ci dans les traçages existants permet de faire des prévisions suffisamment exactes.

Il est certain que, pour une bonne part, la différence considérable qui existe entre le dégagement de grisou du champ de l'Alsbach avec 21 m³/t de charbon et celui du champ sud avec 90 m³/t de charbon dans la mine Luisenthal est due aux différences de composition des roches encaissantes.

W. Giesel et H. Wildner

M. Paul a mentionné, lors de la discussion des résultats des mesures de concentration en gaz, que le procédé de prévision d'après Gunther donnait des valeurs de dégagement de gaz supérieures à celles déterminées d'après les méthodes de calcul de Schulz, Winter et Stuffken.

Le procédé prévisionnel du Cerchar s'appuie sur l'hypothèse d'un volume de dégazage nettement plus étendu (fig. 9).

Les observations récentes faites sur les mouvements de terrain laissent présager une extension plus grande du volume de dégazage au mur de la couche exploitée.

Dans un bouveau situé en dessous d'une taille, on a observé jusqu'à une distance de 50-80 m des soulèvements qui permettent de constater un desserrage des couches du mur. Le desserrage diminue lorsque la distance à la couche exploitée augmente.

On peut supposer que l'étendue de la zone de dislocation dépend de la grandeur de la surface exploitée, car, pour une surface d'exploitation relativement faible comme dans la taille S2 (fig. 10), la profondeur d'influence de 100 m ne sera pas atteinte.

Chambon a observé, aux alentours d'un puits intérieur situé en dessous d'une exploitation, des soulèvements jusqu'à une centaine de mètres en dessous de la couche exploitée (fig. 11).

Les influences géo-mécaniques de l'exploitation constatées ne donnent pas de renseignements immédiats sur l'espace de dégazage.

Il est vrai que la perméabilité du massif augmente fortement à la suite des influences de l'exploitation

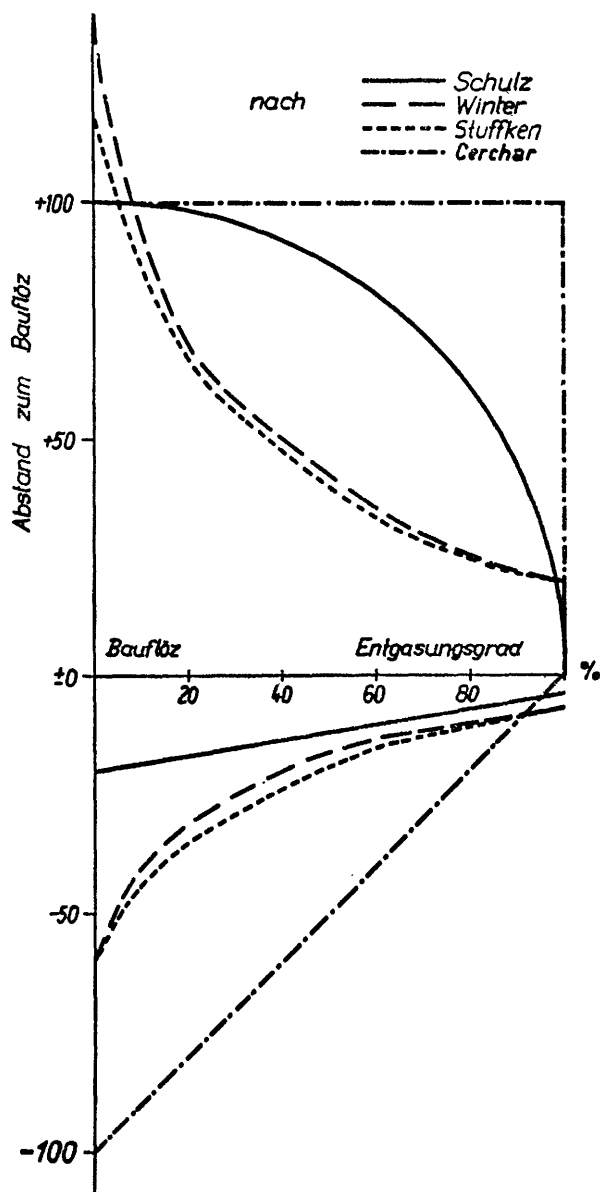


Fig. 9.

Degré de dégazage des couches voisines en fonction de la distance à la couche exploitée.

abs. : degré de dégazage - ord. : distance à la couche exploitée - Bauflöz : couche exploitée - nach Schulz, Winter... : selon Schulz, Winter...

de sorte que le grisou peut s'écouler, même si la pression du gaz décroît.

Toutefois, nous ne considérons comme espace de dégazage que celui qui est sous l'influence de l'exploitation et duquel le gaz peut s'écouler vers la taille.

Des galeries situées en dessous et au-dessus de chantiers en cours d'exploitation, des anciens travaux, des dérangements géologiques ou tectoniques, ainsi que la surface constituent également des zones de moindre pression vers lesquelles le gaz peut s'écouler.

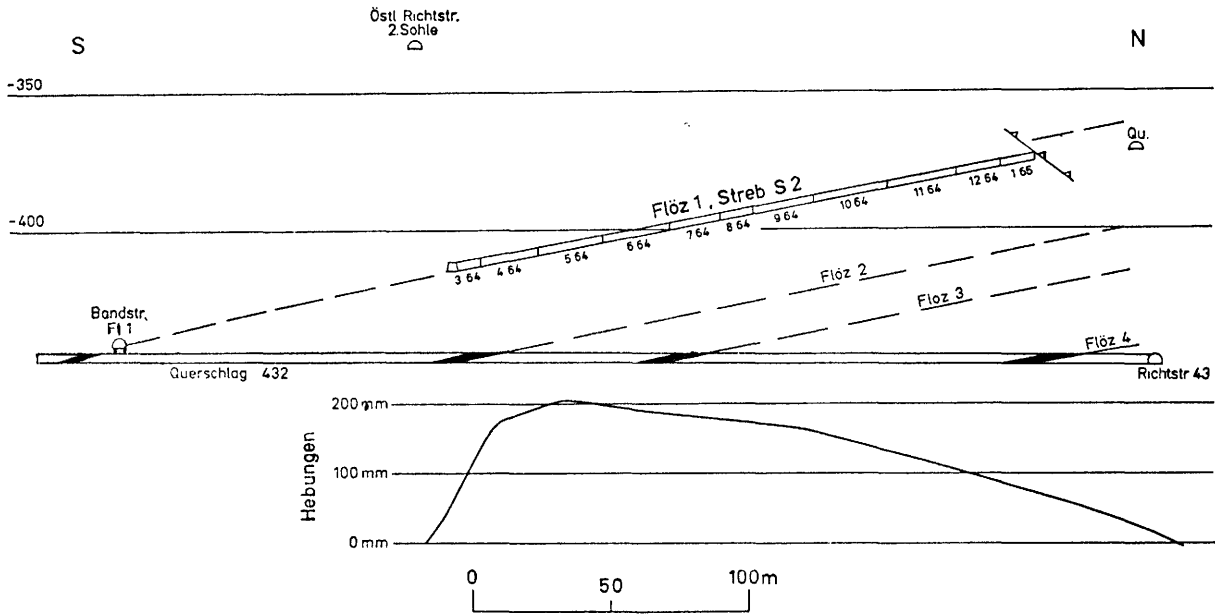


Fig. 10.

Soulèvements dans un travers-bancs influencé par une exploitation sus-jacente.

Östl. Richtstr. 2. Sohle : voie en direction Est au 2^e étage - Querschlag (Qu.) : travers-bancs - Bandstr. : voie à courroie - Richtstrecke : voie en direction - Hebungen : soulèvements - Flöz 1, Streb S 2 : couche 1, taille S 2

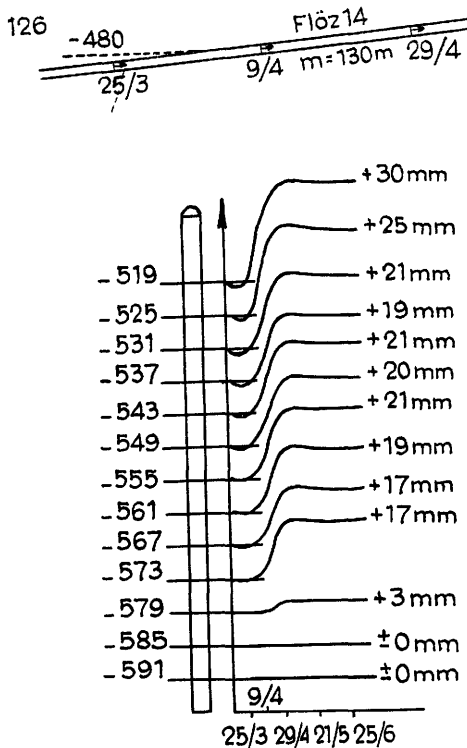


Fig. 11.

Mouvements verticaux dans un puits intérieur influencé par une exploitation sus-jacente, d'après Chambon.

Flöz : couche

La bonne corrélation entre la délimitation des zones d'influence des travaux et de l'espace de dégazage de la taille exploitée elle-même et des couches du toit a trouvé une confirmation dans le procédé de calcul développé par Houpeurt.

L'idée directrice de ce mode de calcul du dégagement de gaz fondamental découle de la figure 12.

Une longue taille chassante avec une vitesse d'avancement régulière produit une zone de fissuration préalable qui précède le front de taille d'une largeur d_0 .

A l'intérieur de cette zone, le charbon, du fait de la fissuration due aux travaux, est divisé en fragments élémentaires, de grandeur moyenne égale.

Si l'on admet que la perte de charge lors de l'écoulement à travers les fissures est négligeable, ce sera la diffusion du gaz à travers les particules de charbon qui déterminera la vitesse du dégagement gazeux. Celle-ci dépend de la durée de séjour des particules de charbon dans la zone de fissuration jusqu'au moment de l'abattage en taille.

Pour le calcul du pourcentage de dégagement de gaz par ces particules de charbon, on utilise la formule empirique suivante :

$$f(t) = \frac{\lambda \cdot t^n}{1 + \lambda t^n}$$

dans laquelle λ et n sont des constantes caractéristiques du charbon considéré. Ces constantes dépen-

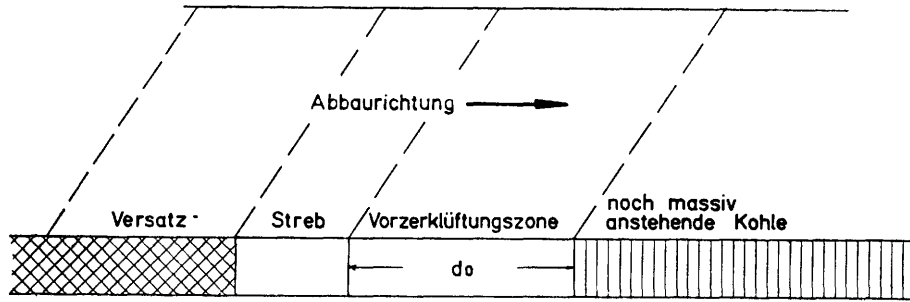


Fig. 12.

Modèle de taille pour le calcul du dégagement de gaz fondamental.

Abbaurichtung : direction de l'abattage - Versatz : remblai - Streb : taille - Vorzerklüftungszone : zone de fissuration préalable - noch massiv anstehende Kohle : charbon en place encore massif

dent de la forme des courbes de désorption et donc de la granulométrie.

Le pourcentage de dégagement de gaz $f(t)$ est le rapport de la quantité de gaz dégagée ($G_0 - G_t$) à la quantité initiale de gaz désorbée ($G_0 - G_a$), à la pression de 1 atm. Le dégagement fondamental de gaz se compose du dégagement continu du charbon préfissuré et du dégagement du charbon abattu, jusqu'à l'extrémité de la voie de desserte du chantier. Le dégagement de gaz du front par unité de temps est donné par la formule

$$Q = (G_0 - G_a) \cdot S \cdot v \frac{\lambda \cdot d_0^n}{v^n + \lambda \cdot d_0^n}$$

dans laquelle :

G_0 = concentration totale en gaz en m^3 de CH_4/m^3 de charbon

G_a = concentration résiduelle à 1 atm en m^3 de CH_4/m^3 de charbon

S = surface du front de charbon (épaisseur de la veine \times longueur de la taille)

v = vitesse d'avancement.

Les constantes λ et n varient vraisemblablement suivant le broyage du charbon sous l'effet de l'abattage si bien que, pour le dégagement du charbon brut, il y a lieu de prendre en considération une expression semblable, mais avec d'autres limites de temps.

L'applicabilité de ce modèle doit toutefois être vérifiée par des calculs numériques à partir de mesures du dégagement de gaz fondamental.

A. Schäfer

Dans son modèle de calcul du dégagement de grisou lors de l'exploitation, M. Gunther admet qu'au-dessus de la taille toutes les couches jusqu'à

une hauteur de 100 m dégagent le total de leur gaz, tandis que pour les couches situées sous la taille, le coefficient de dégagement de gaz décroît linéairement de 1 à 0 à une profondeur de 100 m. Les limites latérales de cette zone de dégazage correspondent à celles du chantier.

Il avance ainsi une hypothèse, d'ailleurs très simplifiée, sur l'extension de la zone de dégazage.

