

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES
COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DU CHARBON ET DE L'ACIER

RECUEILS DE RECHERCHES CHARBON

**RAPPORT D'ACTIVITÉ 1971 SUR LES
RECHERCHES CHARBONNIÈRES
ENCOURAGÉES PAR LA COMMUNAUTÉ**

Recueil

N°

46

LUXEMBOURG 1972

Aux termes de l'article 55, alinéa 2, c, du traité instituant la Communauté européenne du charbon et de l'acier, la Haute Autorité encourage la recherche intéressant le charbon et l'acier, notamment en accordant des aides financières. La présente brochure rend compte de l'exécution et des résultats de ces projets de recherche.

En conséquence du traité de fusion du 8 avril 1965, la Commission unique des Communautés européennes exerce les pouvoirs et les compétences dévolus à l'ex-Haute Autorité.

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DU CHARBON ET DE L'ACIER

RECUEILS DE RECHERCHES CHARBON

**RAPPORT D'ACTIVITÉ 1971 SUR LES
RECHERCHES CHARBONNIÈRES
ENCOURAGÉES PAR LA COMMUNAUTÉ**

LUXEMBOURG 1972

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Introduction	5
Secteur:	
I 1.1. Creusement mécanisé de galeries au charbon - StBV -	5
1.2. Conception et matériaux de construction d'outils de foration rotative à haute performance pour les machines de creusement de galeries et les perforatrices pour trous de grand diamètre - Clausthal -	6
1.3. Traçage rapide des voies de chantiers - CERCHAR -	7
1.4. Mécanisation des voies de chantiers et traçages en veine - INIEX -	8
II 2.1. Mécanisation intégrée de l'abattage, du soutènement et du remblayage en couches épaisses - StBV -	8
2.2. Abattage et transport hydromécanique du charbon - StBV -	10
2.3. Transport hydraulique de charbon en galerie et extraction hydraulique dans les puits de grande profondeur - StBV -	10
2.4. Tailles à hautes performances - CERCHAR -	11
2.5. Nouvelle méthode d'exploitation en dressants - CERCHAR -	12
2.6. Transport par couloirs roulants - CERCHAR -	12
III 3.1. Télécommande et télécontrôle d'une taille rabotée - StBV -	13
3.2. Télécommande du soutènement mécanisé - INIEX -	14
3.3. Télécontrôle et télécommande en taille havée - CERCHAR -	14
3.4. Propagation des ondes radio-électriques dans les chantiers souterrains - INIEX -	14
3.5. Propagation des ondes au fond de la mine - CERCHAR -	15
3.6. Liquides hydrauliques difficilement inflammables - StBV -	16
3.7. Fluides hydrauliques difficilement inflammables - CERCHAR -	17
IV 4.1. Mécanique appliquée des roches - StBV -	18
4.2. Étude mécanique des terrains - CERCHAR -	18
4.3. Pressions de terrains et soutènement - INIEX -	19
V 5.1. Gisement et dégagement de grisou en terrains houillers - StBV -	20
5.2. Gisement et dégagement du grisou - CERCHAR -	21
5.3. Grisou et poussières - INIEX -	22
5.4. Amélioration du climat dans les chantiers d'abattage - StBV -	23
VI 6.1. Régularisation de la charge de fours - StBV -	24
6.2. Utilisation de piédroits minces - StBV -	25
6.3. Enfournement préchauffé des pâtes à coke - CERCHAR -	26
6.4. Combustibles spéciaux - OZIOL -	26
6.5. Coke moulé - CERCHAR -	27
6.6. Cokéfaction du lignite - DBIV -	28
VII 7.1. Procédés et produits nouveaux de la valorisation physico-chimique du charbon - StBV -	30
7.2. Chimie et physique des houilles et des cokes - INIEX -	31
7.3. Valorisation physico-chimique du charbon et de ses sous-produits - CERCHAR -	32
7.4. Dégradation d'aromates au moyen d'une réduction de nitrate par dissimilation - Nederlandse Staatsmijnen -	33

INTRODUCTION

La Commission des Communautés européennes encourage la recherche sur le charbon en application de l'article 55 du traité CECA.

Les résultats des travaux effectués sont communiqués à tous les milieux intéressés par voie de publication dans les revues techniques ou dans les «Recueils de recherches charbon» ainsi que par des conférences tenues à l'occasion de congrès, colloques ou sessions d'information techniques. Les réglementations adéquates figurant dans les contrats de recher-

che qui sont conclus avec les bénéficiaires de l'aide garantissent en outre aux «intéressés dans la Communauté» l'accès aux résultats des recherches communautaires.

Le présent «Rapport d'activité 1971» donne un aperçu récapitulatif des travaux exécutés au cours de l'année écoulée en matière de recherches sur le charbon ainsi que des résultats les plus importants obtenus dans ce domaine.

1.1. PROJET DE RECHERCHE «CREUSEMENT MÉCANISÉ DE GALERIES AU CHARBON»

Steinkohlenbergbauverein, Essen

1.1.1. Machine de creusement EV 100

Pendant la période de référence, les travaux de recherche ont été effectués dans plusieurs mines de la Ruhrkohle AG et à la Bergbau-Forschung GmbH. Pour des raisons d'exploitation, la machine de creusement EV 100 des Gebr. Eickhoff, Bochum, a dû être déplacée du chantier d'abattage Kurl dans le chantier Victoria 3/4 de la Verbundbergwerk Gneisenau de la Bergbau AG, Dortmund. L'opération a eu lieu au cours des mois d'avril et de mai. Le traçage au siège Victoria 3/4 a été arrêté en novembre afin de procéder d'urgence à une révision générale de la machine. En 1971, cette machine a creusé au total 854 m de voie dans les différents chantiers.

Les travaux de recherche dans ce domaine portaient des améliorations à apporter à la machine, sur la zone située en aval, sur le dépoussiérage, et surtout, sur la tête coupante de la machine.

1.1.2. La machine de creusement VS 2 E

La machine de creusement VS 2 E de la DEMAG, Duisburg, n'a pas été mise en service à la mine Victor Ickern de la Bergbau AG Dortmund avant octobre de l'année en cours, parce qu'il a fallu la transformer pour le creusement de galeries à soutènement par cintres. Lorsque ces travaux exécutés en collaboration avec le constructeur furent achevés, le traçage a commencé à la mine Victor Ickern dans la veine Ernestine à partir d'octobre (1971). Les premiers essais ont montré que les améliorations portent leurs fruits. La vitesse d'avancement a pu être nettement augmentée dans ces galeries soutenues par cintres. Il faut souligner les améliorations apportées au bouclier de la machine pour des galeries à section rectangulaire, l'installation de forage des trous d'ancrage, les différentes étapes du «boisage-aidé» et les derniers perfectionnements apportés au toit de la machine pour les galeries à soutènement par cintres.

1.1.3. Machine de creusement DRCL

Le troisième chantier d'essai avec la machine de creusement DRCL a fonctionné aux mois de mars

et avril à la mine Mathias Stinnes de la Bergbau AG Gelsenkirchen. Pour différentes raisons d'exploitation, il a fallu interrompre le creusement après avoir toutefois réalisé environ 86 m de galerie. Le programme expérimental commencé dans ce chantier sur des problèmes de techniques du soutènement sera poursuivi avec la machine DRCL dans la mine Emil-Fritz de la Bergbau AG Gelsenkirchen. Il s'agit de poser des boulons collants dans le périmètre de la paroi frontale. Les trous d'ancrage nécessaires à cet effet seront forés à l'aide de deux affûts fixés sur la machine. La reprise des essais avec la DRCL aura lieu le 9 novembre de l'année en cours. Actuellement, cette machine est encore au stade de la mise en route.

Les essais de soutènement et les améliorations apportées dans la zone aval de la machine sont à remarquer.

1.1.4. Les travaux de la Bergbau-Forschung du StBV, Essen

Dans le cadre du projet de recherche, la Bergbau-Forschung s'est surtout occupée des problèmes des terrains encaissants à découper et de l'usure des pics. Il faut noter les études comparées sur des problèmes de sections, sur l'aptitude des différents types de machines à découper les terrains encaissants en même temps que le charbon et sur les rendements atteints au creusement.

1.2. PROJET DE RECHERCHE «CONCEPTION ET MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION D'OUTILS DE FORATION ROTATIVE A HAUTE PERFORMANCE POUR LES MACHINES DE CREUSEMENT DE GALERIES ET LES PERFORATRICES POUR TROUS DE GRAND DIAMÈTRE»

**Institut für Bergbaukunde und
Bergwirtschaftslehre
Technische Universität Clausthal**

Pour les essais de forage dans le granit, on a utilisé des trépan à molettes qui ont été construits selon nos idées et dont les taillants ont été munis de pointes de métal dur de formes et dispositions différentes. Avec des trépan à molettes étagés dans lesquels on utilise la faible résistance à la traction et au cisaillement de la roche, il s'avère qu'en exploitant autant que possible l'effet d'une surface libre, les forces de dépouille sont très importantes lorsque les hauteurs d'étagement sont grandes. La force de coupe résultant de la force de pénétration, de la force de dépouille et du couple de torsion peut être si grande que la résistance à la rupture par flexion des pointes de métal dur est dépassée. Il se

produit alors des ruptures qui sont au surplus favorisées par les vitesses de coupe élevées et les grandes profondeurs de pénétration (par tour de tête de forage). Dans le cas d'un taillant comportant des pointes de métal dur disposées sur deux rangs décalés, le rang postérieur, qui a une position plus défavorable, est exposé à un risque de rupture accrue, parce qu'en ce point la force de coupe résultante s'applique surtout radialement sur la pointe (effort de flexion accru) et non axialement. Avec les trépan à molettes ne comportant qu'une seule rangée de pointes en métal dur sur le taillant, on n'a enregistré aucune rupture avec des vitesses de coupe allant jusqu'à 0,4 m/s et des profondeurs de pénétration jusqu'à 7,5 mm.

Le type de la structure du taillant a également une influence sur l'intensité des forces de coupe moyenne. Certes, l'utilisation de diverses structures de taillants n'a pas permis de constater une influence quelconque sur la force de pénétration et le couple de torsion, cependant, pour la force de dépouille, suivant la profondeur de pénétration et la structure des taillants, on a constaté des différences allant jusqu'à 23% qui, dans un cas en particulier, ont été dues aux flancs coniques des têtes de pointes en métal dur. Suivant la fonction d'un trépan à molettes sur la tête de forage d'une machine de creusement de galeries ou d'une foreuse à grand diamètre, l'influence de la forme du taillant sur l'intensité des forces de coupe moyennes a une signification un peu plus différenciée. Avec un cylindre calibre p_{ex} , on peut également constater pour la force de pénétration des différences allant jusqu'à 20% suivant la forme des taillants. Par conséquent, si l'on désire utiliser le moins d'énergie possible, il peut être avantageux de ne pas équiper ces machines avec des taillants à molettes uniformes, mais plutôt de différencier les arêtes des molettes suivant la fonction de la tête de forage. Cela devrait permettre non seulement une moindre dépense d'énergie, mais également une réduction de l'usure des molettes.

Afin d'obtenir des données sur la fréquence et la répartition des pointes de force s'exerçant sur le taillant, on notera et exploitera les enregistrements des forces de coupe dynamiques, afin d'indiquer la fréquence tant absolue que relative des pointes de force se manifestant pour différentes conditions de coupe (étagement des cylindres, vitesse de coupe, profondeur de pénétration). Le procédé d'exploitation manuel, qui prend beaucoup de temps, doit être allégé par un appareil à classer électrique qui a été mis en service entre-temps, et qui est destiné à contrôler les résultats trouvés par l'exploitation manuelle.