Nous désirons communiquer à ce sujet quelques observations faites par nous-mêmes et par d'autres en ce qui concerne cette extension ainsi que le développement de la zone de détente au-dessus de la taille et le rapport qui existe avec la quantité de gaz dégagée et la pression du gaz, en fonction du temps et de la distance de la taille; nous les soumettrons ensuite à la discussion. Nous pensons, en effet, qu'il

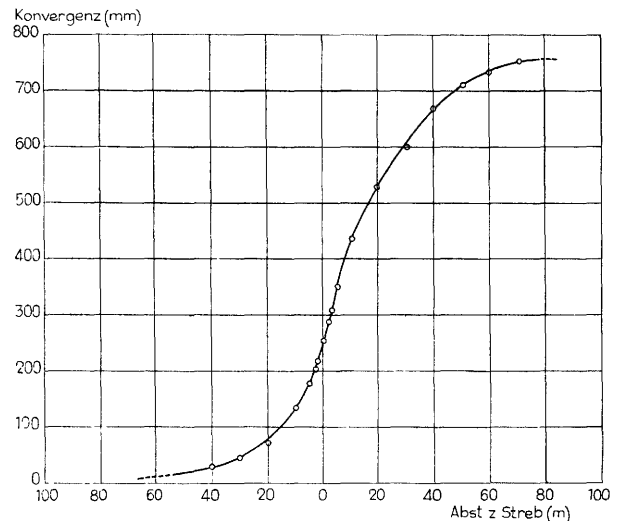


Fig. 13.

Courbe de convergence moyenne dans le plan incliné d'aérage de la couche 1, taille S 2. Champ de l'Alsbach, mine Luisenthal.

abs. : distance à la taille (m) - ord. : convergence (mm)

faudrait tenir compte aussi de ces observations lorsque l'on avance une hypothèse sur la zone de dégagement de grisou au-dessus des tailles.

La figure 13 montre la courbe moyenne de convergence dans le plan incliné d'aérage S 2 de la taille à remblayage hydraulique S 2 dans le champ de l'Alsbach de la mine Luisenthal.

D'après cette courbe, les mouvements autour de la galerie commencent à environ 60 m en avant de la taille. Ils ne s'accroissent considérablement qu'à environ 10 ou 15 m de la taille, là où les mouvements affectent des couches plus profondes que la zone détendue autour de la galerie.

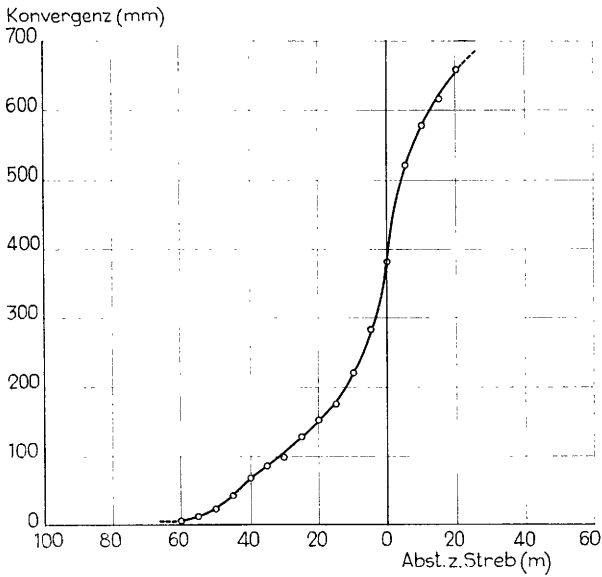


Fig. 14.

Courbe de convergence moyenne dans la voie de tête de la taille 1 h, couche 1. Champ Sud de la mine Luisenthal.

abs.: distance à la taille (m) - ord.: convergence (mm)

La figure 14 montre une courbe analogue pour la voie de retour d'air de la taille rabattante 1 h à remblayage pneumatique du champ Sud de la mine Luisenthal.

Les premiers mouvements mesurables commencent à se manifester à environ 60 m en avant de la taille. Comme la galerie se trouve à proximité d'une faille, le mur a tendance à se plisser et l'on constate au passage de la taille des valeurs de convergence très élevées. A 10 m en avant de la taille, la vitesse de convergence augmente fortement. Des couches plus profondes sont influencées par l'exploitation.

La figure 15 montre une courbe de pression de gaz relevée dans la même galerie en fonction du temps et de la distance de la taille, dont M. Hückel parlera plus en détail. La pression gazeuse est ainsi à peu près constante en avant de la taille (19 atm). A environ 6,5 m en avant de la taille, la pression tombe brusquement à zéro, ce qui est dû à la détente du massif sous l'effet de la pression supplémentaire.

Ainsi qu'on peut le voir par toute une série de courbes de débit de gaz, c'est seulement à partir de ce moment que commence le dégagement dans les sondages.

Les deux figures suivantes 16 et 17 permettent de discerner le début du dégagement de gaz dans la région de cette zone détendue.

La figure 16 montre les résultats de mesures de convergence, de décollement de bancs et de débit de gaz dans un sondage de la voie d'entrée d'air de la taille 1 h de la mine Luisenthal.

Nous constatons une légère diminution du débit de gaz entre 13 et 10 m avant le passage de la taille, qui peut être dû à l'influence de la pression

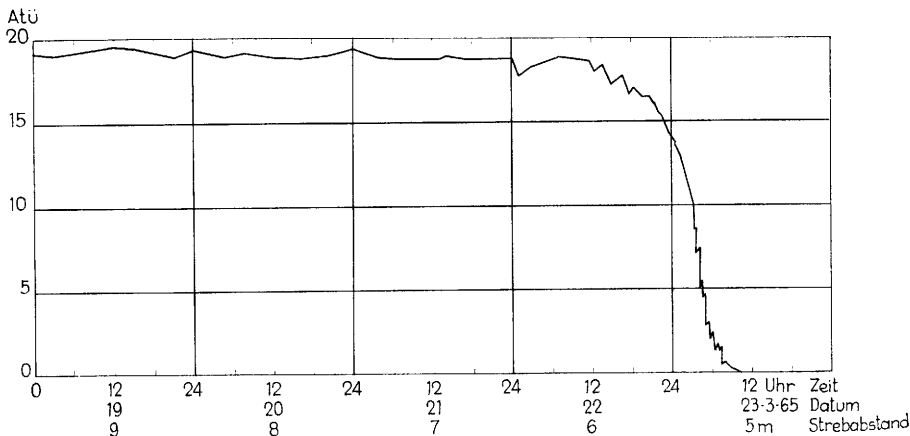


Fig. 15.

Mesure de la pression du gaz dans un sondage de la voie de retour d'air de la taille 1 h. champ Sud, mine Luisenthal, en fonction du temps ou de la distance à la taille.

Zeit: temps (en heures) - Datum: date - Strebabstand: distance à la taille

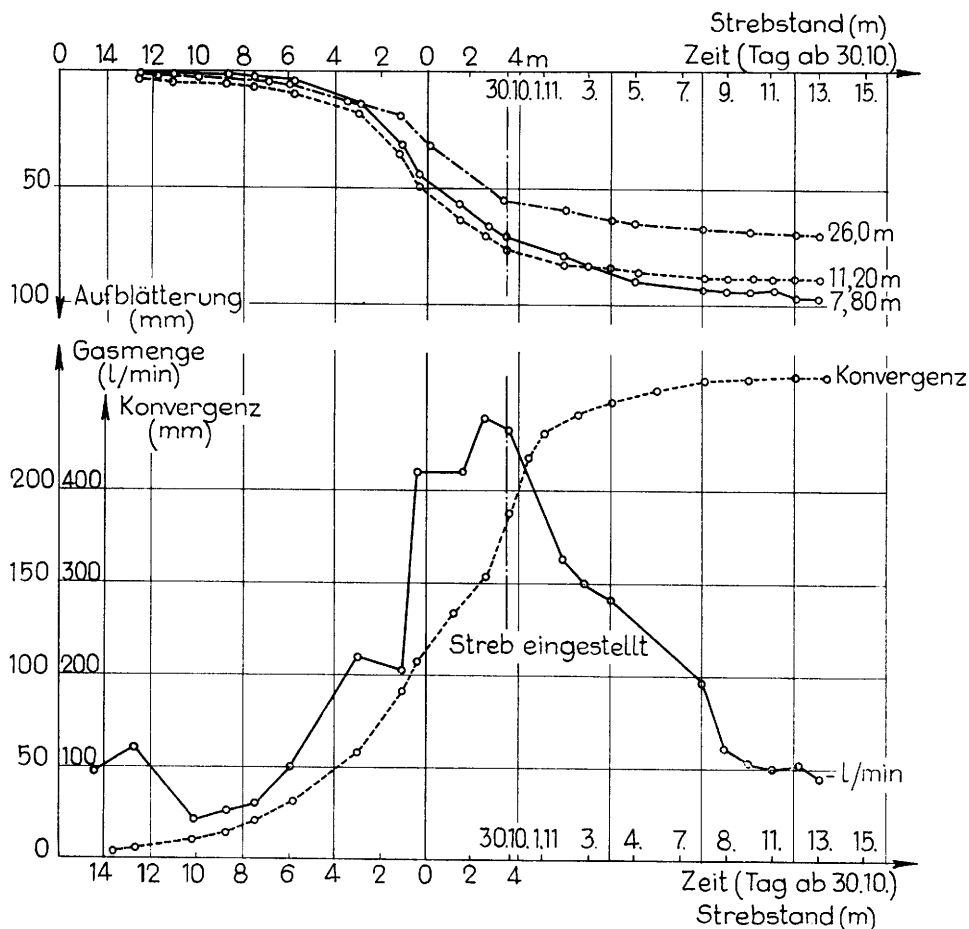


Fig. 16.

Mesure de convergence, décollement de bancs et dégagement de gaz dans le sondage de captage n° 678 de la voie de base de la taille 1 d, champ Sud, mine Luisenthal.

Strebstand : distance à la taille - Zeit (Tag ab 30-10) : temps (jour à partir du 30-10) - Aufblätterung : décollement de bancs - Gasmenge : débit de gaz - Konvergenz : convergence - Streb eingestellt : taille arrêtée

supplémentaire. Le débit de gaz mesuré remonte ensuite en même temps que la convergence.

Les courbes de décollement de bancs montrent un accroissement marqué, parallèlement à la convergence. Au passage de la taille, les couches sont déjà affectées jusqu'à une profondeur de 26 m et s'affaissent en bloc. C'est ce que montre l'allure parallèle des courbes de décollement à partir de ce moment.

La taille ayant été arrêtée le 30 octobre 1965 à 4 m derrière le sondage, le dégagement de gaz a diminué immédiatement. Les vitesses de convergence et de décollement ont diminué rapidement. Il existe donc une véritable relation entre les mouvements de terrains et le dégagement de gaz. M. Otto, au contraire, ne constate cette relation que jusqu'au maximum de vitesse et suppose que la croissance ultérieure du dégagement de gaz fré-

quement constatée lorsque la vitesse du décollement ou de la convergence décroît, n'est plus en rapport avec ces facteurs. Il n'explique la diminution ultérieure du dégagement de gaz que par l'épuisement de la zone de dégazage.

Nous supposons, quant à nous, qu'à mesure que la taille avance, des couches de plus en plus éloignées sont affectées et se détendent. Le décollement ayant atteint une valeur maximale, ces couches s'affaissent en bloc avec les couches inférieures jusqu'à l'excavation de la taille. Au cours de ce mouvement, des couches toujours plus éloignées viennent se poser sur les premières couches du toit, jusqu'à ce que finalement la pression des terrains sus-jacents se rétablisse et que la perméabilité de la roche diminue suffisamment pour interrompre l'écoulement du gaz vers la taille. Un autre argument en faveur de cette hypothèse est que les veines déjà influencées

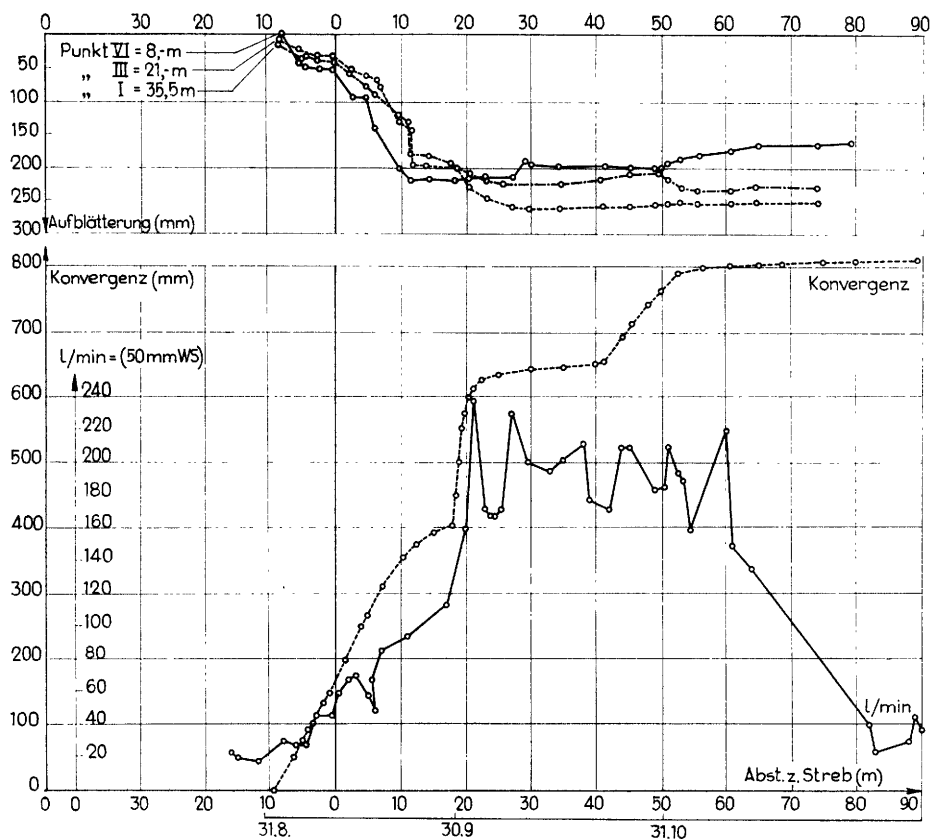


Fig. 17.

Mesure de convergence, décollement de bancs et dégagement de gaz dans le sondage de captage n° 377 de la voie de base de la taille 1 h, champ Sud, mine Luisenthal.

Aufblätterung : décollement de bancs - Konvergenz : convergence - Abst. z. Streb : distance à la taille

par des exploitations sous-jacentes dégagent encore du gaz.

Il y a lieu d'admettre que la diminution du dégagement de gaz va de pair avec l'imperméabilité croissante des couches et l'épuisement de la zone de dégazage, qui est ainsi nécessairement limitée.

La figure 17 montre cette augmentation du débit de gaz lorsqu'il y a une augmentation du décollement au fond du trou (points III et I à 21 m et 35,5 m). A partir de 30 m environ derrière la taille, les couches s'affaissent uniformément jusqu'à une profondeur de 35,5 m.

Il n'est pas possible de dire avec certitude si la diminution du dégagement de gaz au-delà des 60 m derrière la taille est due à une moindre perméabilité ou à l'épuisement de la zone d'alimentation. Toutefois, on peut constater une diminution du décollement du bas-toit sur 8 m d'épaisseur.

Des mesures de la pression supplémentaire, effectuées par M. Jacobi dans le cadre de la Forschungsgemeinschaft Neumühl et récemment par M. Chambon, ont montré qu'après un fort accroissement de cette pression en avant de la taille, elle retombe à zéro à environ 6 m avant le passage de la taille. Cette zone coïncide avec la zone de détente située en avant de la taille, dont l'existence a été constatée ci-dessus, avec le moment où la pression du gaz diminue, où se renforcent la convergence et le décollement des couches et où le dégagement de gaz augmente.

L'espace de dégazage autour de la taille correspond donc, au moins à proximité immédiate de la taille, aux mouvements de terrains provoqués par l'exploitation et à leur étendue.

Il n'est pas encore possible de délimiter cet espace de dégazage dans les couches supérieures du toit. Elle ne pourra être connue exactement que par de nouvelles mesures de la zone d'influence de l'exploitation et du dégagement de gaz.

3. Exposé de M. Vandeloise

« Moyens de lutte contre le grisou dans les chantiers d'exploitation ».

A. Hausman

Quelques cas d'amélioration du captage du grisou par étanchement des parois d'une galerie au moyen de mousse de polyuréthane ou de plâtre.

Divers essais d'amélioration du captage du grisou par l'étanchement des parois de la galerie ont été faits en Campine et les résultats sont très satisfaisants. Nous citerons quelques exemples :

- 1) Aux Charbonnages de Helchteren-Zolder et Houthalen, une galerie de retour d'air d'un chantier fut couverte sur toute sa longueur d'une manchette complète de mousse de polyuréthane au fur et à mesure de son avancement. Le polyuréthane est projeté sur de la toile de jute fixée au soutènement. Avant cette application, on avait de sérieuses difficultés au point de vue teneur en grisou dans l'atmosphère de la voie, malgré le captage du grisou. Cette manchette a maintenant une longueur de près de 400 m. Dès l'application de la mousse de polyuréthane, la dépression a pu être doublée aux trous de captage. La quantité de grisou dans l'atmosphère de la voie est devenue inférieure à 1 %, malgré un avancement journalier du chantier doublé. Un autre avantage a été la suppression de toutes les petites cavités du toit où le grisou s'accumulait précédemment.
- 2) Dans cette même voie de chantier, après avoir projeté une manchette de polyuréthane d'environ 400 m de longueur, nous avons remplacé cette mousse par du plâtre. Le plâtre est projeté à même la roche au moyen d'une lance tenue à la main. L'étanchéité est moins bonne qu'avec le polyuréthane et il arrive qu'à la longue le plâtre s'écaille par places suite aux pressions de terrain. N'empêche que les résultats au point de vue captage ont encore été excellents. On a pu très simplement réparer les endroits écaillés en projetant à nouveau un peu de plâtre sur la couche existante.
- 3) Dans trois autres charbonnages, on a eu des difficultés à la recoupe d'anciens travaux. Le grisou sortait des vieux travaux et la teneur dans la voie de recoupe devenait prohibitive. Des tuyaux de captage aspirant dans les vieux travaux n'amélioreraient pas la situation, la teneur du mélange capté étant d'ailleurs très basse. Après projection d'une manchette de plâtre sur une longueur d'une vingtaine de mètres, la situation dans la voie est redevenue normale et la teneur des gaz captés est remontée à plus de 80 % de CH₄.

Le polyuréthane et le plâtre ont tous deux leurs avantages et leurs inconvénients. Nous les résumons ci-dessous :

Mousse de polyuréthane.

Avantages :

- Étanchéité parfaite lorsqu'elle est bien appliquée.
- Après application, les parois des galeries sont très unies. Il ne reste pas de trous où le grisou puisse s'accumuler.
- Résiste très longtemps et, grâce à son élasticité, s'adapte très bien aux pressions de terrain.

Inconvénients :

- N'adhère pas sur les surfaces humides.
- Présente un très grand danger de propagation rapide de la flamme lorsqu'il est projeté en galeries, si des précautions spéciales ne sont pas prises.
- Son prix est élevé.
- Doit être projeté par des spécialistes.

Plâtre.

Avantages :

- Adhère parfaitement aux parois humides.
- Peut être appliqué par n'importe qui.
- Son prix de revient est beaucoup moins élevé que celui du polyuréthane.
- Rend les parois incombustibles.

Inconvénients :

- Moins étanche que le polyuréthane.
- Les parois restent inégales et les trous où le grisou pourrait s'accumuler ne sont pas bouchés.
- Probablement durée plus limitée que le polyuréthane, principalement là où il y a des pressions de terrain.

H. Lavallée

Approche d'une loi exprimant l'interdépendance de l'indice de perméabilité naturelle des charbons (), de leur coefficient de prédégazage et de leur titre en chlorures.*

La chloruration des eaux dites connées du Westphalien est bien connue en Belgique. En Campine, elle est fonction de leur dureté (fig. 18) (**).

(*) Rappelons que par « perméabilité naturelle » nous entendons la perméabilité que possède une couche « in situ » en excluant toute activation due à l'influence d'un quelconque travail d'exploitation (Voir : Annales des Mines de Belgique - Année 1964 - n° 11, par H. LAVALLÉE).

(**) Les tableaux sont joints dans l'édition imprimée de la communication ci-dessus.

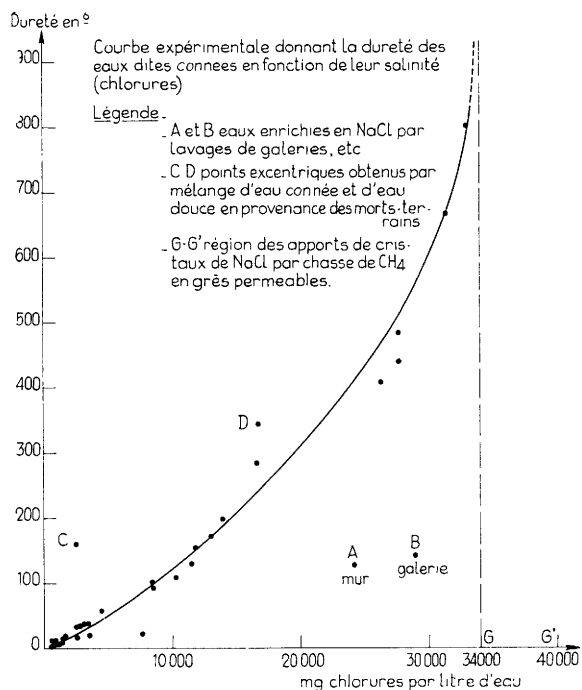


Fig. 18.

Courbe expérimentale de dureté des eaux dites « connées » en fonction de la salinité (teneur en chlorures).

Moins connu, et parfois ignorée, est la chloruration des charbons perméables, lesquels titrent le plus souvent, en chlorures, plus de 0,1 % de leur poids.

Aux Charbonnages de Helchteren-Zolder-Houthalen, de tels titrages au nitrate d'argent avec chromate de potassium comme indicateur, établis sui-

vant un processus standardisé de préparation et d'analyse facilement reproductible, ont conduit à l'établissement de courbes expérimentales du type (fig. 19).

Elles expriment le nombre de milligrammes de chlorures dissouts dans 100 cm³ d'eau distillée sur échantillons de 50 grammes de charbon calibré, en fonction du temps d'immersion.

Des courbes semblables (fig. 20 et 21) ont été levées à partir de schistes purs broyés et, d'identique façon, à partir d'échantillons en provenance de la veine n° 6 des Charbonnages du Centre à Ressaix. Cette veine est réputée être la plus susceptible de provoquer des dégagements instantanés.

Il apparaît que les chlorures sont relativement peu abondants dans ce charbon à D.I. comparativement aux charbons perméables de Campine 20 fois plus chlorurés.

Pour autant que la méthode de titrage Nitrate-Chromate leur convienne, les schistes semblent 1/2 moins ou aussi chlorurés que nos charbons campinois, selon qu'ils sont en contact avec le charbon ou qu'ils lui sont sus-jacents (de 4 m, fig. 21). Ce large dépassement de la « chloruration naturelle » résulte-t-il de phénomènes de diffusion à partir des couches ou de bancs de grès ?

Nous poussons plus avant nos recherches à telle fin de savoir :

- a) Si ces quelques milligrammes trouvés dans les charbons à D.I. ne représentent pas simplement la salinité normale des eaux douces superficielles.

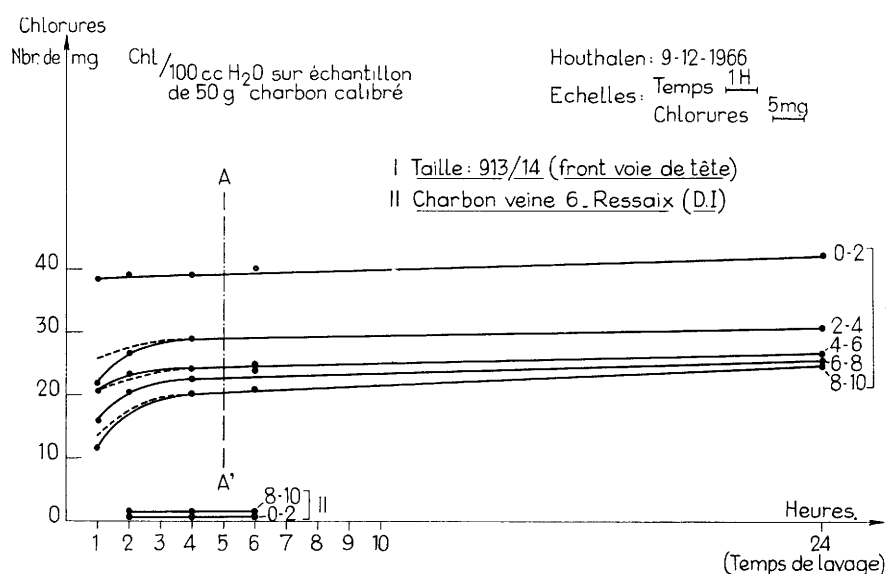


Fig. 19.

Salinité en fonction du temps de lavage (Houthalen : taille 913/14 - Ressaix : Veine 6).

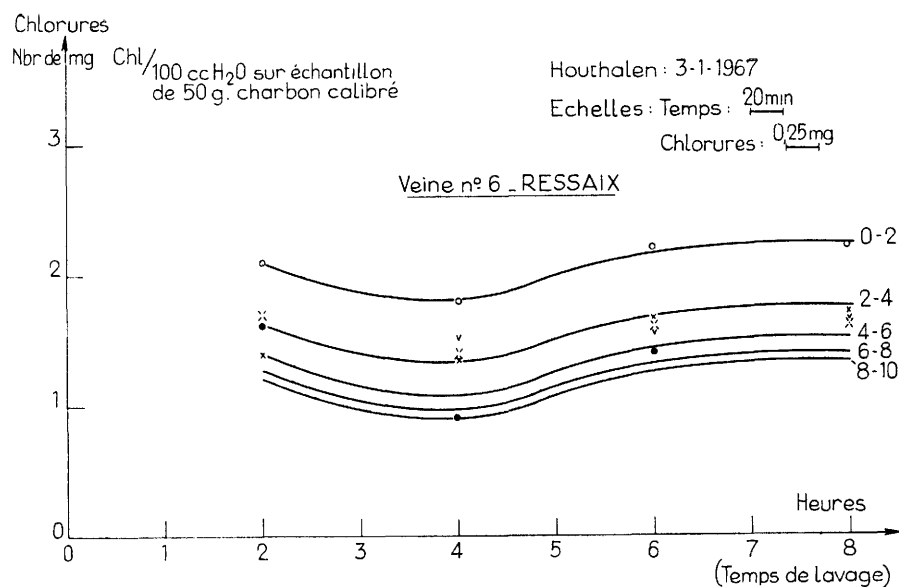


Fig. 20.

Salinité en fonction du temps de lavage (Veine 6 - Ressaix).