Il est apparu que la vitesse de coupe exerce une nette influence sur les variations de force en jeu lors du

forage. Au fur et à mesure que la vitesse de coupe augmente pour une profondeur de pénétration constante, les pointes de force, tant des forces de pénétration que des forces de dépouille, se manifestant par à-coups dans l'unité de temps augmentent nettement en valeur et en fréquence.

Cela signifie que plus la vitesse augmente, plus les roulements des taillants à molettes sont sollicités par à-coups, ce qui a nécessairement une répercussion défavorable sur leur durée de vie. La situation est identique lorsque les profondeurs de pénétration augmentent lors du forage; toutefois, les conditions se modifient en ce sens que, comme prévu, les forces de coupe augmentent, s'accompagnant d'un accroissement de pointes de force très importantes (> 12 Mgf).

On ne constate pas une influence marquée des différentes formes des taillants sur la nature et la fréquence des forces de pointe dans le couple de torsion et la force de pénétration; toutefois, la valeur et la fréquence des pointes de force de dépouille se manifestant dans l'unité de temps dépendent de la forme du taillant. On a constaté quatre fois plus de pointes de force par unité de temps avec un taillant muni d'une seule rangée de pointes de métal dur coniques (ϕ 15 mm) qu'avec une molette dont le tranchant est muni d'une seule rangée de pointes de métal dur (ϕ 10 mm) et dont la tête de pointe est hémisphérique. Afin que le roulement soit sollicité le moins possible par à-coups pendant le forage, il faut étudier l'influence de différentes conditions de coupe et de divers trépons à molettes.

1.3. PROJET DE RECHERCHE «TRAÇAGE RAPIDE DES VOIES DE CHANTIERS»

Centre d'études et recherches des charbonnages de France, Verneuil

L'année 1971 a été consacrée à la réalisation aux premiers essais de la tête de coupe et de son support, c'est-à-dire en fait l'ensemble comprenant :

- le vérin principal muni des joints tournants et des accessoires,
- l'ensemble des deux bras supports : bras principal et bras secondaire munis de leurs vérins de commande et des joints tournants assurant le passage des fluides (huile et eau) d'un bras à l'autre,
- le châssis provisoire formé du support avant et du joint de cardan assurant la liaison entre ce support et le vérin principal et du support arrière muni des deux vérins porteurs du vérin principal. Entre les deux le réservoir hydraulique muni de ses bâches de pressurisation.

Cet ensemble a été monté au chantier expérimental du Cerchar.

Rappelons que les déplacements de la tête de coupe sont assurés de manière automatique grâce à un poste de copiage qui comprend :

- une image à l'échelle de 1/20 des bras et de la tête de coupe,
- un système mécanique permettant de positionner un axe matérialisé par une tige dans une position quelconque d'un plan perpendiculaire à l'axe principal de la maquette,
- l'image de la tête de coupe est portée par cet axe et peut être déplacée en glissant sans jeu. Au cours de ce déplacement il correspond à chaque position une valeur et une seule de la position angulaire α de la tête de coupe par rapport au bras secondaire, de même de l'angle β entre bras secondaire et bras principal, de même de l'angle γ définissant la position angulaire du bras principal autour de l'axe principal de la machine.

Un système d'asservissement électrohydraulique impose aux bras et à la tête de la machine réelle d'occuper les mêmes positions angulaires. Ainsi, la trace des disques de coupe doit être rectiligne parallèle à l'axe glissière du poste de copiage, le plan des disques restant parallèle à cette direction.

L'écart angulaire entre les éléments de la machine et les éléments de la maquette est mesuré grâce à des synchromachines mises en opposition. Le signal électrique qu'elles donnent est proportionnel à l'écart angulaire, leur précision est de quelques minutes d'angle.

Ce signal électrique est détecté, amplifié et utilisé par une chaîne d'asservissement qui agit grâce à des servolimites de pression Redam sur l'inclinaison du barillet d'une pompe à débit variable, de telle sorte que le débit de la pompe soit proportionnel à l'écart angulaire mesuré.

Nous avons d'abord utilisé une centrale hydraulique provisoire. Elle permettait de faire fonctionner chaque chaîne d'asservissement séparément, de manière à étudier et mettre au point l'une après l'autre la commande de chacun des trois angles.

Déroulement des essais en taille image

La mise au point de l'ensemble des asservissements n'a pas donné lieu à difficulté majeure, mais la recherche des valeurs optimales des divers réglages a pris un temps assez long

Nous avons pu vérifier la rectitude des traces en faisant manœuvrer l'axe de la tête de coupe le long

d'un fil à plomb et constater que l'erreur de recopie était inférieure au millimètre

Entre-temps nous avons dû modifier l'alimentation de l'embrayage de l'axe de la tête de coupe. En effet, à vide cet embrayage patinait. Nous avons dû incorporer un dispositif qui alimente au cours des manœuvres à vide cet embrayage sous la pression de pilotage (90 bars) et en charge sous la pression du moteur principal (50 à 250 bars)

Les essais de coupe ont montré que :

- le moteur de coupe fonctionne correctement au moins en matériau tendre,
- les disques de coupe se comportent bien dans leur trace,
- le déplacement de la tête de coupe reproduit les mouvements de la maquette avec une très bonne précision,
- la stabilité de la machine est très correcte,
- le phénomène de dérochage est conforme aux premières expérimentations ; par contre le matériel -vérins, crochets, etc.- est beaucoup trop difficile à manipuler et doit être revu.
- il est apparu également que les temps de manœuvre à vide de la machine sont longs, particulièrement les rotations pour passer des traces horizontales aux traces verticales.

Les essais ont fait apparaître :

- que l'on devait améliorer la stabilité des systèmes automatiques de guidage de la machine,
- que l'on devait renforcer l'entraînement en rotation du bras principal.

1.4. PROJET DE RECHERCHE «MÉCANISATION DES VOIES DE CHANTIERS ET TRAÇAGES EN VEINE»

**Institut national des industries extractives,
Liège**

Un premier essai de mécanisation du creusement d'un traçage est effectué depuis le 15 août 1971 au moyen d'une machine Dosco du type MK 2A au siège Beringen.

Cet engin a été mis en service dans un traçage en couche 63-64 qui a une ouverture de 1,70 m et dont les roches du mur sont moyennement tendres et les roches du toit moyennement dures

Bien que les bancs du toit permettent un soutènement par boulons, on a préféré entamer le toit pour connaître la possibilité de coupe de la Dosco en terrains moyennement durs. Le soutènement est alors constitué de cadres en rails cintrés en ogive venant prendre appui sur des montants en bois (section de 16 m² environ)

Le frein actuel ne réside pas dans la coupe des roches (131 minutes pour 2 m), mais dans la pose du soutènement (187 minutes pour 2 m)

Les roches du toit ont une résistance à la compression voisine de 700 kg/cm² et une teneur en quartz de 30 à 40%. Le découpage de ces roches n'a pas posé de difficultés particulières et la consommation moyenne de pics ne fut que de 1,62 pics par mètre, ce qui est faible.

Afin de connaître les possibilités d'une telle machine dans une voie boulonnée, on a continué l'essai en n'entamant plus que le charbon et le mur de la couche.

L'avancement est actuellement d'environ 3 m par poste (la coupe de 2 m de charbon et de roches prend 128 minutes, tandis que la pose des boulons sur 2 m de voie dure 146 minutes).



2.1. PROJET DE RECHERCHE «MÉCANISATION INTÉGRÉE DE L'ABATTAGE DU SOUTÈNEMENT ET DU REMBLAYAGE EN COUCHES ÉPAISSES»

Steinkohlenbergbauverein, Essen

2.1.1. Rabotage et remblayage pneumatique - Mine Nordstern

Comme il a déjà été mentionné dans le précédent rapport intérimaire portant sur la période du 1er janvier 1971 au 30 juin 1971, le nouveau chantier expérimental a été ouvert dans la veine Zollverein 2/3 de la mine Nordstern en avril 1971.

Au cours de la période d'activité portant jusqu'à ce jour, les expériences ci-après ont été faites et les perfectionnements suivants réalisés.

2.1.1.1. Dans le domaine de l'abattage

En dépit du comportement généralement bon du nouveau rabot à tourelle hydraulique, on a observé le phénomène suivant dans du charbon très ferme : La partie supérieure du rabot sortait légèrement du front de taille, de sorte que le rabot grimpeait. On a pu supprimer en grande partie cet inconvénient en modifiant les couteaux. Un nouveau rabot doit en outre être muni d'un socle encore plus lourd et d'une plaque de réglage inclinée d'un nouveau type.

2.1.1.2. Dans le domaine du transport

Au cours des premières semaines d'exploitation, le coinçage de fines dans le convoyeur a entravé son fonctionnement, notamment à cause du transport en montant du charbon. Une amélioration a tout d'abord été obtenue en raccourcissant les taquets d'entraînement. Plus tard, les taquets du convoyeur à double chaîne centrale ont été remplacés par de nouveaux taquets courbés en forme de roc.

2.1.1.3. Dans le domaine du soutènement

Les trois piles de soutènement expérimentales à 6 étaçons, dont deux sont placés derrière la tuyauterie du remblayage pneumatique, sont apparues comme insuffisamment au point et de trop faibles dimensions. Entre-temps, on a présenté les plans d'une nouvelle pile à 7 étaçons beaucoup plus robuste dont la possibilité de réglage sera en outre améliorée. Les rallonges postérieures inclinables incorporées en petit nombre n'ont pas fait leurs preuves, notamment en raison de leur faible longueur

de 1,40 m. Il semble qu'une longueur minimale de 2 m soit ici indispensable.

Les tôles de halage qui avaient équipé tous les cadres de soutènement n'ont pas permis dans cette taille de mieux maîtriser le toit du champ de remblayage, parce qu'ils ne pouvaient pas soutenir le faux-toit dont la puissance atteignait jusqu'à 0,8 m. Étant donné qu'ils ont fortement plié sous le poids, ils n'ont fait qu'affaiblir le degré de remplissage du panneau remblayé pneumatiquement et ont donc été enlevés.

Pour la prochaine taille on a prévu l'utilisation de rallonges d'un nouveau type munies d'un bras immobilisable qui, sur la base des expériences précédentes, devraient permettre de mieux étayer le toit dans le remblayage.

2.1.1.4. Dans le domaine du remblayage

Par suite de la grande hauteur et de la forte étanchéité de l'écran de remblayage, la conduite de remblayage est souvent enterrée. Il en résulte un besoin accru d'énergie pour déplacer la conduite. Une série d'éléments du système de déplacement de cette conduite s'étant révélée trop faible, il a fallu les renforcer et les simplifier.

La conduite elle-même s'est montrée très résistante à l'usure, seuls les raccords doivent être encore renforcés. Aux points de déversement latéraux, aucune modification n'a été nécessaire si ce n'est que l'isolation a été améliorée car l'encrassement s'accroît lors du soufflage.