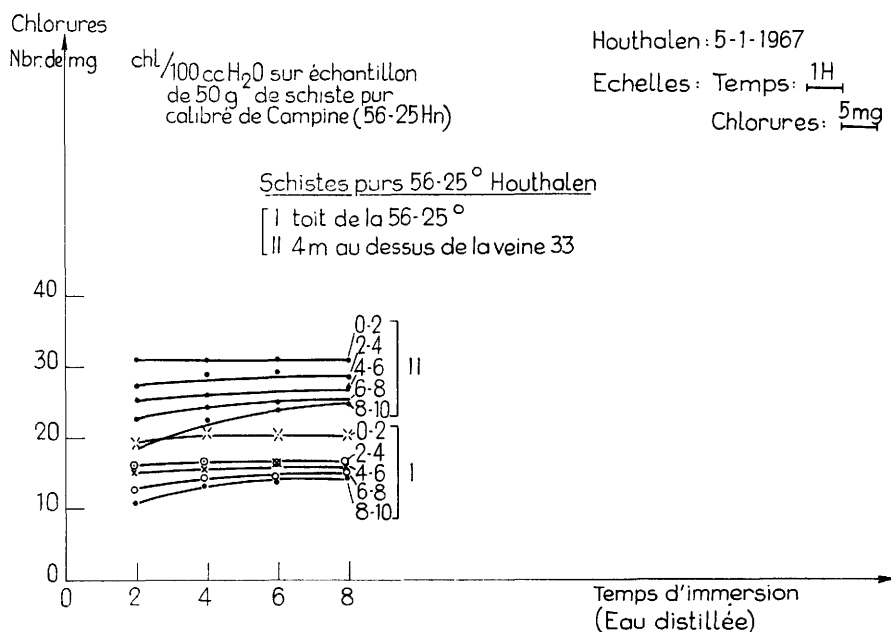


Fig. 21.

Salinité de schistes purs en fonction du temps d'immersion dans l'eau distillée.

b) Si cette chloruration soupçonnée être minimale, et que nous appellerons « chloruration originelle », n'est pas le privilège de toute roche imperméable, de formation continentale et appartenant au Westphalien belge, ce qui serait en particulier le cas de la veine n° 6 de Ressaix.

c) Il serait dès lors plus intéressant encore de vérifier si cette « chloruration originelle » n'est pas dépassée lorsque la tendance au D.I. est atténuée (ou s'atténue), par exemple pour les veines à D.I. et à susceptibilité variable, et ce en raison inverse de cette susceptibilité.

Il serait alors possible, dans la plupart des cas, de détecter les zones dangereuses, d'autant plus longtemps à l'avance, que le titrage des chlorures a lieu sur échantillon prélevé loin en avant du front des chantiers.

d) La pénétration des eaux chlorurées dans nos couches perméables Westphaliennes ne peut se comprendre que par leur mise en contact avec la source de ces eaux grâce aux phénomènes géologiques. Nous veillerons donc à vérifier si en d'autres gisements (West-Virginie, Sardaigne, Newcastle, etc.), où de tels phénomènes n'ont pas pu créer de tels contacts, par suite du parallélisme des sources et des couches perméables que des bancs de schistes imperméables séparaient, des couches de charbon ont ou n'ont pas pu se charger de chlorures.

e) Si, comme il est permis de l'espérer, le titre de nos charbons en chlorures est représentatif de leur perméabilité naturelle, il offre l'avantage de pouvoir être obtenu par une méthode simple, de routine, rapide (dans les 6 à 7 heures) si la durée d'immersion des 0-2 mm dans l'eau distillée est de 5 heures (fig. 19) ainsi que nous en avons décidé. Elle offre encore l'avantage d'être déjà pratiquée, pour d'autres raisons, dans toutes les sociétés minières.

En fait, ce n'est pas la quantité totale ou réellement présente dans l'échantillon que nous mesurons en limitant à 5 heures le temps d'immersion et en admettant des grains de charbon de 2 mm, mais une quantité comparable et représentative de cette chloruration totale. Et c'est bien ainsi. Mais ce que nous devons rechercher en premier lieu, c'est la précision dans le titrage étant donné les très faibles chlorurations des charbons à D.I.

f) Le titrage des chlorures offre l'avantage indiscutable d'être indépendant de la détente de l'échantillon qu'entraîne son extraction, laquelle le fait passer d'une pression de 70 à 80 kg/cm² (cas de Houthalen) à la pression atmosphérique, avec modification irréversible de sa fissuration.

Outre qu'il permettrait de comparer les perméabilités naturelles des différentes couches de charbon, il permettrait de trouver une relation ou « coefficient de prédégazage » entre le volume de charbon contenu dans un panneau à traiter par pré-téléinfusion (voir Annales des Mines 1964) et celui du grisou prédégazable livrable par ce panneau.

La pratique de la pré-téléinfusion a en effet mis en évidence que, dans le bassin Campinois tout au moins, 1 à 2 % d'eau pouvaient être infusés

en charbons vierges de toute influence. Cette eau, d'une part, comprime du grisou au fond des alvéoles en cul-de-sac ainsi que le grisou adsorbé fixé par la surface des molécules de charbon, mais il chasse d'autre part le grisou libre ou absorbé par le charbon perméable, ce dernier intervenant seul dans les problèmes d'aéragé.

Conclusion.

La mise en valeur des renseignements que peut nous procurer le titrage précis des chlorures dans nos charbons ouvre des horizons qu'il serait impardonnable de ne pas explorer, étant donné qu'elle contribuerait sérieusement à la recherche d'une solution pratique des problèmes d'assainissement de l'atmosphère de nos chantiers et de leur sécurité

G. Kneuper, H. Kroepelin et W. Rühl

M. Vanôeloise a fait état, dans ses remarques sur le prédégazage, d'essais qui ont eu lieu en U.R.S.S. en vue de capter le grisou par des sondages profonds, issus de la surface, et dont le domaine d'action est agrandi par une dislocation hydraulique (Fracking).

Je voudrais résumer brièvement les idées fondamentales concernant une recherche semblable que les Saarbergwerke envisagent. On vérifiera si les méthodes de dégazage habituelles peuvent être largement remplacées par quelques sondages issus de la surface (fig. 22). Pour cela, il est nécessaire que la zone d'influence des sondages soit élargie par des traitements de sondages comme ceux qui sont appliqués dans l'exploitation pétrolière (Fracking).

Nos observations ont montré que, par les sondages implantés dans des terrains non influencés par l'exploitation, il ne sort qu'une faible proportion du gaz contenu dans les terrains. Des volumes importants de grisou ne sont libérés que sous l'action de l'exploitation, parce que les mouvements de terrains qui y sont associés accroissent la perméabilité au grisou des épontes et du charbon.

Il en résulte que, dans la zone d'influence d'une taille, le grisou se dégage. Le volume de gaz libéré dans ces terrains maintenant devenus perméables est fonction de la dépression appliquée.

Grâce à la technique de fracturation déjà appliquée avec un succès remarquable depuis 10 ans dans l'exploitation pétrolière ouest-allemande, les actions mécaniques des terrains dues à l'exploitation peuvent être partiellement remplacées et la zone actuelle d'influence de l'exploitation peut aussi être agrandie artificiellement.

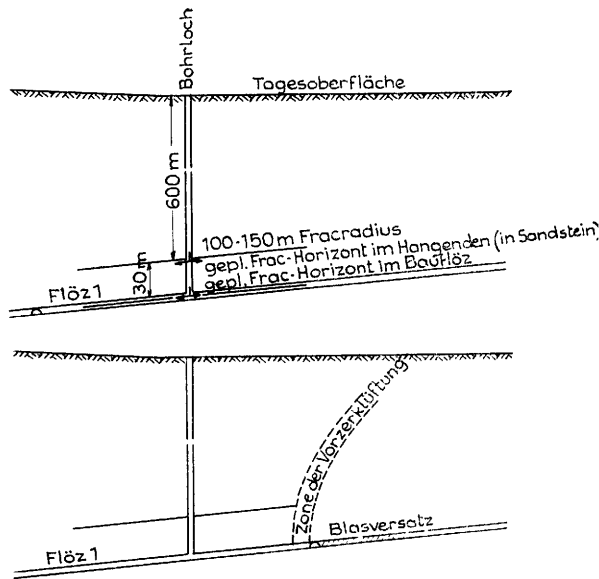


Fig. 22.

Schéma du projet de fracturation hydraulique en vue de réduire le dégagement de gaz fondamental et supplémentaire.

Bohrloch : sondage - Tagesoberfläche : surface du sol - Fracradius : rayon de fracking - gepl. Frac-Horizont im Hangenden (in Sandstein) und im Bauflöz : niveau de fracking prévu dans le toit (en grès) et dans la couche exploitée - Zone der Vorzerklüftung : zone de fissuration préalable - Blasversatz : remblayage pneumatique

Nous envisageons de forer deux sondages, à partir de la surface, en avant du front de la taille 1 a et des tailles montantes prévues en couche 1 dans le champ sud de la mine de Luisenthal. Grâce à la fracturation hydraulique, les terrains devront être si fissurés que, par les fissures provoquées autour du sondage, le grisou emprisonné dans les terrains puisse déjà être capté partiellement avant qu'une liaison ne s'établisse entre la zone disloquée et la zone d'influence de l'exploitation (partie supérieure de la figure). Lors de la progression de l'exploitation, une liaison sur un large front se produira ensuite avec la zone de fissuration préalable qui précède la taille (partie inférieure de la figure).

Il faut appliquer une dépression élevée sur les voies de migration améliorées dans les terrains disloqués et dans la zone d'influence de la taille. Dans chacun des deux sondages, il faudra faire du fracking à deux niveaux. Ces deux niveaux de fracking, nous voulons les situer, l'un dans la couche à exploiter elle-même et l'autre à environ 30 m au-dessus, dans un banc de grès.

Le fracking dans la couche à exploiter doit réduire le dégagement de grisou fondamental et aplanir les pointes de dégagement de gaz qui se produisent à cause du rythme de travail journalier; le fracking dans le grès du toit, à environ 30 m au-dessus de la couche à exploiter, sert à réduire le dégagement de grisou supplémentaire.

Le traitement des sondages doit avoir lieu plusieurs mois avant le commencement de l'exploitation, de sorte que les actions du fracking puissent aussi être étudiées à l'extérieur de la zone d'influence du sondage.

Dans les niveaux de fracking, grâce au tubage et à la cimentation avec une tuyère à haute pression et avec un liquide chargé de sable, on découpe un vide dans la couche et on y injecte de l'eau à haute pression et à grande vitesse. Lorsque l'on atteint une pression critique, pression de fracturation qui peut atteindre 200 atm environ à la profondeur de 600 m, des fissures apparaissent dans le niveau où le liquide est injecté sous pression. Grâce au pompage ultérieur continu d'un liquide chargé de sable, à une concentration en sable de 300 à 360 g/litre, les fissures s'ouvrent dans un plan parallèle à la stratification. Il faudra essayer d'obtenir un rayon de fracking de 100 à 150 m. Le liquide de soutien (sable de granulométrie 0,6-1,2 mm) reste, après la fin du pompage et le retrait du liquide, dans les fissures et empêche une refermeture des fissures grâce à ses propriétés d'agent de soutien.

Après la fin des travaux de fracking, le liquide est repompé hors des terrains. Le repompage du liquide est une condition absolue pour maintenir aussi faible que possible la résistance à l'écoulement dans les fissures lors du captage. Le sondage sera constamment maintenu vide d'eau à l'aide d'une pompe (Tiefpumpe).

Les expériences faites lors de l'exploitation du gaz naturel ont montré qu'un échec était possible lors des essais de fracking. La fracturation donnera sans doute des résultats économiques moyennement bons, malgré des coûts relativement élevés.

R. Müller

Nouvelles observations sur l'action des galeries de dégazage, les sondages de captage et les chambres au remblai.

La taille 1 d encore en exploitation a d'abord été démarrée comme taille rabattante, puis elle est devenue taille avançante (fig. 23).

Parce qu'on devait s'attendre à un fort dégagement de grisou de 90-100 m³/t dans le champ sud de la mine de Luisenthal, on a creusé une galerie de dégazage à 20 m au toit de la couche à exploiter et au tiers supérieur de la tranche. En outre, à proximité de la ligne de démarrage, à partir des voies d'entrée et de retour d'air, on a foré des sondages de captage.