2.1.2. Abattage par travage et foudroyage

2.1.2.1. Essais au jour

Au cours du premier semestre de 1971, on a moulé, au chantier expérimental de technique minière de la Bergbau-Forschung GmbH à Essen-Kray, le premier front de taille artificiel pour les essais effectués avec la première chargeuse à disques et les tambours légers en forme de tonneaux. Les dimensions du front sont 15 × 11 × 1,8 m ; il présente trois sections de duretés différentes que l'on a obtenues en mélangeant de la marne calcaire et du ciment dans des proportions différentes. Au cours du deuxième semestre 1971, le transporteur à raclettes à simple chaîne de la firme Halbach & Braun, nécessaire pour l'exécution des essais, a été installé devant le front de taille artificiel avec les accessoires indispensables. En outre, un programme détaillé des essais au jour a été élaboré.

2.1.2.2 *Machine d'abattage*

Les dernières parties de la haveuse chargeuse à disques ainsi que les tambours légers en forme de tonneaux ont été achevés en décembre 1971. La machine complète pour les essais au jour sera livrée au chantier expérimental en janvier 1972

2.1.2.3. *Taille expérimentale et soutènement marchant*

En ce qui concerne la taille expérimentale prévue pour les essais au fond, il a fallu, au cours de l'année de référence, conférer à nouveau avec la Ruhrkohle AG. En effet, la mine prévue à l'origine pour ces essais ne présentait plus les conditions nécessaires pour l'objectif fixé en raison des données géologiques défavorables. Ces difficultés ont conduit à tout d'abord revoir complètement les prototypes de soutènement marchant prévu pour les essais au jour, ce qui n'a pas encore permis de les commander

2.1.2.4. *Avenant au contrat*

En septembre de l'année de référence, un avenant au contrat relatif au projet de recherche a été élaboré et transmis à la CECA. Cet avenant a été nécessaire après avoir constaté, entre la conclusion du contrat et la planification détaillée des essais, que les essais au jour devaient figurer dans le projet de recherche initial en tant qu'opération préalable essentielle pour l'exécution des essais au fond.

2.2. PROJET DE RECHERCHE

«ABATTAGE ET TRANSPORT HYDROMÉCANIQUE DU CHARBON II - MINE CARL FUNKE»

Steinkohlenbergbauverein, Essen

Les derniers travaux de découpage et de préparation partielle au fond, les silos et le travers-banc d'épuisement ont été terminés, de même qu'une descente centrale du 5e au 6e niveau.

Les installations mécaniques, y compris les installations électromécaniques et la canalisation des boues (5 300 m horizontalement, 750 m verticalement, NW 150) pour la granulométrie < 1 mm et les installations de sassement au jour, ont été montées pour novembre. Au niveau 5, les autres pompes HD ont été installées avec les installations électriques accessoires.

Pendant les travaux de montage, on a continué systématiquement les travaux préparatoires au charbon, et les boues ont été égouttées dans des bassins provisoires de décantation. Depuis novembre, les voies d'abattage dans le panneau 1, veine Geitling et dans le panneau 2, veine Mausegatt ont été poussées avec sept lances. En décembre, l'exploitation

par rabattage pourra commencer et à la fin de l'année la production atteindra 500 t/j

Les procédés de consolidation du charbon ébouleux ont pu être améliorés

Les raccords HD améliorés ont été construits et essayés

Des essais ont été effectués avec une voie ferrée de transport du matériel pour le transport continu sans transbordement de la voie de tête à la voie d'abattage en passant par le montage.

Dans le cadre des essais d'automatisation partielle de la commande des pompes, on a mis au point un indicateur de débit simple par oui - non.

2.3. PROJET DE RECHERCHE

«TRANSPORT HYDRAULIQUE DE CHARBON EN GALERIE ET EXTRACTION HYDRAULIQUE DANS LES Puits DE GRANDE PROFONDEUR» – MINE GNEISENAU

Steinkohlenbergbauverein, Essen

2.3.1. Transport hydraulique en galerie

Depuis janvier, les essais se poursuivent sur le transport hydraulique en galerie. Jusqu'à l'achèvement des travaux de montage pour le transport hydraulique dans un puits en juillet, les boues transportées ont été égouttées dans un bassin provisoire de clarification aménagé dans le travers-banc d'épuisement, puis chargées dans des berlines. Pour cette raison, et à cause de conditions géologiques défavorables à l'abattage, l'installation n'a pu être utilisée à pleine capacité. Les essais ont obligé à apporter des modifications au tamis, au concasseur, au convoyeur, aux pompes ainsi qu'au système d'évacuation. L'usure est déterminée au cours d'essais prolongés; pour cela, on a notamment utilisé des tuyaux de différentes qualités. Les premières mesures de la vitesse ont été effectuées. D'autres programmes d'essais et de mesure sont en préparation.

2.3.2. Transport hydraulique dans le puits

En juillet, les travaux de montage pour le transport hydraulique dans le puits étaient suffisamment avancés pour que puisse commencer l'exploitation expérimentale. Le système de conduite de transport fonctionne impeccablement. Les modifications nécessitées par l'exploitation expérimentale n'ont porté jusqu'ici que sur le bassin d'homogénéisation du charbon broyé et sur le guidage du puits.

Étant donné que l'on manque encore d'appareils de mesure appropriés, il n'est pas possible de donner des renseignements sur le rapport matière solide – eau atteint

On n'a pas encore pu utiliser pleinement les capacités de l'installation, ni effectuer un essai de rendement sur une période prolongée, les possibilités d'ensilage des boues étant insuffisantes. Au cours d'un bref essai de rendement, il n'a pas été possible de calculer exactement la quantité de matières solides, faute d'appareils de prélèvement en nombre suffisant; cependant, on peut estimer que le rendement minimal est de 120 t de matières solides par heure. L'usure des canalisations des boues est constamment surveillée par un appareil à ultra-sons.

Au jour, les installations de sasement pour les boues transportées ont été montées dans l'atelier de préparation. Au cours de l'exploitation expérimentale, l'importante production d'eau due aux travaux de réglage du système de commande de l'alimentation et au rinçage a donné lieu à des perturbations. Les essais ont obligé à apporter des modifications au tamis de gros et aux pompes pour le transport des fines.

2 4 PROJET DE RECHERCHE «TAILLES A HAUTES PERFORMANCES»

Centre d'études et recherches des charbonnages de France, Verneuil

Le programme de recherche comprend trois parties :

1. Amélioration des exploitations des extrémités de taille.
2. Perfectionnement des éléments constitutifs des engins de taille.
3. Élimination des goulots d'étranglement en taille par l'organisation.

2 4.1. Amélioration des exploitations des extrémités de taille

2.4.1 1. Cas de tailles chassantes

Les études concernent deux ensembles d'extrémités de taille, l'un de pied de taille, l'autre de tête de taille, destinées à équiper les extrémités d'une taille chassante au pendage, à remblayage pneumatique, l'originalité du projet résidant dans le fait que les deux voies devaient être creusées par la machine d'abattage de taille

L'équipement de pied de taille, qui assure les fonctions de soutènement provisoire du carrefour taille voie, blindage du front, ripage de la tête motrice et du blindé de transfert, est constitué de 2 piles Hemscheidt à 2 files, à semelles monobloc et étançons de 70 t.

La pile aval est spéciale et enjambe le blindé de transfert sur lequel chacune de ses files se guide et se hale au moment du ripage; elle comporte un chapeau à long porte-à-faux et bouclier pour le blindage du front; la pile amont est de conception plus classique, mais possède des chapeaux à long porte-à-faux et bouclier pour le blindage du front.

L'équipement de tête de taille qui assure les mêmes fonctions en tête de taille est également constitué de 2 piles Hemscheidt à 2 files, semelles monobloc et étançons de 70 t.

La pile aval est de conception classique, la pile amont est à chapeau long avec un bouclier de blindage de front et comporte un troisième étançon sur la pile amont, sur lequel prend appui un bouclier de blindage du parement amont de la voie.

Le démarrage de la taille a eu lieu au mois d'octobre.

2.4.1.2. Cas des tailles rabattantes

La recherche s'est orientée en particulier vers l'élaboration d'une poutre d'ancrage de tête de taille permettant la retenue et le ripage d'une installation de convoyeur blindé.

La poutre est conçue pour se déplacer sur un guide tubulaire constitué par un nombre variable d'éléments identiques de 1,50 m emboîtés les uns dans les autres et s'appuyant sur trois patins portant les sabots de boisage.

2.4.2. Perfectionnement des éléments constitutifs des engins de taille

Une partie de l'étude est faite sur banc d'essai des haveuses

Les principales conclusions qui se sont dégagées sont les suivantes :

- les tambours de grand diamètre (1400 ou 1600 mm) sont plus efficaces: ils nécessitent une énergie spécifique plus faible que les petits tambours de 800 - 850 mm;
- dans l'éventail des angles d'hélice étudiés (15 à 22°) on ne constate aucune différence significative des énergies spécifiques de chargement;
- dans la plage des valeurs habituelles, pour un débit donné, le moment opposé par le chargement est à peu près indépendant de la vitesse de rotation du tambour: la puissance et l'énergie spécifique consommée lui sont donc proportionnelles;
- le moment du couple de chargement et la puissance consommée croissent avec la vitesse d'avancement de la machine;

- la part de la puissance consommée par la circulation des pics dans le havrit est négligeable dans le cas des grands tambours. Elle peut atteindre 50% pour les petits tambours tournant à faible vitesse ;
- l'influence du taux d'humidité des produits n'est pas significative ,
- en ce qui concerne l'influence de la géométrie du tambour et des hélices, il ne semble pas que l'on puisse augmenter de façon notable l'efficacité des configurations actuelles, sauf peut-être en ce qui concerne le diamètre d'estomac.

2.4.3. Organisation

Deux études d'organisation ont été réalisées. La première concerne la télétransmission entre le siège de Folschwiller et le central mécanographique de Merlebach. La deuxième est l'organisation d'un déménagement de taille avec utilisation de l'ordinateur.

2.5. PROJET DE RECHERCHE «NOUVELLE MÉTHODE D'EXPLOITATION EN DRESSANTS»

Centre d'études et recherches des charbonnages de France, Verneuil

Les recherches ont été concentrées sur 2 points. l'étude d'un chapeau hydraulique et une campagne de mesures sur les machines ANF en vue de leur perfectionnement ou de la définition des caractéristiques d'une nouvelle machine.

2.5.1. Soutènement

Après divers essais de cadres avec appui sur le remblai ou sur boulons ancrés dans les épontes, on est arrivé à un cadre prenant appui sur la tête d'amarrage d'un boulon flexible, constitué par un câble métallique de 19 de diamètre, scellé dans l'éponte par des charges de résine, et plié à la sortie du trou.

L'essai de 50 chapeaux hydrauliques a commencé. Les chapeaux sont posés à des distances de 1 m 80. Ils sont appuyés sur des montants en bois. Après l'abattage d'une passe avec la machine ANF le chapeau est levé sous la nouvelle couronne. Pour cela la machine ANF a été équipée d'un élévateur hydraulique à deux bras articulés.

2.5.2. Abattage

On a fait une campagne de mesure des durées des phases de l'abattage : pénétration, balayage, retour à vide, arrêts divers, et on a enregistré l'intensité et la puissance prise par le moteur de coupe. Les

paramètres variables sont la forme du tambour de coupe, le schéma des pics, leur vitesse de rotation et la nature de la veine.

Le résultats sont en cours de dépouillement.

2.6. PROJET DE RECHERCHE «TRANSPORT PAR COULOIRS ROULANTS»

Charbonnages de France, Paris

Le couloir roulant comporte une infrastructure métallique à deux voies de roulement superposées sur laquelle circulent des rames composées d'éléments métalliques en forme d'augets appelés *couloirs*, reliés de façon continue par des joints élastiques. Les couloirs circulent en position de chargement sur la voie supérieure et en position renversée sur la voie inférieure. Chaque couloir comporte un induit réalisé par le fond plat de l'auget, complété par des plaques en cuivre. Les couloirs sont propulsés par des *moteurs linéaires*, fixes, placés entre les rails à des intervalles tels que toute rame est toujours au-dessus d'au moins un moteur. Le retournement se fait sur les «roues» disposées aux extrémités de l'infrastructure.