La courbe I montre les résultats de la galerie de dégazage en m³/min de gaz pur au cours de l'exploitation (fig. 24). Lorsque l'exploitation pro-

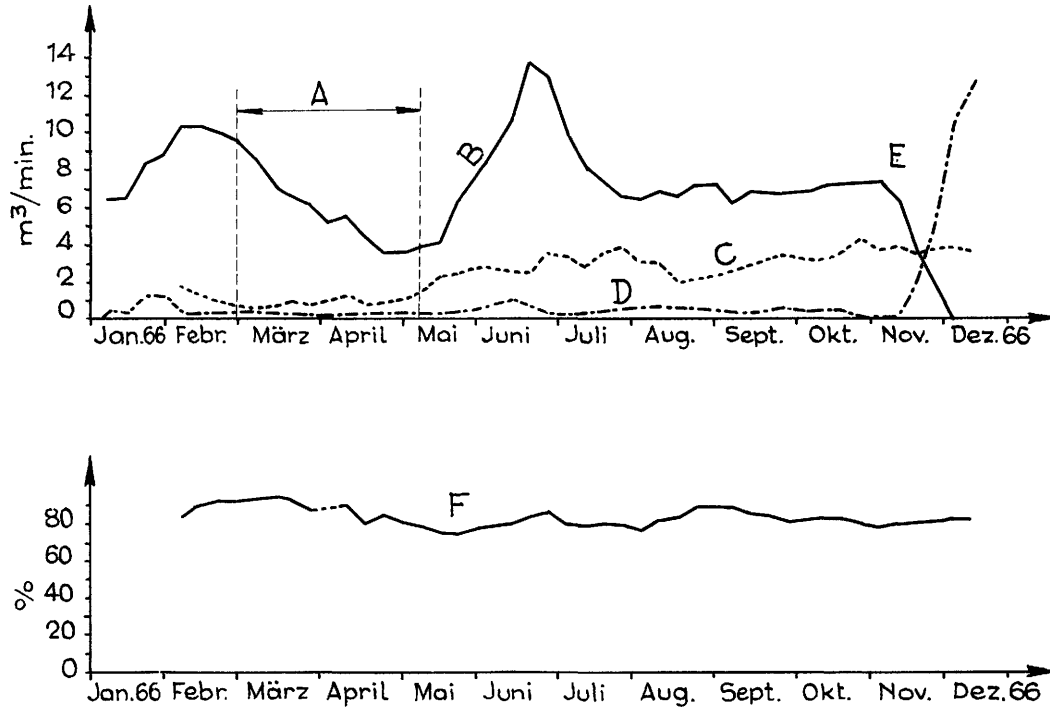


Fig. 23.

Dégagement de gaz en m^3/min et pourcentage de méthane capté. Taille 1 d, mine Luisenthal.

A. La taille était arrêtée - B. Gaz pur dans la galerie de dégazage - C. Gaz pur dans le courant de retour d'air - D. Débit de méthane dans la conduite collectrice de la voie de retour d'air - E. Galerie de dégazage à la fin - F. Pourcentage de méthane capté

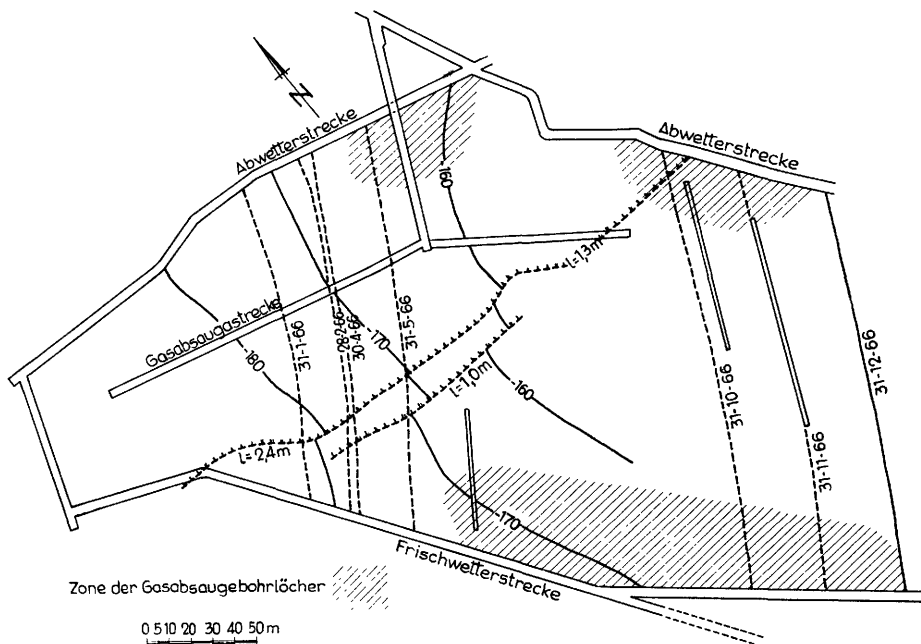


Fig. 24.

Plan de la couche 1; taille d, mine Luisenthal.

Abwetterstrecke : voie de retour d'air - Gasabsaugstrecke : galerie de dégazage - Frischwetterstrecke : voie d'entrée d'air - Zone der Gasabsaugebohrlöcher : zone où il y avait des sondages de captage

gresse, le débit de méthane augmente conformément à la prévision. La régression qui suit alors jusqu'à l'arrêt de la taille est provoquée par l'apparition d'une zone dérangée dans la taille de 2 à 3 m de rejet, qui limite et réduit la zone d'alimentation de la galerie de dégazage. Lors de l'exploitation ultérieure de la taille, on a dû faire des sondages de captage à partir de la voie d'entrée d'air. Ces trous concernaient la partie de la taille qui se situait à l'extérieur de la zone d'alimentation de la galerie de dégazage.

La régression brusque des débits de gaz aux mois de mars et avril est à rapprocher de l'arrêt de la taille. Si, à cause de la reprise de la taille, après deux mois d'arrêt, le débit de gaz augmente rapidement jusqu'à une valeur maximale, il s'est toutefois stabilisé à une valeur moyenne après peu de temps. Cette valeur fut cependant de $3,4 \text{ m}^3/\text{min}$ de CH_4 environ plus faible qu'au cours des 2^e et 3^e mois de l'exploitation. Cette efficacité plus faible de la galerie de dégazage est due au fait que sa zone d'action était sensiblement plus petite.

Le débit de méthane dans le courant de retour d'air de la taille, courbe II, a augmenté constamment lors de la reprise de la taille, malgré un bon rendement de la galerie de dégazage et malgré un captage intensif par les sondages de la voie d'entrée d'air, et, il évolue presque selon la forme de la courbe du débit de grisou capté dans la voie de retour d'air (courbe III). A ce moment, la taille était encore exploitée comme taille rabattante et l'accroissement du débit de méthane dans le courant d'air est en relation avec l'évolution du dérangement et de la zone d'action ainsi réduite de la galerie de dégazage.

L'accroissement du dégagement de méthane dans le courant d'air nous incita à reprendre le captage par sondages dans la voie de retour d'air. Simultanément, le diamètre des trous de captage fut porté de 65 mm à 120 mm. La courbe III montre que les débits de grisou capté dans la voie de retour d'air ont augmenté brusquement de $0,1 \text{ m}^3/\text{min}$ à $12,5 \text{ m}^3/\text{min}$, ainsi bien au-delà des débits captés en moyenne par la galerie de dégazage.

La régression du débit de gaz constatée un peu plus tôt dans la galerie de dégazage s'explique par le fait que la taille avait déjà dépassé de 30 m l'extrémité de cette galerie.

Le dégagement de grisou dans le courant d'air, courbe II, a légèrement diminué au même moment grâce au renouvellement des sondages de captage dans la voie de retour d'air, bien que la taille ait atteint à ce moment la production maximale de

720 t/jour avec une vitesse d'avancement journalière de 1,40 m.

A partir des voies, on a foré en moyenne à une distance de 10 m, deux sondages de captage de direction et pente différentes. Un sondage était foré à 45° sur l'axe de la galerie au-dessus de la taille et à 45° d'inclinaison par rapport à la pente des couches, sur une longueur de 60 m. Le deuxième sondage était foré à 65° d'inclinaison, parallèlement à la direction de la taille, sur une longueur de 60 m environ. Les sondages plats aspirent le gaz qui est libéré par les couches immédiates du toit et qui le premier pénètre dans le chantier; ils ne dégagent du grisou que pour un avancement de la taille d'environ 30 m. Les sondages inclinés exercent leur action jusque dans les couches du haut-toit, donc dans la partie des terrains qui n'est plus influencée par les sondages plats. En général, ils livrent des quantités importantes de grisou jusqu'à 60 m derrière la taille.

Les chambres au remblai ont contribué à aplanir les maxima de dégagement de gaz et ont capté le grisou qui se libérait des couches situées au mur de la taille. Les chambres devaient être fermées après quelques jours à cause d'une teneur en méthane trop faible.

L'agrandissement du diamètre des sondages de captage de 65 à 120 mm a eu pour conséquence que leur rendement a augmenté de plus de 100 % et qu'un captage maximal de 300 % a été obtenu. La raison en est, d'un part, qu'une dépression plus élevée peut être appliquée jusqu'à la plus grande profondeur du sondage, car, grâce au diamètre plus grand, il se produit une perte de dépression beaucoup plus faible, même au rétrécissement du sondage; d'autre part, la surface efficace en est plusieurs fois plus grande.

Dans cette taille, on a pu capter jusqu'à aujourd'hui en moyenne 85 % du volume total de grisou dégagé avec un rendement maximal de 95% (courbe IV).

B. Hückel

M. Vandeloise a parlé des mesures et essais nouveaux pour obtenir les meilleurs résultats possibles de la technique de captage : le choix de la dépression à appliquer sur les sondages de captage, la localisation des sources de grisou dans les sondages et dans des conditions de dégazage des terrains différentes en région vierge et dans la zone d'influence d'une taille. Voici à ce sujet quelques résultats complémentaires récents.

La taille 1 d de la mine Luisenthal, qui était rabattante sur la voie de base, est devenue avançante par rapport à cette voie, en septembre 1966. On a eu ainsi la possibilité d'étudier, dans des sondages, les conditions du dégagement de gaz des terrains loin déjà en avant du front, dans la zone du front de taille, et finalement dans la zone d'influence de la taille.

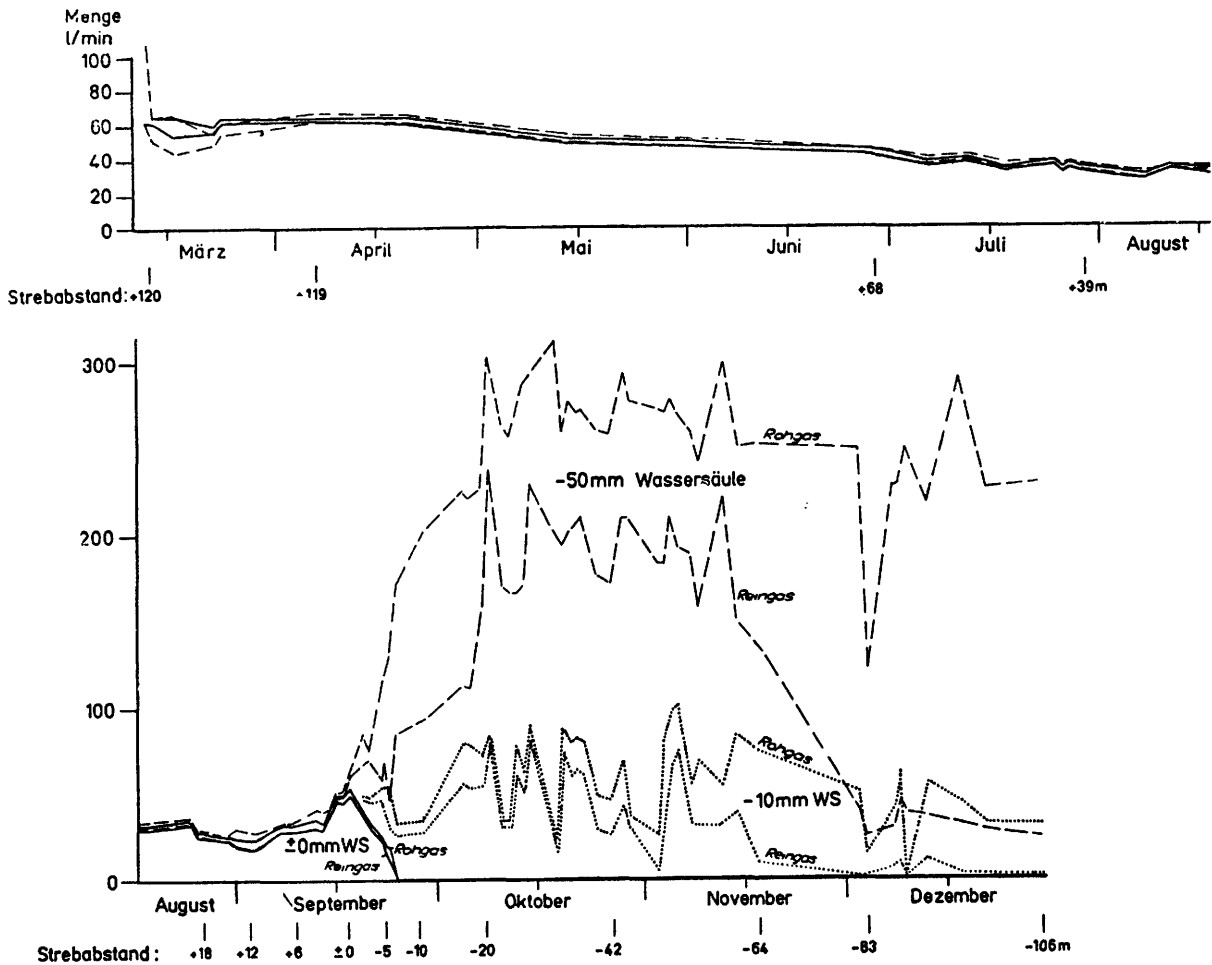
Grâce aux mesures des pressions de gaz, on sait que la pression du gaz régnant dans les terrains tombe fortement lorsque la taille s'approche à une distance de 6-5 m du sondage. Les mouvements de terrains qui se produisent à la suite de l'exploitation augmentent la perméabilité des terrains et le gaz s'écoule.

Cela est confirmé par les résultats de l'étude de l'écoulement du gaz dans les sondages en fonction de la distance à la taille et de la dépression appli-

quée. Le sondage 519, foré dans le toit perpendiculairement aux bancs à partir de la voie de base de la taille 1 d, sert d'exemple (fig. 25). On a représenté, en fonction de la distance à la taille, les débits de gaz brut et pur pour une dépression de 0 mm d'eau, — 50 mm d'eau et, à partir du 19 septembre 1966, — 10 mm d'eau également.

A grande distance de la taille, les débits de gaz qui s'écoulent sont relativement faibles et indépendants de la dépression appliquée, car plus la pression du gaz dans les terrains est élevée, plus le gaz s'écoule. Il faut constater simultanément une surpression de plus de 600 mm d'eau.

Au cours du temps, le débit de gaz décroît lentement. Dans la zone de culée, à environ 20-10 m en avant du front de taille, le débit de gaz est fortement réduit. A environ 10 m en avant de la taille, il commence à nouveau à croître et, à peu



Strebabstand: distance à la taille: pijlerafstand - Zeit (Tag ab 30-10): temps (jour à partir

Débits de gaz brut et de gaz pur en fonction de la distance à la taille et pour diverses pressions. Sondage perpendiculaire aux bancs n° 519, taille 1 d, mine Luisenthal.

Menge: quantité - Strebabstand: distance à la taille - Rohgas: gas brut - Reingas: gas pur - — 50 mm Wassersäule: — 50 mm d'eau

près à hauteur de la taille, suite à une forte augmentation, il devient fonction de la dépression appliquée.

A cause de la faible longueur du tubage de ce sondage, seulement 4,5 m, et par suite de l'augmentation de perméabilité des terrains, on a alors capté de l'air et la teneur en méthane du gaz a diminué; c'est ce que montre la distance relativement plus grande entre les courbes de débit brut et de débit net.

A 20-30 m en arrière du front de taille, les conditions varient peu. Les variations journalières du débit de gaz pur, de $\pm 30\%$ dans ce cas-ci pour une dépression de -50 mm d'eau, indiquent que les terrains sont en mouvement permanent. D'anciennes fissures se ferment et de nouvelles fissures s'ouvrent.

Entre 60 et 80 m en arrière de la taille, le débit de méthane diminue et reste alors faible. Ou bien le réservoir de gaz s'épuise, ou bien la perméabilité diminue à nouveau à la suite de la compression des terrains.

Le volume de gaz qui s'est écoulé par le sondage au cours d'un semestre, en terrains vierges, atteint à peu près le quart de celui qui a été mesuré au total au cours de la période d'observation. Le pré-dégazage en zone vierge ne se produit donc que très lentement.

Selon le procédé déjà décrit par M. Vandeloise, mesures de température et de teneur en méthane, les sources de grisou ont été localisées dans ce sondage et étudiées en fonction de la distance entre le sondage et la taille (fig. 26).

Les minima de température dus à la détente et par conséquent au refroidissement du grisou libéré et initialement sous pression (effet Joule-Thomson) se situent principalement dans la région des couches de charbon; cependant, la zone dérangée située à 39 m de profondeur et la zone de grès et conglomérat située à 23 et 22 m de profondeur dans le sondage et qui, dans d'autres sondages, se sont montrées aussi riches en gaz, livrent également du grisou.

En outre, il faut remarquer que les minima de température les plus importants se situent aux plus grandes profondeurs du sondage, cela étant en relation avec les gradients de pression de gaz qui y sont plus élevés. Les mesures de pression de gaz effectuées lors du forage de ce trou ont indiqué une augmentation de la pression avec la profondeur du trou : 4 atm à 18 m de profondeur, 19 atm à 30 m; on a fait aussi cette observation dans d'autres sondages. Le second profil de température, effectué deux mois plus tard, montre, outre une ressemblance expressée avec le premier, une réduction de nombreux minima de température. Cela signifie que le gradient de pression de gaz dans les terrains autour du sondage est devenu plus faible et que le dégagement du gaz progresse.

Au-dessus des courbes de température, on a porté les mesures de teneurs; en ordonnées, on a porté non pas la teneur en méthane mesurée à une certaine profondeur, mais le débit de méthane qui s'écoule à cette profondeur. Les courbes se succèdent dans le temps; le point 0 de chaque courbe a chaque fois été déplacé d'une même longueur. La date et la situation du sondage par rapport au front de taille sont indiquées comme paramètres.

On constate une bonne concordance entre les zones productrices de méthane et les minima de température; les principaux niveaux productifs de gaz sont les couches de charbon. L'apport de gaz des bancs de grès et conglomérat s'est tari entre-temps. Les bancs d'argile non plus ne livrent pas de gaz du tout.

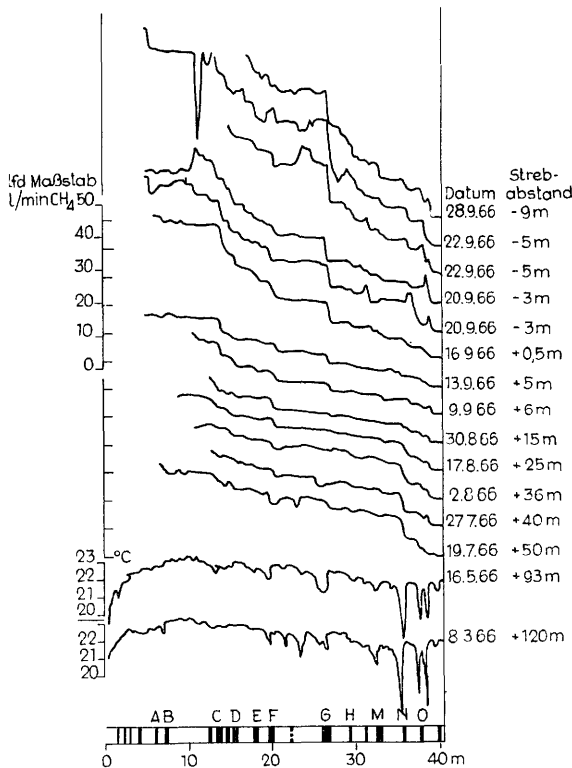


Fig. 26.

Profils de température et de débit de méthane dans le sondage perpendiculaire aux bancs n° 519, à diverses distances de la taille. Taille 1 d, mine Luisenthal.

Lfd. Massstab : échelle mobile - Strebabstand : distance à la taille

Il faut examiner maintenant l'allure du dégagement de gaz de chaque source, lors de l'approche de la taille et ensuite, dans la zone d'influence de la taille, à une distance progressivement croissante du front. Par exemple, le dégagement de gaz de la zone dérangée et des deux couches sous-jacentes N et O disparaît presque complètement dans la zone de culée et augmente ensuite à nouveau. Le dégagement de gaz de la couche G, d'environ 1 m de puissance, ne commence que dans la zone d'influence de la taille, le dégagement de gaz des couches C-F augmente de même considérablement dans la zone d'influence de la taille.

A la fin de recherches semblables sur les débits de gaz de sondages de diverses inclinaisons, longueurs, diamètres et profondeurs de tubage, on disposera des connaissances préalables à l'obtention de résultats optimaux du captage.

G. Kneuper

Les résultats obtenus dans la taille 1 d de la mine Luisenthal ont montré que, grâce au captage du grisou par sondages dans une taille remblayée pneumatiquement, on peut maintenir la teneur en grisou du courant d'air largement en dessous des limites prescrites, malgré un dégagement de grisou important. Nous allons comparer les coûts du captage par sondages avec ceux du captage par galerie de dégazage.

Les coûts de creusement d'une galerie de dégazage de 336 m de longueur, y compris la construction du barrage, ont atteint la somme de 277.500 DM, soit 826 DM par mètre de galerie. Le coût de réalisation d'un sondage de 60 m de profondeur, y compris le matériel, vaut 475 DM. Si ces coûts sont rapportés au mètre d'avancement, cela donne la comparaison suivante : la galerie de dégazage fut efficace pour 280 m d'avancement. La dépense totale étant de 277.500 DM, cela fait 991 DM par mètre d'avancement; il faut y ajouter les frais de surveillance de la galerie de dégazage de sorte que cela représente une dépense totale de 1000 DM par mètre d'avancement.

Pour 10 m d'avancement, on a foré deux sondages. Les coûts indiqués étant de 475 DM par sondage, cela représente finalement, y compris les frais de surveillance qui sont de 16 DM plus élevés que pour une galerie de dégazage, une dépense de 120 DM par mètre d'avancement.

Cela signifie que le prix de revient du captage par sondages ne représente que 12 % du prix de revient du captage par galerie de dégazage.

Grâce au captage par sondages, la mine Luisenthal a pu réaliser dans cette taille, malgré un dégagement de méthane élevé de 50-60 m³/tonne nette, au cours des mois de décembre 1966 et janvier

1967, un rendement de 10 t par homme-poste, avec une production de 720 t/jour.

P. Schulz

Dans tous les exposés, il est clair qu'on s'est efforcé de faire de la concentration en gaz du charbon une grandeur de mesure fiable, concentration qui est un paramètre de calcul important pour la prévision ou le contrôle du dégagement de gaz.

M. Gunther insiste en outre expressément sur le fait que la connaissance exacte de la coupe stratigraphique est indispensable pour la prévision du dégagement total de gaz. Il propose aussi un moyen de déduire, dans ce cas, un facteur qui, multiplié par la concentration en gaz, donne le dégagement spécifique effectif par tonne de production nette.

Cette relation peut s'exprimer par l'équation :

$$q = x \times y$$

où q = dégagement spécifique (m³ CH₄/t nette)

x = concentration en gaz désorbable de la couche en exploitation (m³ CH₄/t)

y = facteur qui donne le rapport entre le volume de charbon qui se dégaze et le charbon abattu dans une zone de dégazage hypothétique.

q est une grandeur mesurée et précisément — avec nos possibilités actuelles — une grandeur fiable.

x est une grandeur mesurée dans les conditions de laboratoire. Mais elle demeure plus ou moins une grandeur approximative quand on veut la déterminer dans les conditions du fond.

Nous connaissons l'ordre de grandeur de x sous la forme :

— de la capacité d'adsorption en fonction de la pression du gaz $x_p = f(p)$;

— d'un paramètre de désorption en fonction du temps de dégazage $x_t = f(t)$;

— d'un paramètre de calcul en fonction du facteur de la zone de dégazage $x_r = f(q : y)$.

(M. Dürr donne, dans sa contribution à la discussion, plusieurs exemples de calcul de contrôle).

y est une grandeur tout à fait hypothétique, mais elle devient immédiatement un paramètre de calcul concret dès que, en outre, q et x sont mesurables.

Les exposés de ce jour de MM. Paul et Gunther donnent l'impression qu'on peut mesurer aussi bien x_p que x_t de manière plus sûre que jusqu'à présent.

M. Paul a décrit des essais comparés des deux procédés. L'équivalence des procédés serait bonne si x_p était égal à x_t .

Je voudrais indiquer à ce sujet que M. Vandeloise a déjà fait de tels essais comparés et les a publiés en annexe de son Bulletin technique « Mines » n° 110 (Le dégagement du grisou après tir d'ébranlement, pages 2481/2483). Dans l'exemple de M. Vandeloise, x_p n'est pas égal à x_t .

Dans la couche 6 du siège de Ste-Marguerite, on a mesuré

x_p sur 9 échantillons	=	20 m ³ /t
x_t sur 21 échantillons à 15 m de profondeur	donne en moyenne	6,8 m ³ /t
sur 23 échantillons à 8 m de profondeur	donne en moyenne	4,3 m ³ /t
sur 111 échantillons à 3 m de profondeur	donne en moyenne	2,0 m ³ /t
<hr/>		
sur 155 échantillons à 3-15 m de profondeur	donne en moyenne	3 m ³ /t

Comme les procédés ne sont malheureusement pas comparables dans ce cas, nous devons faire appel au calcul de contrôle. Il montre que $x_t = 3$ m³/t est tout à fait invraisemblable.

Le dégagement spécifique q de la couche 6 atteignait d'après des mesures au fond, 118 m³/t en région vierge. A partir de là, on peut calculer
 $y_p = q : x_p = 118 : 20 = 5,9$
 $y_t = q : x_t = 118 : 3 = 39,5$.

Dans la coupe de la figure 5, M. Vandeloise ne donne que les couches principales et pas leur puissance. De publications antérieures de M. Vandeloise, il ressort toutefois que la couche 6 présente une puissance de 1,68 m. Cela signifie que, dans une zone de dégazage hypothétique, il faudrait avoir pour

$x_p = 20$, environ $5,9 \cdot 1,68 = 9,7$ m de charbon mais pour $x_t = 3$, $39,5 \cdot 1,68 = 66$ m de charbon.

Une puissance de charbon de 66 m est à peine concevable même si l'on admet la zone de dégazage de Gunther.

Toutefois, pour pouvoir éclaircir réellement cette question, nous prions M. Vandeloise de compléter ses données sur la couche 6 de sorte que le calcul de la puissance de charbon soit possible dans n'importe quelle hypothèse envisagée.