L'installation de Provence, de 2 300 m de longueur, a été déterminée pour assurer un débit de 460 tb/h avec des rames de 225 m de long, 30 tonnes de CU (145 kg/m), les vitesses étant de 3 m/s au chargement, de 7 m/s au transfert et de 2,3 m/s au déchargement. Les moteurs linéaires sont au nombre de 178, puissance apparente 47 kVA à 0 m/s (poussée 120 daN) et 36 kVA à 7 m/s (poussée 50 daN); tension 960 volts.

Le fonctionnement est automatique avec contrôle du démarrage, régulation des vitesses et du trafic des rames, le freinage normal est assuré par des moteurs linéaires, le freinage secours par des électrofreins.

L'installation était réalisée en avril 1971. Les installations de télécontrôle et de télécommande ont été l'objet de contrôles et de mises au point à partir de mai avec une rame de 225 m et de juin avec deux rames; elles ont été mises en service en octobre. Il restait à la fin 1971 à améliorer la détection de présence des rames, la régulation du trafic et de la vitesse au déchargement et à préparer le fonctionnement à trois puis quatre rames.

Au 31 décembre 1972 le couloir roulant avait transporté environ 45 000 tonnes de produits.

Les dépenses engagées au 31 décembre 1971 ont été de 404 860 francs hors taxes; la participation CECA représente 70% de ce montant.



3.1. PROJET DE RECHERCHE «TÉLÉCOMMANDE ET TÉLÉCONTRÔLE D'UNE TAILLE RABOTÉE»

Steinkohlenbergbauverein, Essen

Au cours de la période de référence, les études du rabot glissant ont été poursuivies sur plusieurs tailles artificielles ayant des puissances comprises entre 1,25 m et 1,50 m. Chaque fois que l'on a eu affaire à un «mur» tendre, on a choisi des résistances extrêmement élevées pour le «charbon». Ces conditions de rabotage très difficiles ont été reproduites afin de pouvoir étudier de plus près les deux conditions fondamentales permettant d'atteindre le but fixé - l'automatisation du fonctionnement du rabot - à savoir :

- 1) un fonctionnement impeccable et sûr du rabot avec de bons rendements à l'abattage ;
- 2) une maniabilité du rabot pour son adaptation aux différentes conditions.

Comme causes principales de perturbation, on a observé :

- a) différentes profondeurs de coupe dans les deux directions du rabot et au-dessus de la hauteur du rabot, ce qui présente des inconvénients, en particulier lorsque le charbon est très dur ou les veines puissantes,
- b) une capacité de chargement insuffisante du rabot.

Les profondeurs de coupe différentes ont les causes suivantes :

- Stabilité insuffisante de la base de guidage constituée par les guidages du rabot et le couloir du convoyeur. Pendant le passage du rabot, on a observé non seulement une flexion, mais aussi un soulèvement de la base.
- Le fonctionnement asymétrique du rabot lorsque le corps du rabot n'est pas monté symétriquement, que les couteaux utilisés ont des longueurs différentes pour la passe montante et descendante, ou bien que des parties pivotantes fonctionnent irrégulièrement, insuffisamment, ou ne fonctionnent pas du tout.
- Un trop grand jeu dans le guidage du rabot. A mesure que la relevée du rabot augmente, les différences de profondeur de coupe augmentent dans la zone supérieure d'attaque du rabot.
- La modification de l'inclinaison transversale du rabot dans la manipulation habituelle de la commande des plateaux.

Les mesures suivantes ont été prises pour parvenir à maintenir exactement une profondeur de coupe donnée :

- Le rabot a été muni d'un nouveau portique monté sur un guidage tubulaire séparé, côté remblayage.
- La stabilité du rabot a été améliorée par montage d'éléments télescopiques côté remblayage.
- Le rabot et ses dispositifs de pivotement ont été redimensionnés et rendus symétriques.
- Les effets sur l'inclinaison transversale du rabot, du jeu nécessaire entre le rabot et le guidage pour permettre au rabot de s'inscrire dans les courbes, ont été réduits en augmentant le poids du rabot à environ 5 Mgf.
- En limitant la profondeur de coupe dans la partie supérieure du rabot, on peut supprimer d'autres effets se répercutant sur l'augmentation de la profondeur de coupe - par exemple, par le pendage - tout en conservant le jeu dans le guidage du rabot.

On prépare une commande en hauteur du rabot sans modification de l'inclinaison transversale de l'installation.

Le chargement du rabot a pu être encore amélioré après l'adjonction du nouvel étrier, en allongeant les «socs chargeurs» disposés sur la tête du rabot. Cela a permis d'éviter de réduire la quantité de charbon abattue à charger sous l'étrier et d'éviter les engorgements qui s'y produisaient auparavant.

Les études sur le réglage en hauteur du rabot à l'aide des couteaux directeurs ont été poursuivies. Les résultats sont satisfaisants de sorte que l'on a commencé la mise au point du réglage mécanisé des couteaux directeurs et la transmission par radio des impulsions de commande.

Dans les fronts de charbon durs sur lesquels restent de profondes traces des couteaux, les différents couteaux du rabot arrivent latéralement par rapport à la machine et gênent considérablement le guidage en hauteur du rabot. Pour ce cas, on a mis au point un couteau spécial muni de taillants supplémentaires sur les deux côtés et on l'a expérimenté avec succès.

En plus des études dans le chantier expérimental, de nombreuses mesures ont été effectuées dans plusieurs sièges pour vérifier dans la pratique l'utilité des modifications apportées au rabot. Jusqu'ici, les résultats obtenus au jour et au fond ont présenté une bonne comparabilité.

3.2. PROJET DE RECHERCHE «TÉLÉCOMMANDE DU SOUTÈNEMENT MÉCANISÉ»

3.2.1. Commande en séquence «Westfalia»

L'essai en taille de 2 éléments à 3 cadres a été arrêté le 10 mars 1971, à la rencontre d'un dérangement important qui aurait compromis la validité de l'essai, jugé par ailleurs suffisant

Étant donné ce que cet essai apportait de positif, nous avons envisagé de passer à la commande en séquence de 5 éléments successifs. Ils sont à deux cadres, du type courant en Campine, car nous ne disposons pas de crédits pour l'achat d'un nombre suffisant d'éléments à 3 cadres

L'essai a lieu en couche 75, d'ouverture moyenne (1,40 à 1,50 m).

Depuis la mi-octobre, les 5 éléments sont alimentés par une pompe spéciale, indépendante de celle de taille. Cette solution nous assure une pression et une propreté suffisantes dans le circuit séparé; mais elle n'est pas économique.

Dans ces conditions idéales, les blocs PAS 61 donnent satisfaction depuis le début de novembre

3.2.2. Commande pneumato-hydraulique Doedijns

L'étude du système a été achevée. Un poste de commande a été réalisé et installé sur un élément à 3 cadres. Les essais en atelier ont occupé la semaine du 17 au 21 mai. Dès le début, la commande des opérations s'est révélée irréprochable et très rapide.

Ce système de commande présente de nombreux avantages que nous avons énumérés dans le rapport du 1er semestre

L'élément équipé a été amené au charbonnage de Beringen. Au cours d'essais en surface, la canalisation d'émulsion à l'intérieur du bloc-prototype a percé une paroi et provoqué une fuite. Nous avons construit un autre bloc modifié :

- en fonte, et non plus en acier, pour supprimer tout risque de limailles;
- de dimensions localement augmentées. Les dimensions du 1er bloc avaient été attribuées très strictement,
- le joint côté pneumatique a été amélioré

Ce bloc est à l'essai en surface au charbonnage de Beringen

3.3. PROJET DE RECHERCHE «TÉLÉCONTRÔLE ET TÉLÉCOMMANDE EN TAILLE HAVÉE»

**Centre d'études et recherches
des charbonnages de France, Verneuil**

3.3.1. Soutènement

Un premier essai de 10 piles équipées de la commande en séquence hydraulique «bank control» a été fait au fond sans succès, le mur étant trop tendre, ce qui provoque une accumulation entre les piles et le blindé et empêche un bon ripage. Des modifications ont été étudiées et un nouveau circuit a été réalisé au jour. Les principales modifications portent sur la pression de pilotage de la valve de séquence, et sur la mise au point d'un procédé qui permet la mise au retour du circuit de pilotage dès l'interruption de la commande séquentielle

3.3.2. Télécommande de haveuse

Un schéma hydraulique simplifié du treuil a été réalisé, qui permet la télécommande

3.3.3. Télécommunication en taille

Un équipement Phonilec a été installé dans la taille.

3.3.4. Extrémités de tailles

Une installation de déversement latérale a été mise en service. Elle est montée sur un blindé à triple chaîne et permet de garder une place suffisante en voie pour le passage du personnel et celui du mono-rail

3.4. PROJET DE RECHERCHE «PROPAGATION DES ONDES RADIO- ÉLECTRIQUES DANS LES CHANTIERS SOUTERRAINS»

**Institut national des industries
extractives, Liège**

Le laboratoire a consacré son activité à l'étude des lignes guides d'ondes et plus particulièrement à trois systèmes brevetés par INIEX à savoir

3.4.1. Système DERYCK/DE KEYSER

L'intérêt de la ligne bifilaire, utilisée comme support de la propagation radio en galerie, résulte du fait qu'un des deux modes de propagation caractérisant une telle ligne présente une atténuation indépendante de la nature ou de la forme de la galerie. Nous avons appelé ce mode le mode antiparallèle, le mode fortement atténué étant appelé mode parallèle

Un émetteur placé au voisinage de la ligne bifilaire excite le seul mode parallèle. Des déséquilibres accidentels provoquent des conversions erratiques entre les deux modes de propagation, permettant souvent une distance de propagation supérieure à celle obtenue avec un câble monofilaire.

Nous avons étudié l'influence de la fréquence et de la position du câble sur les échanges d'énergie entre les modes de propagation. Un tel système de propagation reste cependant limité, étant donné le faible pourcentage d'énergie du mode parallèle converti en mode antiparallèle. Aussi est-il nécessaire de dominer ces conversions de modes et de les rendre plus importantes.

Nous avons étudié les moyens de provoquer des conversions de mode et de doser la répartition d'énergie entre les deux modes de propagation

Nous y sommes parvenus en insérant dans la ligne des quadripôles là où l'on désire une conversion de mode. Des courbes théoriques, vérifiées expérimentalement, permettent de déterminer la nature du quadripôle en fonction du coefficient de conversion désiré.

L'utilisation de doublets de quadripôles permet de réduire au mieux le taux d'ondes stationnaires.

Dès lors un tel procédé permet de satisfaire à la fois aux impératifs d'une bonne liaison entre la ligne et l'antenne des émetteurs-récepteurs et d'une propagation de faible atténuation indépendante des aléas de la galerie.

3.4.2. Système INIEX/DUBOIS

En se fondant sur les mesurages de 1970, les chercheurs de l'équipe ont imaginé de modifier le dispositif de mise à l'accord des guides d'ondes résonnants. Les mesures en laboratoire ont confirmé le bien-fondé de l'amélioration apportée. Entre temps les ingénieurs techniciens stagiaires ont achevé l'étude théorique, les schémas et la construction d'émetteurs et de récepteurs portatifs travaillant à 300 KHz et adaptés au système DUBOIS.

Ces appareils font usage de circuits intégrés et se présentent sous la forme d'un combiné téléphonique.

3.4.3. Système INIEX/DELOGNE

Différentes expériences ont été réalisées dans les mines en employant, soit un câble coaxial à conducteur extérieur continu, soit un câble coaxial à tresse. A la fréquence de 30 MHz, avec un émetteur de 1 Watt et un récepteur ayant une sensibilité de 1 microvolt, la portée est de 3 km avec couplage galvanique et de 1,8 km sans couplage galvanique.

Une installation de télécommande de treuil fonctionne à 600 m de profondeur sur une distance de 900 mètres.

A titre expérimental, on a suspendu une ligne dans une galerie horizontale de près de 1 200 mètres de longueur et obtenu d'excellentes communications entre postes mobiles à la fréquence de 36 MHz, en dépit de très nombreuses traverses métalliques.

Une taille de 120 m de longueur et 1,20 m d'ouverture a été équipée à l'étage de 1000 mètres au siège Colard de Seraing.

On y prépare un réseau qui mettrait en liaison le pied de taille et le bureau de l'ingénieur.

3.5. PROJET DE RECHERCHE «PROPAGATION DES ONDES AU FOND DE LA MINE»

Centre d'études et recherches des charbonnages de France, Verneuil

Poursuivant nos objectifs précédents, nous avons amélioré notre équipement en terminant la construction de la cuve rhéographique grâce à laquelle nous devons pouvoir étudier la répartition du champ électromagnétique dans une section droite d'une galerie de forme quelconque. Le mesureur de champ jusque 1000 MHz n'a pas pu encore être acquis par suite de la défaillance du fournisseur.

Nous avons poursuivi l'étude de la propagation multifilaire avec câble coaxial avec tresse et avec quarte téléphonique dont les quatre fils étaient reliés entre eux, sur fréquences 7,8 - 16 et 77 MHz, en comparant entre eux trois modes de transmission :

- mode coaxial, à l'intérieur du câble ;
- mode monofilaire entre la gaine du câble et la terre ;
- mode hybride dans lequel le signal est injecté selon le mode coaxial mais recueilli selon le mode hybride.

Il est apparu que, si le porteur peut être raisonnablement bien posé, le mode monofilaire est bien adapté à la transmission en galerie : par exemple 2 à 2,5 km de part et d'autre de l'émetteur haute fréquence de notre dispositif X Y phone. Dans les cas spéciaux où le câble porteur ne peut pas être bien posé tout le long de son trajet et où l'on craint des ruptures d'impédance, le mode hybride peut être meilleur.

Parallèlement à cette recherche expérimentale a été commencée une recherche théorique sur la mise en équation - du point de vue propagation - du système constitué par un conducteur de rayon r

tendu à une distance h parallèlement à un plan conducteur - le col par exemple. Une première courbe donnant le coefficient d'amortissement α en fonction de h pour une fréquence de 27 MHz et un rayon r de 10^{-2} m a été établie. Des expériences in situ devront être entreprises pour guider la mise au point de la théorie concernant ce mode de propagation. Un programme de calcul par ordinateur a été écrit et testé.

Nous avons également amorcé une évolution future de l'étude en commençant la mise au point d'un autre modèle mathématique permettant de prévoir la propagation d'ondes électromagnétiques directement à travers les terrains en utilisant une «antenne» constituée par une tuyauterie métallique non isolée de grande longueur. Cette antenne est constituée par le tubage du sondage qui aurait été fait pour rentrer en communication avec d'éventuels emmurés à la suite d'éboulements. Le modèle mathématique prend en compte la stratigraphie des terrains traversés par l'antenne. Le matériel expérimental nécessaire aux expériences in situ a été préparé.

Au cours de l'année, grâce aux connaissances partielles mais sûres acquises, nous avons significativement amélioré la qualité de nos télétransmissions ou télécommandes par ondes électromagnétiques avec câble porteur dans les galeries du fond.

3.6. PROJET DE RECHERCHE «LIQUIDES HYDRAULIQUES DIFFICILEMENT INFLAMMABLES»

Steinkohlenbergbauverein, Essen

3.6.1. Études au fond

Des essais contrôlés de fonctionnement d'un ravanneur hydraulique (liquide HS-C avec la plus grande pompe concentrique à vanne d'arrêt qui ait jamais été construite jusqu'ici, type DERIEH 850 J; $q_{th} = 131 \text{ cm}^3/\text{U}$) et d'un treuil hydrostatique à câble du type Hydropull 6000 (liquide HS-D avec 3 pompes à engrenages et à piston axial, chacune d'une puissance effective de 80 kW) ont été effectués dans 2 sièges.

Dans le premier cas, la pompe a atteint 3000 Bh en 10 mois pour une pression de service d'environ 85 bars, après quoi seule la bague d'étanchéité de l'arbre radial a dû être changée à cause d'une usure trop élevée. Le 2e essai sert à l'expérimentation d'un nouveau liquide HS-D à des températures ambiantes basses (8-13°). Le résultat important obtenu jusqu'ici est qu'avec ce liquide, le comportement viscosité-température qui avait été amélioré

permet des températures de départ d'environ 8° plus basses que celles retenues pour les produits utilisés jusqu'ici.

Les deux essais sont poursuivis.

En dehors de ces essais de longue durée, des mesures de courte durée ont été effectuées dans deux mines sur trois ravanneurs hydrauliques à vitesse d'avancement accrue (liquide HS-C) et sur deux chargeuses à pompe à double flux (liquide HS-D). Cela a permis de déterminer le comportement en service et d'éliminer les points faibles. Par exemple, on a mis fin à un fort échauffement du liquide dû à une sollicitation trop fréquente d'une soupape de limitation de la pression et on a simplifié le matériel en utilisant des pompes à engrenage à circuit unique.

3.6.2. Examens aux bancs d'essai hydrauliques

L'examen du comportement à l'aspiration de différents liquides difficilement inflammables des types HS-C et HS-D à des températures comprises entre -20° et $+40^\circ\text{C}$ en comparaison avec une huile minérale du type HLP 36 a été terminé et résumé dans une publication de la revue «Olhydraulik und Pneumatik» vol. 11, novembre 1971. Comme pompe expérimentale on a utilisé une pompe à engrenage à paliers soulagés ($q_{th} = 80 \text{ cm}^3/\text{U}$)

Au cours d'une autre série d'essais, on a commencé à examiner la possibilité de filtrer des liquides encrassés (HS-C et HS-D).

Pour filtrer des liquides HS-D, on a disposé d'un filtre en profondeur avec échangeur de chaleur placé en amont et d'une porosité de 1μ . Après 3 filtrages avec ce filtre en by-pass (débit environ 300 l/h), l'encrassement du liquide a pu être abaissé de 4 à 0,4 g/l (0,03%). Lors d'un filtrage continu, l'encrassement (poussières de schiste selon DIN 70) a pu être réduit à 50 mg/l en 48 heures (80 révolutions).

Pour les liquides HS-C on ne dispose pas encore pour le moment de filtres fins appropriés. Les essais effectués jusqu'ici ont été négatifs; ils doivent être poursuivis.

Des essais avec une pompe à piston axial réglable de type 716 DV 1000 ont duré 750 heures sous une charge intermittente de 150 - 200 bars et à une température de fonctionnement de 45°C (liquide HS-C) sans détérioration des paliers et sans accroissement des pertes volumétriques.

Un 2e essai prolongé avec une pompe à piston axial à disque incliné du type PMF 2 A 1/63 et un liquide comprimé du groupe HS-C a dû être interrompu après 60 h de fonctionnement à cause d'une

panne de palier (roulement à bille du cylindre). Pendant ce temps, la pompe a été soumise à des variations de poids $0,5 \cdot 10^6$ entre 100 et 200 bars avec une température de liquide de 50 °C. Les résultats des essais ont permis de déterminer des données importantes pour mesurer les paliers à roulement lorsque l'on utilise des liquides HS-C.

Les examens commencés en 1970 sur des joints à gorge et à «garniture de toit» dans des cylindres hydrauliques ont été continués avec des matériaux d'étanchéification améliorés. Après 10^5 courses, on n'a constaté que des fuites très faibles. L'étanchéification n'a guère présenté d'usure.

3.7. PROJET DE RECHERCHE «FLUIDES HYDRAULIQUES DIFFICILEMENT INFLAMMABLES»

Centre d'études et recherches des charbonnages de France, Verneuil

L'étude entreprise dans ce domaine a été poursuivie. L'introduction de matériel hydraulique sur les chantiers ne doit pas amener de risques supplémentaires. On cherche à remplacer au fond l'huile par les liquides difficilement inflammables. Malheureusement chacun de ces derniers a des propriétés différentes de celles des huiles, ce qui impose une adaptation du matériel selon le type du produit utilisé. Par ailleurs, nous avons cherché à mieux connaître les causes des avaries constatées.

L'étude des propriétés des fluides difficilement inflammables a été complétée dans les domaines de la résistance au feu, l'aptitude à la lubrification et la protection contre la corrosion.

On sait que la résistance au feu des liquides à base de polyglycol est nettement diminuée lorsque la teneur en eau s'abaisse. Il importe de connaître la proportion d'eau qu'un fluide donné peut perdre avant de devenir inflammable. Compte tenu de la faible réserve de sécurité de quelques produits il est important de contrôler en cours de service la teneur en eau de ceux-ci. De même nous avons constaté que des produits étaient inflammables

soit du fait de la présence d'huile dans les fûts de stockage soit du fait du changement d'un additif entrant dans la formulation des fluides.

L'aptitude à la lubrification des fluides hydrauliques ne peut être estimée qu'en fonction des résultats obtenus sur plusieurs machines d'essais différentes. La machine à 4 billes, le banc d'essai à la pompe Vickers ne fournissent chacun qu'un élément d'appréciation du comportement en régime d'extrême pression ou de l'aptitude à protéger les métaux contre l'usure. Nous nous sommes attachés surtout à étudier le problème du comportement en présence des fluides aqueux des roulements à billes ou à aiguilles ou plus généralement des contacts hertziens chargés. A l'aide d'une machine d'essai de roulements et en utilisant la technique des radiotraceurs nous avons établi la loi d'usure d'un roulement en fonction du temps. Nous avons vérifié que cette usure est négligeable tant que n'apparaît pas l'écaillage provoqué par fatigue sous contrainte de Hertz. Dès que les écailles se forment, l'usure croît très rapidement. Pour étudier la tenue des roulements avec les fluides difficilement inflammables nous avons adapté sur notre machine à 4 billes un dispositif qui permet de simuler le fonctionnement d'un roulement. Une bille serrée dans un mandrin tourne à 1460 tr/mn et entraîne 3 autres billes qui peuvent rouler librement. Cet ensemble chargé est traversé par un débit constant du fluide étudié. Les résultats obtenus montrent que les roulements avec les fluides aqueux à base de polyglycol ont une durée de vie nettement inférieure à celle des roulements avec de l'huile. Par contre ces fluides, dopés, permettent d'atteindre des durées de vie acceptables.

Nous avons poursuivi l'étude du problème de la corrosion des composants de matériel hydraulique stockés après vidange. A cet effet, nous avons réalisé un appareillage inspiré d'une méthode utilisée pour juger de l'efficacité des produits anti-rouille. Les liquides difficilement inflammables du type émulsion dans l'eau ont à cet égard un pouvoir protecteur inférieur à celui des solutions de polyglycol et à plus forte raison des huiles. Nous avons sélectionné deux inhibiteurs qui, dilués peu avant la vidange, permettent un stockage prolongé du matériel.