J. Gunther

Je crois que l'intervention de M. Schulz appelle quelques compléments. Il semble que la couche que M. Vandeloise a étudiée soit une couche à dégaze-

ments instantanés où la perte initiale de gaz au prélèvement est particulièrement forte, d'une part et où d'autre part, à des distances du front qui ne sont que de quelques mètres, le charbon a perdu avant le prélèvement de l'échantillon, par migration du gaz en direction du front, des quantités importantes de gaz. Nous qui, au Cerchar, avons l'expérience de ce genre de choses, lorsque nous trouvons 2 m³ par tonne à 3 m de profondeur, 4 m³ à 8 m et 7 m³ à 15 m, nous considérons toujours dans ce cas-là, que c'est la valeur à 15 m qui représente la concentration en vierge et non pas la moyenne de toutes les valeurs trouvées. Par ailleurs, quand il faut aller jusqu'à 15 m pour trouver le maximum de la courbe, (en général on trouve le maximum vers 5 m, mais dans le cas particulier qu'indiquait M. Vandeloise, il a fallu aller jusqu'à 15 m), il y a de fortes présomptions qu'au cours du prélèvement, on ait perdu du gaz et que par conséquent, la concentration en vierge de cette couche n'était pas de 6,8 m³ par tonne, mais probablement un petit peu plus, de l'ordre de 9 ou 10 m³/t, mais sans doute pas beaucoup plus de 10 m³/t. Dès lors, il n'est pas nécessaire de faire intervenir 66 m de charbon mais seulement 18 m, ce qui, compte tenu de la concentration en gaz des épontes qui n'est pas nulle, n'est peut-être pas invraisemblable. Je pense que M. Vandeloise pourra le confirmer.

R. Vandeloise

Je suis tout à fait d'accord sur les remarques que M. Schulz a faites. Les différences qui résultent de l'application de 2 procédés pour la mesure des concentrations en grisou du charbon viennent du fait que l'un de ces 2 procédés n'est pas applicable dans le cas envisagé. Comme M. Gunther le suppose, il s'agit bien d'une couche à dégagements instantanés pour laquelle la méthode rapide de détermination ne convient pas, précisément parce que la perte de grisou au prélèvement est beaucoup trop importante. Par ailleurs, les chiffres cités dans la publication « Bulletin technique Mines n° 110 » à laquelle M. Schulz a fait allusion ne sont pas des mesures faites en vue de déterminer la concentration, mais des mesures pour contrôler l'efficacité des sondages de détente. Les mesures ont été faites en profondeur dans le massif, avant la foration des trous de détente de manière à obtenir une certaine valeur relative de la concentration, puis après forage des trous de détente. L'abaissement des valeurs mesurées traduisait l'efficacité des sondages au point de vue du dégazage. En outre, il faut ajouter que lorsque M. Schulz cite le chiffre de 118 m³/t il utilise une valeur maximale qui ne

convient pas; il faudrait plutôt utiliser des valeurs moyennes. Si dans mon exposé, j'ai cité des valeurs maximales, c'était pour insister sur l'importance de l'ordre d'exploitation descendant et sur les difficultés extrêmes auxquelles peut conduire l'exploitation d'une couche en région vierge, avec des dégagements de $120 \text{ m}^3/\text{t}$, alors que la même couche en région détendue ne donnera plus qu'une trentaine de mètres cubes par tonne au maximum.

4. Exposé de M. Wildschut

« Le dégagement de grisou dans les travaux préparatoires et les moyens de le combattre ».

K. Noack

J'aimerais poser une question à M. Wildschut :

Vous avez indiqué un procédé permettant de calculer la dilution des nappes de CH_4 . Pensez-vous qu'il soit également intéressant d'étendre ce procédé au calcul de la dilution des fumées de tir et des fumées provenant d'une explosion de grisou, ce qui est encore plus important à l'heure actuelle dans notre situation? Convient-il pour cela d'apporter des modifications à la théorie mathématique et envisage-t-on d'examiner ces questions?

H. Wildschut

Je pense effectivement que cette méthode, que je viens d'exposer, peut également être appliquée au calcul de la dilution des fumées de tir. Mais je ne crois pas qu'il faille pour cela modifier les formules, car il s'agit ici d'un courant turbulent et la diffusion moléculaire ne joue presque aucun rôle. S'il s'agissait au contraire d'un courant laminaire, il en serait autrement, car la diffusion D jouerait un rôle très important. Ce n'est pas le cas pour la dilution, comme nous venons de le voir; il s'agit ici de dilution dans un courant turbulent et je crois que l'on peut utiliser pour votre problème la formule indiquée. Je dois cependant encore ajouter que nous n'avons étudié que la dilution de nappes de grisou très simples et que le rapport entre la teneur en gaz et le temps de dégagement des fumées de tir est, la plupart du temps, plus complexe que nous ne l'avons supposé dans nos essais.

5. Remarques générales.

H.R. von Gaertner

Les recherches présentées ici sont des exemples éminents de travaux de recherche appliquée. Ce sont, par leur application directe à l'exploitation

des mines, des exemples types de telles recherches. Malheureusement les rapports présentés ne montrent pas combien, pour obtenir ce résultat, il était nécessaire de disposer des bases très larges fournies par la recherche fondamentale appliquée.

Je voudrais insister nettement ici sur l'importance d'une base très large pour la recherche appliquée. Ce n'est que si la recherche appliquée peut puiser des renseignements dans une très grande réserve de connaissances scientifiques fournies par la recherche fondamentale et la recherche fondamentale appliquée qu'elle peut créer les instruments qui seuls seront utiles à l'exploitation. Dans le projet de recherche et les recherches présentés ici, la recherche sur le grisou est axée de manière étonnamment étroite sur les nécessités actuelles de l'exploitation. Cependant, dans ce cas, les bases de la recherche appliquée ne sont pas suffisamment larges ni souples pour pouvoir réellement faire face, de manière souple et rapide, aux exigences des situations variées de l'exploitation. Cependant il faut absolument s'attendre à de tels changements, même dans un proche avenir.

Un exemple peut suffire. Autant que je l'aie compris, ce n'est que par une réduction importante du prix de revient de l'exploitation que l'on peut rendre les houillères rentables. On exploitera donc des tailles à forte productivité où, grâce à une grande vitesse d'avancement, on atteindra des rendements par homme-poste de loin supérieurs à 10 t. Des conditions préliminaires importantes pour ces tailles à productivité élevée résident, d'une part, dans la maîtrise du dégagement de grisou qui apparaîtra alors, d'autre part, de questions géologiques et tectoniques. Des petits dérangements avec des rejets de l'ordre de quelques décimètres peuvent rendre toute une taille inéconomique. En outre, il résulte que des phénomènes de dégagement de gaz tout autres que les phénomènes normaux sont fréquemment liés à la présence de ces petits dérangements. La prévision de ces petits dérangements est une question de géologie et de topographie. Les géologues et les géomètres sont encore mal préparés actuellement à résoudre ce genre de problème. Cependant, la recherche fondamentale a déjà procuré parmi les outils fournis par l'analyse statistique de structure, un instrument qui semble utilisable dans ces questions. Mais cet instrument devait, par une recherche fondamentale appliquée, être tout à fait adapté aux nécessités de l'industrie charbonnière, avant que l'analyse statistique de structure procure des résultats réellement féconds. Ce n'est que si ces conditions sont remplies que l'on pourra analyser exactement les terrains pour voir si l'adoption de tailles à forte productivité est possible.

A partir de cette recherche fondamentale appliquée, on devait ensuite faire reposer sur de nouvelles bases le calcul complet des réserves de charbon. Dans ce calcul, il fallait considérer uniquement, comme réserves, les couches et les panneaux exploitables par des tailles à haute productivité.

Ces réflexions doivent attirer l'attention sur le fait qu'il faudrait aussi, à l'heure actuelle, ne pas prendre en considération que les problèmes de premier plan dans un programme de recherche aussi important. La recherche effectuée par les Saarbergwerke est, comme on le sait, un complément important aux recherches entreprises par les instituts de recherche minière des pays de la communauté. Son importance réside dans le fait qu'elle est notamment axée sur la recherche fondamentale appliquée et que, pour de nombreuses études particulières, elle s'écarte des questions journalières immédiates de la pratique, sans toutefois perdre la liaison avec les problèmes journaliers de l'exploitation. De nombreuses mesures souterraines ont aussi été effectuées à la mine Luisenthal concernant le dégagement de grisou et les relations ont été maintenues avec les instituts de recherche minière des pays de la Communauté. Ce sont tous les programmes de recherches ensemble — que l'on a fait connaître aujourd'hui — qui fournissent la large base de connaissance dont nous avons besoin pour maîtriser le grisou. Nous devons toujours avoir à l'esprit que toute réflexion pratique doit résulter finalement de faits naturels, donc de la science naturelle et que le projet de recherche des Saarbergwerke est basé sur l'étude des conditions géologiques et stratigraphiques. Il diffère en cela des autres programmes de recherche et il les complète essentiellement.

Dans la situation économique et les conditions techniques actuelles, une recherche aussi large a pu paraître inutile. Cependant si l'on admet les points de vue émis antérieurement, on voit que l'étude des conditions naturelles sera, dans un avenir vraisemblablement proche, une nécessité très urgente. Non seulement les mesures de sécurité nécessaires à l'avenir pour lutter contre le grisou, mais aussi les développements techniques en vue d'une exploitation économique de nos gisements naturels, militent en faveur de cela. Cela n'est sûrement pas exagéré du tout si l'on s'attend à des développements techniques révolutionnaires.

Alors, à une époque qui se rapproche sans doute déjà très vite de nous, nous aurons besoin des résultats des recherches prévues dans le programme des Saarbergwerke.

L. Chauveau

Je m'excuse de retenir votre attention pendant quelques secondes mais je voudrais, au nom du personnel qui passe son temps tout entier dans la mine, qui est quelquefois la victime des explosions de grisou, je voudrais remercier la Haute Autorité d'avoir organisé cette journée d'information et remercier les chercheurs de nous avoir apporté de nombreux aperçus encore inconnus de leurs travaux. Mais — il y a toujours un mais — je prendrai dans une phrase de M. Gunther qui est la suivante, la base de deux souhaits. M. Gunther nous a dit : « la sécurité des chantiers continue donc toujours à reposer sur une surveillance sérieuse de la grisométrie et sur l'élimination des risques d'inflammation ». Les mots « surveillance sérieuse » débouchent sur deux aspects. Il y a la surveillance que je dirais collective et pour laquelle nous savons qu'il y a des progrès indéniables; c'est celle de la surveillance des retours d'air, des points particuliers de la mine où l'on dispose à l'heure actuelle d'instruments de mesure bien meilleurs que ceux qui existaient dans le temps. Ils sont ou téléindicateurs, ou/et servent d'interrupteurs, ou ils sont enregistreurs. Mais si l'on regarde la surveillance individuelle du travail de l'ouvrier, je crois que l'on peut dire qu'il y a plutôt régression par rapport à ce qui, malgré les dangers inhérents à la lampe à flamme qui existait seule et qui éclairait l'ouvrier lors de son travail, je crois qu'il y a plutôt une régression étant donné que tous les ouvriers qui travaillent n'ont qu'une lampe électrique et que la surveillance du chantier au point de vue du grisou ne peut pas être faite par l'ouvrier à l'instant même où il travaille. C'est pour cela que je formulerais le souhait que la Haute Autorité appuie les recherches qui sont faites actuellement et pour lesquelles il y a des amorces. On avait parlé, il y a déjà quelque temps, du grisomètre indicateur électrique. Il me semble que cela n'a pas débouché. On a parlé d'un indicateur qui faisait clignoter la lampe du mineur en Union Soviétique. Je crois que cela n'a pas débouché non plus ou tout au moins nous n'en avons pas encore eu d'exemple dans les mines françaises et je me permettrais de souhaiter que la Haute Autorité pousse la recherche de l'indicateur-avertisseur de l'ouvrier au lieu de son travail. Evidemment c'est un problème qui soulève beaucoup d'aspects, ne serait-ce que celui du coût et du nombre des indicateurs, mais je crois que l'on compenserait ainsi cette régression entre le temps où l'ouvrier qui avait sa lampe devant les yeux, pouvait tout de même constater grâce à cette lampe, qu'il y avait du grisou près de lui.

Mon deuxième souhait vient toujours du même mot « surveillance » : une surveillance ne peut être

efficace que si elle est formée et qui dit formation dit information. Certes, aujourd'hui, nous sommes en plein dedans, mais où va-t-elle s'arrêter cette formation ? Je crains, par expérience, que la formation n'aille pas assez loin. Pour vous citer des exemples et vous pouvez faire l'expérience, supposons qu'une catastrophe due au grisou arrive chez vous. Faites l'expérience. Un an ou deux ans après, interrogez vos agents de maîtrise, ceux qui ont la charge de surveiller le grisou, posez leur les questions suivantes : que s'est-il passé lors de telle catastrophe, quels sont les études et essais qui ont été faits ensuite, quelles sont les mesures qui ont

été prises ? Eh bien, Messieurs, je crois que ce petit sondage d'opinion publique vous donnerait des résultats très mauvais et si j'ai un souhait à formuler qui ne s'adresse plus alors à la Haute Autorité, parce qu'évidemment la Haute Autorité ne peut pas toucher les agents de maîtrise, voire les chefs d'équipe, mais plutôt aux services des mines, aux employeurs, aux ingénieurs qui sont ici, si j'ai un souhait à formuler c'est que cette journée d'information que nous avons vécue se traduise, grâce aux bons soins des services de formation professionnelle, par une formation bien meilleure de tous ceux qui sont au fond.

Conclusions et perspectives

G. WONNERTH,

Conseiller à la Haute Autorité

Monsieur le Président,
Mesdames,
Messieurs,

Avec les quatre rapports de synthèse complétés par une vingtaine d'interventions, la manifestation de ce jour a permis de résumer les résultats obtenus au cours des quatre dernières années dans le domaine de la recherche sur le grisou. Je puis donc me dispenser de résumer une fois de plus, pour clore la réunion d'aujourd'hui, ces résumés déjà assez condensés. Je me contenterai de dégager les conclusions essentielles pour les recherches futures et la lutte contre le grisou.