IV

4.1. PROJET DE RECHERCHE «MÉCANIQUE APPLIQUÉE DES ROCHES»

Steinkohlenbergbauverein, Essen

4.1.1. Études dans les voies d'abattage

Les voies d'abattage constituent le thème principal du projet de recherche. Au cours de l'année de référence, les études sur les galeries à section rectangulaire ont pu être conduites jusqu'à une première étape. L'application pratique de ces études devient impossible lorsque le mur n'est pas résistant, que des éboulements se produisent au toit dès le front de traçage et lorsque la puissance de la veine est trop faible (inférieure à environ 1,20 m)

Dans les voies creusées dans des terrains friables, le soutènement en cintres continue d'être utilisé. On a commencé des études importantes en vue de trouver des solutions pour améliorer le soutènement en cintres métalliques, notamment par consolidation des roches ou par ancrage.

4.1.2. Importance de la pression des terrains

Pour apprécier les différents soutènements et les différentes sections de voies, il faut aussi tenir compte de la pression locale des terrains. Celle-ci peut être évaluée avec un modèle de calcul numérique. Au cours de l'année de référence, on a calculé la répartition théorique de la pression pour 25 voies d'abattage dont les déformations au fond avaient été mesurées et (pour plusieurs situations de taille) comparées à leur convergence. Dans certains cas, on a trouvé des relations linéaires avec un degré de précision de 50%. L'objectif d'une évaluation plus poussée est de prévoir le comportement des galeries d'abattage dès l'établissement du plan de découpage du gisement.

Pour contrôler et étalonner ces calculs, on a prévu des mesures de la pression des terrains. Les mesures ont commencé. On escompte obtenir des résultats l'année prochaine pour autant que ces travaux puissent être poursuivis.

4.1.3. Travaux de consolidation en bordure des voies

Les travaux de consolidation en bordure des voies constituent une partie importante de la planification des voies d'abattage. Dans l'année de référence, des essais de barrages solides en voie construits mécaniquement (épis de remblai en anhydrite, Blitzdammer) ont été au centre des travaux. Des mesures de résistance in situ ainsi que sur des

corps d'essai au laboratoire ont donné des indications pour l'amélioration de la technologie.

4.1.4. Essais sur maquettes

Une exploitation de tous les essais sur maquettes effectués jusqu'ici pour ces voies d'abattage a montré que les problèmes des voies à section rectangulaire en terrain ferme non accompagnées d'abattage sont actuellement résolus pour l'essentiel. Des essais complémentaires porteront sur des terrains friables, ainsi que sur les phénomènes se produisant au passage dans la taille. Par ailleurs, d'après le point 4.1.1. les études porteront surtout sur les galeries à cintres métalliques.

4.1.5. Perfectionnement du soutènement marchant

Les limites d'utilisation et d'autres possibilités d'amélioration du soutènement par bouclier revêtent un intérêt particulier. Grâce à une étude approfondie effectuée au Japon, à des mesures et à des observations pratiques dans le bassin de la Ruhr, ainsi qu'à d'autres expériences au banc d'essai, on a pu déterminer les avantages et les inconvénients de ce soutènement, et des propositions ont été formulées pour mettre à profit les avantages du soutènement par bouclier et cadre.

Pour l'automatisation de l'avancement, on a encore amélioré les régulateurs pendulaires et mis au point une commande par boutons-poussoirs. Des essais n'ont pu avoir lieu au cours de l'année de référence.

Pour rendre plus robuste la construction du soutènement marchant, il a fallu organiser une recherche systématique des points faibles. Les causes les plus importantes de détérioration au fond des produits allemands ont été trouvées. Les détériorations constatées au banc d'essai ont également été analysées.

4.2. PROJET DE RECHERCHE «ÉTUDE MÉCANIQUE DES TERRAINS»

Centre d'études et recherches des
charbonnages de France, Paris

4.2.1. Les recherches ont pour objectifs :

- la connaissance des mécanismes de déformations et de dégradations des terrains au voisinage des ouvrages miniers ;
- la connaissance de l'influence des principaux facteurs d'exploitation et en particulier du soutènement.

Elles sont conduites en collaboration par les équipes du laboratoire de Verneuil et du laboratoire de mécanique des terrains de l'École des Mines de Nancy. Leur domaine s'est progressivement étendu des plateaux aux gisements pentés et aux dressants qui représentent une part de plus en plus importante de la production.

4.2.2. Dans les tailles de plateaux on a étudié le comportement des chantiers à épontes fragiles. Quatre campagnes de mesures réalisées dans le Bassin du Nord - Pas-de-Calais ont permis de diagnostiquer les causes du mauvais comportement des épontes: surfaces de contact du soutènement trop faibles, importance du retard apporté aux opérations de déplacement du soutènement, effet défavorable des desserrages et resserrages successifs du soutènement marchant, ou simplement insuffisance ou mauvais fonctionnement des circuits hydrauliques.

4.2.3. Dans les tailles montantes de semi-dressants remblayées hydrauliquement (HBL) il est apparu qu'un facteur défavorable du comportement des toits de ces tailles était l'importance de la surface de toit découverte et non soutenue entre le soutènement et le remblai. Deux campagnes ont permis de montrer qu'une amélioration de leur comportement pouvait être apportée par une modification du boisage de l'arrière-taille (posé plus tôt et sans époinçonnement), du mode et matériau de remblayage (adjonction de schistes à l'eau et au sable).

4.2.4. Dans les tailles de dressants exploitées par tranches montantes remblayées hydrauliquement (HBL), des mesures nombreuses et diversifiées ont permis d'analyser et de comprendre les mécanismes de déformations des épontes, et de la couronne de charbon et les réactions du soutènement. Ces renseignements sont d'une grande importance pour le développement de la mécanisation de l'abattage et du soutènement dans ces chantiers.

4.2.5. Dans les voies les études ont essentiellement eu trait aux chantiers où le boulonnage est utilisé comme seul soutènement ou additionnellement à un soutènement porteur.

Elles ont permis de mieux connaître le fonctionnement des boulons à ancrage réparti dans ces toits (ils travaillent dans le domaine des déformations permanentes), les influences du mode de répartition des boulons dans le toit (il vaut mieux rapprocher les boulons parallèlement à l'axe de la voie que transversalement) et de la longueur des boulons de parement (au creusement les boulons plus longs réduisent la dispersion du fluage des parements). Par contre, un essai de renforcement du mur après un premier rabassement par tiges en plastique

armé n'a pas permis de réduire par la suite le soufflage du mur.

Enfin, une étude de synthèse relative à 40 voies boulonnées des HBNPC a par ailleurs permis d'analyser le comportement du toit (expansion) et des parements (fluage). Après avoir montré l'influence de l'ouverture de la veine sur les fluages et la réduction de son amplitude par le grillage boulonné, les influences de la stratigraphie du toit et de la largeur de la voie sur les expansions du toit, cette étude définit les principes d'un contrôle des voies boulonnées dans les HBNPC.

4.2.6. Conclusions

L'analyse faite cette année et les années précédentes permet de *comprendre* certains mécanismes complexes et *facilite les choix* de facteurs susceptibles d'influencer les comportements. La prise en considération des facteurs géologiques permet d'envisager *ces choix de façon plus sélective et plus appropriée aux différents types de toit*.

Enfin, il faut noter que les campagnes de mesures qui sont maintenant très opérationnelles permettent d'*offrir au chercheur une information systématique et complète, et à l'exploitant des éléments de diagnostics permettant une intervention rapide et appropriée dans ses chantiers*.

Ces connaissances et ces méthodes pourront donc être utilisées à la poursuite de notre recherche qui aura pour thème: Préviation et maîtrise des déformations dans les ouvrages miniers.

4.3. PROJET DE RECHERCHE «PRESSIONS DE TERRAINS ET SOUTÈNEMENT»

**Institut national des industries
extractives, Liège**

4.3.1. Revêtement des boueux de section circulaire au moyen de panneaux en béton armé

Actuellement, 10 machines de pose des panneaux sont en service dans le bassin de Campine. Ce nouveau revêtement a permis de doubler les avancements et les rendements dans ces chantiers. On espère encore améliorer les résultats.

4.3.2. Boulonnage des voies de chantier

Au siège de Beringen, environ 2 000 mètres de traçages seront boulonnés cette année. L'extension de ce mode de revêtement est toujours limité par le temps assez long de mise en place des boulons.

4.3.3. Gunitage et injection du revêtement pour diminuer l'entretien

L'installation complète de gunitage mise en service dans des sièges de Monceau-Fontaine a permis de

supprimer l'entretien dans un premier chantier, mais pas dans un deuxième. Un nouvel essai va être entrepris prochainement dans cette deuxième voie en améliorant la technique d'injection dans le mur.

V

5.1. PROJET DE RECHERCHE «GISEMENT ET DÉGAGEMENT DE GRISOU EN TERRAINS HOUILLERS»

Steinkohlenbergbauverein, Essen

Journées d'information «Maîtrise du dégagement grisouteux et amélioration du climat», Luxembourg, 24 et 25 février 1971.

Sur le thème du dégagement de grisou, la Bergbau-forschung a présenté les rapports suivants aux journées d'information «Maîtrise du dégagement grisouteux et amélioration du climat».

Exposé n° 2 : Mesure de pression et de concentration de gaz dans les couches de charbon (K. Paul)

Exposé n° 10 : Dégagement de grisou dans les silos à charbon souterrains (G. Tschersich et K. Paul)

Exposé n° 11 : Études de la zone de dégagement de gaz autour des chantiers (K. Noack)

5.1.1. Études sur le degré de dégazage des couches voisines influencées

Après l'achèvement des études principales dans les trois premiers chantiers d'abattage, des études ont été effectuées dans deux autres chantiers sur le degré de dégazage de couches voisines influencées par des exploitations sus-jacentes. Les déterminations de la concentration de gaz avant et après l'exploitation sus-jacente sont effectuées d'après le procédé de mesure de la pression de gaz et complétées par des mesures de désorption

En ce qui concerne le degré de dégazage des couches au mur, la situation ressortant des études effectuées jusqu'ici est la suivante :

L'influence se fait sentir en moyenne jusqu'à 70 à 80 m dans le mur. Lorsque les épontes sont plus dures, cette limite est un peu plus proche de l'abat-

tage ; lorsque celles-ci sont plus tendres, l'influence se fait sentir à plus grande distance

Jusqu'à une profondeur d'environ 30 m, le dégazage des couches a été plus fort qu'on ne l'avait supposé jusqu'ici. Dans la zone comprise entre 30 et 70 à 80 m, il est plus important que la valeur de base prise par Winter dans son calcul prévisionnel du dégazage, mais plus faible que celle de Stuffken. Pour le degré de dégazage, les valeurs varient de $\pm 10\%$ lorsque la distance à la couche exploitée est faible, lorsque la distance est grande, les valeurs varient moins.

Les résultats obtenus jusqu'ici sur le degré de dégazage de couches voisines influencées par l'exploitation sous-jacente ne sont pas encore suffisants pour en tirer des données de portée générale, les données complémentaires encore nécessaires seront obtenues dans les chantiers restant en activité jusqu'à l'année prochaine.

5.1.2. Comparaison et simplification des procédés de détermination de la concentration de gaz

Une série d'autres déterminations comparables de la concentration de gaz effectuées tant selon le procédé de la pression de gaz que selon celui de la désorption a fait apparaître, comme lors d'études précédentes, une concordance plus ou moins bonne des résultats. Il n'a pas encore été possible d'élucider totalement les raisons des différences.

Les isothermes moyennes d'absorption continuent d'être contrôlées par des mesures supplémentaires. D'après le calcul statistique, l'erreur moyenne avec les courbes des moyennes n'est que de 50% environ supérieure à celle des isothermes mesurées individuellement

Dans la même couche, les différentes isothermes d'échantillons voisins présentent des écarts types de 10 à 15% par rapport à la moyenne. Compte tenu de la dispersion locale des pressions de gaz, la

concentration de gaz présente des différences allant jusqu'à 30% et plus.

Des mesures sur l'accroissement du dégagement de gaz avec la profondeur ont donné des valeurs jusqu'à 50% par 100 m; horizontalement, on a observé des différences allant jusqu'à 50% et plus par 1000 m.

A proximité des perturbations géologiques, ces variations peuvent être encore beaucoup plus marquées.

5.1.3. Le dégagement de grisou dans les silos à charbon souterrains

Les mesures de la vitesse du dégazage d'échantillons de charbon (échantillons de menus de forage), les études sur la composition granulométrique du charbon tout-venant et du charbon en silo ainsi que les mesures de dégazage dans les silos à charbon au fond et au jour ont servi à mettre au point une méthode de calcul du dégagement de gaz du charbon en silos que l'on s'attache actuellement à vérifier et à perfectionner. Les résultats permettent d'obtenir des indications sur les mesures à prendre pour un aérage suffisant des silos.

5.1.4. Études effectuées sur des appareils de mesure de la vitesse d'écoulement dans des tuyauteries de captage de gaz

Des appareils Ventor et des enregistreurs Unor de CH₄, légèrement modifiés, sont utilisés avec succès pour l'exécution de mesures dans les tuyauteries de captage au fond.

Un commutateur pneumatique qui permet, grâce à un groupe d'appareils, de contrôler jusqu'à 10 trous de forage de captage, est actuellement à l'essai.

Le 1er décembre 1971

5.2. PROJET DE RECHERCHE «GISEMENT ET DÉGAGEMENT DU GRISOU»

**Centre d'études et recherches des
charbonnages de France, Verneuil**

Notre activité a porté essentiellement sur deux points:

- la prévision du dégagement de grisou;
- la maîtrise du dégagement par le captage.

5.2.1. Prévision du dégagement spécifique

Nous disposons d'une méthode de prévision du dégagement spécifique pour les tailles en plateures ou pentées jusqu'à environ 30°. Connaissant la stratigraphie environnante et la concentration en gaz

désorbable des veines de charbon, on peut ainsi déterminer avec une assez bonne approximation ($\pm 20\%$) le dégagement de grisou correspondant à l'exploitation d'une tonne nette de charbon, et ceci pour les tailles foudroyées de 1,00 à 1,80 m d'ouverture et les chantiers à remblayage pneumatique de 2 à 3 m d'ouverture (Publication Cerchar n° 2126). Nous avons entrepris des contrôles de l'application de cette méthode pour des chantiers à avancement rapide.

Nous avons fait de nouvelles observations en tailles à soutirage en couche épaisse pour adapter éventuellement notre schéma de calcul à ces exploitations, mais le dégagement spécifique y reste généralement très faible (moins de 10 m³/t).

Nous avons poursuivi notre effort pour mettre au point une méthode de prévision pour les chantiers de défilage en couche semi-pentée, traités par remblayage hydraulique. Les mesures de concentrations résiduelles nous ont permis de mieux connaître la zone de détente autour de ces chantiers, mais les contrôles de bilan grisouteux effectués sont encore trop peu nombreux pour que l'on puisse proposer une méthode sûre. Ces prévisions sont importantes pour certains champs d'exploitation futurs, mais, pour mener à bien cette recherche, nous nous sommes heurtés dans nos chantiers actuels à la rareté de conditions expérimentales valables. Pour pallier cet inconvénient nous avons travaillé en collaboration avec nos collègues sarrois au Warndtschacht. L'expérience montre que dans ces chantiers le dégagement de grisou est sensiblement inférieur à celui qu'on prévoit avec la méthode utilisée pour les tailles en plateures foudroyées ou remblayées pneumatiquement.

5.2.2. Maîtrise du dégagement de grisou par le captage

Nous avons donné auparavant les conclusions de notre étude théorique sur la circulation du grisou au mur des exploitations. Nous considérons cette étude comme terminée (Publication Cerchar n° 2127). Des sondages de mesure de pression, exécutés au toit d'une couche en cours de défilage, nous ont donné une première idée de la forme de la zone détendue en avant de la taille. Enfin, nous avons transcrit nos programmes de calcul sur la circulation du grisou pour les adapter au nouvel ordinateur IRIS 80.

Dans le domaine pratique, nous avons fait le point des techniques considérées comme satisfaisantes pour capter le grisou des chantiers foudroyés en plateures (sondages, voies de dégazage, vieux travaux) et donné un certain nombre de règles à l'usage des exploitants.

Des progrès importants doivent encore être obtenus par un choix convenable et une gestion correcte des réseaux de captage. Le télécontrôleur centralisé de captage (TCC 69), en cours d'essai au siège 7 de l'UP. de Lens, doit devenir l'instrument normal de cette gestion. L'appareil a fait l'objet, cette année, de quelques perfectionnements et un nouveau modèle de tricapteur a été mis en service. Grâce aux indications fournies au niveau de chaque quartier sur la dépression régnant dans la conduite de captage, la teneur en grisou du gaz capté et la vitesse de grisou pur, il a été possible d'améliorer sensiblement le réseau de conduites existant et de détecter rapidement les anomalies de fonctionnement. L'étude des enregistrements ainsi obtenus devrait, en outre, permettre de suivre l'évolution du dégagement de grisou vers le captage et de déterminer ainsi les réglages optimaux propres à éliminer le maximum de grisou de l'aérage, tout en captant un gaz riche.

5.2.3. Divers

Des études antérieures nous ont permis de mettre en évidence l'allure du dégagement de grisou dans les traçages avançant à l'explosif (Publication Cerchar n° 2123). Cette année nous avons mis au point un canar dilueur piloté par un GTM et commencé les essais au fond. Ce dilueur permet d'assurer la maîtrise de purges de grisou suivant les arrêts de ventilation secondaire, ou la dilution des bouffées de grisou accompagnant certains tirs dans les chantiers très grisouteux.

En outre, nous avons organisé six sessions de recyclage sur les problèmes grisou à l'attention de 57 ingénieurs de l'exploitation.

Nous avons participé aux journées d'information de la CECA tenues à Luxembourg en février 1971, où nous avons présenté cinq communications. Nous avons également écrit deux articles pour la Conférence internationale des directeurs de stations d'essais à Doneck en juin 1971.

5.3. PROJET DE RECHERCHE «GRISOU ET POUSSIÈRES»

Institut national des
industries extractives, Liège

Journées d'information «Grisou et climat», Luxembourg, 24 et 25 février 1971

Cinq exposés ont été présentés par la Belgique aux journées d'information «Maîtrise du dégagement grisouteux - Amélioration du climat». (Exposés n°s 7, 13, 19, 23 - Rapport de synthèse: voir publications)

5.3.1. Prévion du dégagement de grisou dans les tailles en plateures

Dans le but de prévoir le dégagement de grisou dans les tailles en plateures du bassin de Campine, on y a effectué des mesures de concentration en gaz des couches par la méthode directe.

Au siège de Zolder, on a mesuré les concentrations en gaz dans les tailles 27/59 - 22/59 - 45/61

5.3.2. Dégagement de grisou dans les tailles en plateures

5.3.2.1 Campagnes de mesures grisométriques

Au cours de l'année, les études de dégagement de grisou ont eu lieu dans les sièges suivants :

1. Charbonnages d'Hensies-Pommeroeul 5 tailles ;
2. Charbonnages de Monceau-Fontaine (siège n° 14). 2 tailles ;
3. KS (siège Beringen) 3 tailles ;
4. KS (siège Zolder) 3 tailles ;
5. KS (siège Waterschei) 1 taille ;
6. KS (siège Eisden) 1 taille

Les études portent spécialement sur l'influence de la vitesse d'avancement et de la production sur le dégagement du grisou et sur l'élimination des hétérogénéités de la teneur en méthane en tête des tailles rabattantes foudroyées.

5.3.2.2 Utilisation de grisomètres transportables multiconctions (GTM)

Depuis 1969, l'INIEX utilise des grisomètres GTM.

Le grisomètre GTM - là où un central de télégrisométrie n'existe pas ou n'est pas justifié - est un appareil spécialement bien adapté au contrôle de la teneur en grisou dans les chantiers où une dérogation porte la teneur limite pour l'emploi de l'électricité de 1,5 à 2% de CH₄.

Les sièges du bassin de Campine ont acquis une vingtaine de GTM déclencheurs.

5.3.2.3 Centraux de télégrisométrie

5.3.2.3.1. Siège Zolder

Depuis 1969, le siège Zolder dispose du central de télégrisométrie appartenant à l'INIEX.

Ce central a été complété, en 1971, par des capteurs anémométriques ATM 689.

Afin de procéder au traitement automatique des mesures grisométriques, les services du laboratoire de thermodynamique et turbomachines de l'université de Louvain ont poursuivi la mise au point des organes d'interface central de télégrisométrie - data logger.

5.3.2.3.2. Siège Waterschei

Dans le cadre de la recherche sur le «Process control appliqué à la ventilation des mines», l'INIEX doit effectuer une étude de la grisoumétrie du siège. Afin d'entreprendre cette recherche, l'INIEX avait envisagé l'achat d'un central de télégrisoumétrie à installer au siège Waterschei. Entre temps, le siège a proposé une solution différente basée sur l'emploi d'un télévigile Funke et Huster. Cette solution a été examinée par l'INIEX et l'IHM, mais aucune décision n'a encore pu être prise.

5.3.3. Prétéléinjection d'eau en veine et dégagement de grisou

Le déroulement des exploitations au siège Zolder, en 1971, n'a pas permis de nouvelles études de l'influence de la prétéléinjection d'eau.

En attendant, on a entrepris des mesures comparées de vitesses de désorption (indices ΔP) sur des échantillons de charbon de la couche 71 a: mesures sur charbon sec, charbon saturé d'eau, charbon humidifié (eau + purfisol).

5.3.4. Dégagements instantanés

Partiellement grâce à la mesure d'indices ΔP et V_1 , on a été amené à considérer la couche Charles II (ch. Hensies Pommeroeul) mise en exploitation cette année, comme une couche non susceptible de DI.

Au charbonnage de Monceau-Fontaine, siège n° 25, depuis novembre 1970, on étudie la taille 5 Paumes Lt. M 200 à 1000 m. La répartition globale des indices montre qu'il s'agit d'une couche à DI. On a fait deux essais d'humidification de la couche en injectant de l'eau sous pression par deux sondages verticaux descendants, forés à partir d'une voie sus-jacente; mais ces essais n'ont pas donné de résultats concluants.

5.3.5. Captage du grisou dans les mines fermées

L'étude du captage du grisou dans les mines fermées a été poursuivie:

- au charbonnage du Centre: sièges St. Albert et Ste Marguerite,
- aux houillères d'Anderiues,
- au charbonnage du Bois-du-Cazier.