Le technicien chargé de responsabilités doit, en ce qui concerne le grisou, connaître les réponses aux questions suivantes :

- Quelles sont les quantités de gaz présentes dans un gisement ? (problème de la concentration en grisou),
- Quelle est la quantité de gaz qui s'échappe dans les voies d'aérage, où et dans quelles circonstances ? (problème du dégagement grisouteux),
- Quel est le meilleur moyen de maîtriser ce dégagement de grisou ? (problème des mesures de prévention et de lutte).

Les exposés techniques que nous avons entendus aujourd'hui, ainsi que les interventions lors de la discussion, nous ont apporté un grand nombre de réponses sur des points de détail, de résultats partiels et d'idées, qui reflètent le sérieux avec lequel nos chercheurs et nos hommes de science ont traité le problème qu'ils avaient à résoudre. Il m'est malheureusement impossible dans le temps qui m'est imparti de passer en revue toutes les idées et tous les résultats intéressants. Je grouperai comme suit les réponses les plus importantes et les idées essentielles ainsi que les conclusions qui s'en dégagent :

1. Concentration en gaz
2. Dégagement de grisou
3. Mesures de lutte :
 - a) prédégazage
 - b) ordre d'exploitation des couches

- c) dilution du gaz
- d) captage
- e) régularisation
- f) surveillance.

1. Le premier problème qui concerne la *concentration en gaz d'un gisement*, peut être considéré comme largement résolu. Comme M. Paul nous l'a appris, des méthodes valables de calcul préalable de la concentration en gaz et/ou du dégagement de grisou ont été mises au point et expérimentées :

- le procédé *indirect*, basé sur la mesure de la pression du gaz dans le gisement, pour laquelle une sonde de mesure spéciale a été mise au point, et
- le procédé *direct*, où la quantité de gaz contenue dans des échantillons de charbon est mesurée directement.

A cet égard, le procédé de *calcul* préalable de la concentration en gaz et du dégagement de grisou, sur la base de cartes de température, de pression de gaz et d'humidité du terrain, tel qu'il nous a été exposé par M. Damberger, mérite également notre attention.

J'estime qu'il faudra dans l'avenir augmenter la précision et l'exactitude des procédés exposés, délimiter leur domaine d'application, rechercher le procédé optimal dans les conditions données, et au besoin, envisager la possibilité de prendre en considération d'autres facteurs. Par surcroît, il faudra tenir compte, plus que cela n'a été fait jusqu'ici, du dégagement supplémentaire de grisou, étant donné les quantités parfois considérables de gaz contenues dans les couches voisines et la roche encaissante. A cet égard, la possibilité d'utilisation généralisée du modèle de calcul mis au point par Houpeurt devrait être examinée.

2. En ce qui concerne le *problème du dégagement de gaz* et son mécanisme, ainsi que les facteurs, relations et lois qui interviennent dans ce domaine, MM. Gunther et Wildschut nous ont exposé une série de constatations et d'enseignements dont je ne citerai que les plus importants.

Tout d'abord, il convient de relever la constatation selon laquelle le dégagement normal du gaz se déroule en général d'une façon assez lente et régulière. En revanche, il se produit de redoutables « pointes » de gaz et des anomalies dont les causes sont naturelles ou inhérentes à l'exploitation minière.

Le dégagement grisouteux ainsi que les anomalies sont essentiellement influencés par les paramètres suivants :

- les paramètres naturels qui sont la concentration en gaz, les conditions géologiques et tectoniques, la mécanique des terrains;
- les paramètres d'exploitation, qui sont l'abatage et le mode de remblayage ainsi que l'ordre d'exploitation des couches, le système d'aéragé, le captage du grisou.

La « concentration en gaz » a été étudiée de façon suffisamment approfondie dans le chapitre précédent pour qu'il soit superflu de revenir sur cette question.

En ce qui concerne les « conditions géologiques du gisement », la formation du gaz, son cheminement et son accumulation sont conditionnés d'une manière décisive par le passé géologique du gisement et les conditions tectoniques actuelles (voir interventions de MM. Teichmüller et Kneuper). Ces facteurs méritent une étude très approfondie et doivent être pris en considération.

Pour ce qui est des conditions tectoniques, les zones comportant des accidents géologiques et des surfaces de séparation tectonique se comportent soit comme des zones de détente et génératrices de gaz, soit comme des surfaces limites étanches au gaz. L'utilité de la prospection géophysique des panneaux doit également être soulignée à propos du grisou. Le nouveau sismographe mis au point pour la localisation des surfaces de séparation tectonique dans la couche mérite notre attention, et il conviendrait de suivre de près l'évolution dans ce domaine.

Du point de vue de la mécanique des terrains, l'abatage exerce aussi une influence sur le dégagement grisouteux en provoquant une détente de la roche, un desserrement des couches et une fissuration secondaire qui méritent une attention spéciale (voir aussi intervention de M. Schäfer), en particulier eu égard à l'amélioration des techniques de captage des gaz et de prédégazage.

Il me semble inutile d'insister ici sur le mode d'abatage et de remblayage et sur l'ordre d'exploitation des couches, ces éléments ayant été traités de façon suffisamment approfondie et étant connus des exploitants.

Quant au choix du système d'aéragé ainsi qu'à la stabilité et à la régularité de son fonctionnement,

ce sont des facteurs qui ont aussi été traités sérieusement, si bien que je n'ai rien à y ajouter.

En ce qui concerne le « captage du gaz », je tiens uniquement à souligner l'importance de sa stabilité et de sa régularité, car il s'est avéré que les interruptions de l'aéragé et de l'évacuation du gaz étaient les principales causes d'anomalies dans le dégagement du grisou et provoquaient le phénomène redoutable des « pointes de gaz ». Mais il convient de signaler, dans les conditions normales de dégagement, la possibilité d'accumulations temporaires et locales de gaz, telles qu'il s'en produit sous forme de nappes de méthane et de nuages de grisou, par exemple après le tir, en cas de coups de charge et d'éboulement sur des surfaces relativement grandes du toit; signalons qu'on a mis au point, à cet égard, des mesures, procédés et appareils de lutte, qui méritent une attention particulière.

Une bonne partie des facteurs qu'on vient de mentionner étaient déjà connus, quant à leur nature; mais des renseignements précis sur leur importance quantitative et sur les conditions et circonstances de leur entrée en action n'ont toutefois été obtenus que grâce à des mesures systématiques et nombreuses, effectuées avec de nouveaux appareils et procédés, dans les conditions tectoniques et d'exploitation les plus variées.

3. MM. Vandeloise et Wildschut vous ont brossé un tableau complet des mesures de lutte et de prévention actuelles. Aussi y a-t-il peu de choses à ajouter à ce qui a été dit. Je n'insisterai donc ici que sur les conclusions dépassant ce qui est connu et habituel.

Prédégazage.

La forme idéale et la plus efficace de lutte contre le grisou consiste en un dégazage aussi complet que possible du gisement avant l'abatage. Il reste encore beaucoup à faire pour mettre au point et expérimenter de tels procédés.

On a constaté — et ceci devrait être le point de départ de toute technique de dégazage préalable — que si l'on fait des trous de sonde dans la roche *non influencée par l'abatage*, il ne s'en dégage qu'une partie seulement du grisou qui s'échapperait des mêmes trous s'ils subissaient l'influence de l'abatage. On en déduit que pour être efficaces, les méthodes de prédégazage en terrains vierges doivent ou bien simuler les effets mécaniques de l'abatage ou bien élargir artificiellement la zone où s'exerce déjà en fait l'influence de l'abatage (voir aussi intervention de MM. Kneuper, Kroepelin et Rühl).

Je tiens à signaler ici qu'un essai à l'échelle industrielle est envisagé à cet effet dans la Sarre.

Des trous de dégazage seront forés à partir de la surface dans la partie de la veine située en avant de la taille. Grâce à des méthodes spéciales de forage, habituellement appliquées dans les exploitations pétrolières (le « fracking »), on disloquera hydrauliquement la roche de façon que les fissures provoquées autour du trou de sonde créent de nombreuses voies de communication avec la zone détendue où s'exerce l'influence de l'abattage. En appliquant une forte dépression, le gaz sera ensuite aspiré hors de la zone d'influence de l'abattage par ces voies artificielles et évacué par le trou de sonde.

Ordre d'exploitation des couches.

En ce qui concerne l'ordre d'exploitation des couches, il nous semble utile de souligner deux constatations qui ressortent de l'exposé de M. Vandeloise : Dans les gisements très grisouteux, il est particulièrement recommandé d'exploiter les couches dans l'ordre descendant. En outre, l'exploitation simultanée de plusieurs couches dans le même faisceau est à éviter.

Dilution du grisou.

La dilution des accumulations de gaz dans les chantiers à l'aide de l'aérage constitue le moyen le plus traditionnel de prévention et de lutte contre le grisou. M. Vandeloise a traité en détail des possibilités de la technique d'aérage, si bien que rien n'est à ajouter dans ce domaine. Rappelons seulement les possibilités de lutte contre les nappes de méthane à la couronne des galeries, illustrées par le film du StBV et les précautions à prendre lors de la remise en marche des appareils électriques après une coupure générale du courant.

Captage.

Le captage du grisou constitue actuellement le moyen le plus efficace de prévention et de lutte. Il s'agit d'améliorer cette technique en tenant compte des résultats de diverses recherches concernant des facteurs, tels que la géologie, la tectonique, la mécanique des terrains, etc... déjà évoqués dans les exposés de M. Vandeloise et autres, ainsi que dans diverses interventions comme celles de MM. Müller et Hüchel. (Les répercussions lointaines possibles sont illustrées notamment par les exemples lorrains cités par M. Vandeloise).

Il conviendrait également de poursuivre l'étude technique et économique de l'étanchéification des parements des galeries, telle qu'elle a été exposée par M. Hausman dans son intervention, car cette

technique permet de porter à plus de 60 % la teneur en gaz pur du grisou capté.

Régularisation.

Le gaz qui se dégage normalement de la couche exploitée n'est pas seulement dangereux du fait de son volume important, mais surtout en raison des « pointes » de gaz qui se produisent au cours de l'exploitation. La régularisation du dégagement de gaz, en d'autres termes, l'élimination des « pointes » constitue un problème urgent. Rappelons à cet égard la diminution de la vitesse de désorption par humidification du charbon. Dans ce sens, des essais préliminaires de prétéléinfusion d'eau en avant de la taille ont donné des résultats encourageants, même dans des chantiers à production élevée. Des méthodes d'exploitation appropriées doivent être mises au point et expérimentées.

Surveillance.

L'efficacité des mesures de prévention et de lutte doit faire l'objet d'une surveillance continue. Les méthodes et appareils de surveillance utilisés jusqu'à présent ne donnent pas entière satisfaction parce que, abstraction faite de l'imperfection des mesures manuelles, trop de temps s'écoule fréquemment avant que la direction technique soit informée des défaillances éventuellement constatées et puisse alors réagir.

Il faudra attendre la mise au point d'enregistreurs sûrs et sensibles et leur utilisation aux points les plus critiques des ouvrages souterrains pour avoir à chaque instant une image fidèle de la situation grisométrique dans les chantiers, image qui pourra même être transmise aux stations de télécontrôle.

Grâce à la surveillance à distance des points critiques de l'exploitation à l'aide de télégrisomètres, on parviendra à l'optimisation et à la régulation automatique de la ventilation. Des difficultés considérables restent certes à surmonter dans ce domaine. Mais des travaux appropriés de recherche et de mise au point ont démarré, qui sont également subsidiés par la Haute Autorité.

Je crois que nous ne devrions pas conclure nos réflexions sur la recherche future en matière de grisou sans nous rendre compte que l'exploitation charbonnière de demain, télécommandée et automatisée, est susceptible d'ouvrir des perspectives entièrement nouvelles, également dans le domaine du grisou. Ces perspectives pourraient peut-être aboutir à une orientation nouvelle de la technique

de contrôle du grisou, dont l'objet a toujours été de maintenir la teneur en grisou du courant d'air *en deça* de la limite correspondant aux mélanges explosifs.

Bien que les recherches effectuées jusqu'à présent aient déjà fourni des résultats et des renseignements intéressants, des problèmes importants restent encore à résoudre. Leur solution exige la collaboration des hommes de science et des praticiens et aussi celle de toutes les disciplines scientifiques intéressées. Nous pensons avoir déjà acquis certains résultats à cet égard. (En effet, un bon nombre de sciences — géologie, pétrographie et tectonique, géochimie et géophysique, thermodynamique et cinétique, sans oublier la physique et les mathématiques générales ainsi que la technologie — interviennent déjà dans nos travaux).

Comme le Prof. von Gaertner, nous estimons que la recherche future en matière de grisou, à l'image

de notre technique tout entière, devra reposer sur une recherche fondamentale « orientée » ayant une base aussi large et solide que possible qui devra nous permettre de résoudre également les nouveaux problèmes de sécurité posés par le perfectionnement et la mise au point des procédés et appareils techniques. Mais elle pourra aussi (comme cela ressort de l'intervention de M. Bakke du Safety in Mines Research Establishment du Ministère de l'Energie) être à l'origine d'une conception nouvelle de la réglementation en matière de sécurité.

Nous pensons, comme l'a d'ailleurs souligné M. Schmidt-Koehl ce matin, que la recherche future en matière de grisou devrait être communautaire, aidée en cela par une meilleure coordination et une division plus rationnelle du travail, afin que soit atteint le plus vite possible l'objectif final de nos travaux, à savoir que le danger du grisou soit éliminé des houillères.