On note l'évolution de la pression absolue sous plate-cuve et l'évolution des débits de méthane captés.

Une étude a été faite en collaboration avec les services intéressés du charbonnage de Monceau-Fontaine pour examiner les possibilités de captage au siège n° 14, après l'arrêt de ce siège.

PUBLICATIONS

Exposés n°s 7, 13, 19, 23 et rapport de synthèse des journées d'information «Grisou et climat», Luxembourg, 24 et 25 février 1971.

Exposé n° 7

Anomalies de la teneur en grisou dans le retour d'air des chantiers (R. VANDELOISE) - Cf. Bulletin technique «Mines et Carrières» n° 126.

Exposé n° 13

Les méthodes de prévision des dégagements grisouteux spécifiques appliquées aux tailles en plateures des bassins belges (R. VANDELOISE) - AMB, sept. 1971.

Exposé n° 19

Le captage du méthane sur puits abandonnés (J. JOSSE) - AMB, juillet-août 1971.

Exposé n° 23

Une nouvelle technique d'étude et de régulation de la ventilation minière (J. PATIGNY) - AMB, sept. 1971.

Rapport de synthèse

Conclusions et perspectives d'avenir (P. STASSEN) AMB, juillet-août 1971.

Autres publications

1. Annales des Mines de Belgique, mai 1971.
«Adsorption et désorption du méthane - Application au contrôle du dégagement de grisou dans les travaux souterrains» par R. VANDELOISE.
2. Commission des Communautés européennes (CECA).
Recueils de Recherche Charbon - Recueil n° 35, Luxembourg, 71. «Le gisement et le dégagement du grisou». Rapport de synthèse 1963 - 1968 / INIEX par R. VANDELOISE.

5.4. PROJET DE RECHERCHE «AMÉLIORATION DU CLIMAT DANS LES CHANTIERS D'ABATTAGE»

Steinkohlenbergbauverein, Essen

Le projet de recherche «Amélioration du climat dans les chantiers d'abattage des charbonnages» a été mené à terme au milieu de cette année. Le rapport définitif a été transmis aux membres du comité d'experts «Grisou et aérage» de la CEE pour examen lors de sa réunion du 7 décembre 1971 à Bruxelles. Le résumé du rapport contient les résultats les plus importants des travaux dont on trouvera encore une fois ci-après un compte rendu succinct.

5.4.1. Un procédé amélioré de prévision du climat, compte tenu de l'évaporation d'eau, a été élaboré. Il permet une prévision plus sûre pour les chantiers et les galeries afin d'établir une planification précise de l'aérage et de l'abattage. Ainsi, la possibilité de planifier plus exactement le climat et de mieux adapter les appareils de climatisation constitue une base indispensable pour améliorer les conditions physiologiques de travail et accroître la rentabilité et la sécurité.

5.4.2. On a établi des programmes pour la prévision climatique et le calcul d'indices thermiques avec des ordinateurs numériques qui sont maintenant utilisés pour les travaux de planification et transmis aux sociétés minières.

5.4.3. Par de très nombreuses mesures au fond, on a calculé des indices de transmission de la chaleur et de l'évaporation d'eau pour les galeries d'abattage et les tailles. La connaissance de ces indices est indispensable pour effectuer une prévision climatique exacte.

5.4.4. On a mis au point des enregistreurs de température et d'humidité de haute qualité, ainsi que des

appareils de mesure de la température des trous de forage, appareils qui ont fourni les données nécessaires au calcul des indices thermiques et doivent servir plus tard à des travaux analogues, ainsi qu'à une meilleure surveillance du climat des chantiers et des installations de climatisation

5.4.5. Des refroidisseurs d'air plus puissants ont été mis au point et des licences ont été délivrées à des constructeurs, notamment pour les refroidisseurs d'air en taille

Les travaux du projet de recherche «Températures en taille mécanisée» ont commencé au milieu de cette année. Les travaux préparatoires se sont étendus au perfectionnement d'appareils de mesure servant au calcul de l'état de l'air humide au fond, des températures superficielles de la roche, des températures des parois des tubes, ainsi que des températures de l'eau dans les tubes. Une étude systématique de l'influence des poussières sur les refroidisseurs d'air a été entreprise. Les procédés de calcul pour la planification climatique ont pu être encore améliorés

VI

6.1. PROJET DE RECHERCHE «RÉGULARISATION DE LA CHARGE DE FOURS»

Steinkohlenbergbauverein, Essen

Les travaux de recherche exécutés au cours de la période de référence ont porté sur l'exploitation des mesures de températures effectuées sur le garnissage du four pendant la cokéfaction de charbon humide et sur des études d'enfournement de charbon séché et préchauffé. Les essais de cokéfaction avec du charbon séché et préchauffé ont eu lieu à la cokerie expérimentale

6.1.1. Exploitation des champs de température relevés pendant la cokéfaction de charbon humide à différents niveaux du garnissage et à diverses distances du mur des cellules.

Résultats

En dépit du garnissage relativement homogène du four à coke au début de la cokéfaction, de fortes

différences de température ont déjà été constatées à proximité de la paroi de la cellule une heure après l'enfournement, différences qui sont dues aux phénomènes intervenant pendant la cokéfaction. Si l'on explique la modification de l'homogénéité par la modification des surfaces qui sont formées par les profils de température aux différents niveaux de mesure, et qui sont limitées par les maxima et les minima de température aux différents points de mesure, il en résulte, sur une durée de cokéfaction de 17 heures, une réduction de l'inhomogénéité de la première à la onzième heure de cuisson. A la suite des réactions de décomposition du méthane qui se produisent aux températures élevées et des enthalpies de réaction qui s'en dégagent, l'inhomogénéité augmente à nouveau entre la onzième et la douzième heure, atteint un maximum après environ quatorze heures, puis diminue constamment jusqu'à la fin de la cuisson. On a constaté que les produits de cokéfaction sous forme de vapeur et de gaz sont la cause de la modification de l'homogénéité. L'eau du charbon qui s'évapore et se condense de nouveau partiel-

lement joue le rôle principal dans ce phénomène. Il est donc proposé d'abaisser la teneur en eau des charbons à coke ou bien de les sécher et de les préchauffer afin d'obtenir une cuisson régulière.

6.1.2. Étude de l'influence du séchage et du préchauffage du charbon à enfourner sur l'homogénéité du garnissage du four pendant la cokéfaction. Pendant la cokéfaction du charbon séché et préchauffé à des températures variant entre 135 et 200° C, on a effectué au milieu du garnissage du four des mesures de température à des hauteurs différentes.

Résultats :

Il est apparu que la carbonisation de la charge s'effectue régulièrement et uniquement en fonction de la température du piédroit. La cuisson du coke a déjà pu être poussée pour une température finale moyenne du coke de 1000°C, tandis que, pour la cokéfaction de charbon humide, il a fallu une température finale moyenne du coke de 1120°C avec une même température de piédroit de 1265°C. L'empoussiérage lors de la poussée des fours à coke a été fortement réduit. La réduction de la durée de cuisson par abaissement de 120°C de la température finale du coke est dans ce cas d'environ 3 heures (15%). La consommation de chaleur peut - en raison de la chaleur sensible moins élevée des produits de cokéfaction - être réduite d'environ 7%.

6.2. PROJET DE RECHERCHE «UTILISATION DE PIÉDROITS MINCES»

Steinkohlenbergbauverein, Essen

Pour expérimenter des maçonneries de piédroits plus minces, on a projeté un groupe de trois fours expérimentaux ayant les dimensions suivantes : 12 200 × 450 × 4 200 mm. L'épaisseur du piédroit est de 70 mm.

Les travaux de construction ont commencé au début de l'année 1970 et ont été terminés au cours de la période de référence. Cependant, la livraison des matériaux réfractaires a été faite avec retard, de sorte que le garnissage réfractaire ne pourra être commencé avant le début de l'année 1972. La plus grande partie des matériaux réfractaires et des structures en acier se trouvait déjà sur le chantier à la fin de la période de référence, de sorte que l'on peut compter sur un achèvement rapide des travaux.

Même si la statique d'un four à coke est moins déterminée par l'épaisseur du piédroit que par le moment d'inertie de surface de l'ensemble du carneau de chauffage, il semble nécessaire que les

fours expérimentaux fonctionnent avec du charbon qui ne risque pas de gonfler. Dans plusieurs séries d'essais, on a donc étudié le risque de gonflement de différents charbons de la Ruhr dans les fours expérimentaux existants, après des recherches préparatoires à l'Ecole technique et l'obtention de données sur la nature et l'importance des forces de gonflement, ainsi que sur la méthode de mesure. On a pu établir une corrélation entre les qualités du charbon à coke, les conditions de cokéfaction et la pression du gaz dans la charge. La relation trouvée permet de calculer rapidement l'aptitude au gonflement d'un charbon à coke, de sorte qu'on peut éviter de détériorer la maçonnerie de la paroi du nouveau groupe de fours par l'enfournement de mélanges de charbon non appropriés.

Une autre caractéristique des nouveaux fours expérimentaux est le fonctionnement en pressions successives 1, 2, 3; cela signifie que les trois fours se trouvent toujours pratiquement au même point de cuisson. Seul ce mode d'exploitation permet un chauffage programmé qui, pour les fours à hautes performances, représente probablement la seule forme de chauffage possible.

Il a donc été nécessaire, dans les études préparatoires, de calculer la composition des gaz bruts pour cette succession de pressions et, si possible, d'obtenir une description mathématique. Les fours expérimentaux existants ont donc été exploités selon le rythme de pressions 1, 2, 3, 4, 5. On a pu prouver qu'il existait des relations entre la quantité des gaz bruts et leur composition, d'une part, et les propriétés des matières brutes et des conditions de cokéfaction, d'autre part, et on a pu les décrire mathématiquement. Une représentation simplifiée du dégagement des gaz bruts a été fournie en même temps que le champ de température dans le four à coke.

Avec la même série d'essais, on a étudié l'évolution de la combustion dans le carneau de chauffage dans différentes conditions: en effet, il existe deux procédés, au choix, de chauffage programmé :

- a) le réglage du gaz et de l'air pour un rapport d'air constant et
- b) la variation de la pause de chauffage lors de l'inversion du chauffage de régénération, les quantités de gaz et d'air restant inchangées.

Comme les essais l'ont confirmé, le procédé a) pose le problème de la répartition régulière de la chaleur en sens vertical en cas de réduction de l'alimentation en gaz.

6.3. PROJET DE RECHERCHE «ENFOURNEMENT PRÉCHAUFFÉ DES PÂTES A COKE»

Centre d'études et recherches des charbonnages de France, Verneuil

L'installation de broyage-préchauffage a été mise en service en janvier 1971. Des difficultés sont apparues au soutirage du charbon humide dans le silo de stockage par formation de voûtes. Nous avons installé des injections d'air comprimé pour briser ces voûtes. On a pu faire fonctionner le sécheur-broyeur à demi-puissance dans des conditions satisfaisantes. On a réalisé un essai d'une quinzaine d'heures au cours du mois d'août à 70% de la capacité nominale de l'installation. Les 18 premiers enfournements de charbon préchauffé ont eu lieu à cette occasion. Les contrôles effectués sur le coke ont confirmé qu'il n'y avait pas eu de détérioration des propriétés cokéfiantes du mélange préchauffé

Des difficultés sont apparues sur l'alimentation en charbon humide au niveau de la trémie du sécheur-broyeur, le charbon formant des voûtes au-dessus des vis. Ce défaut d'écoulement dans la trémie est dû notamment aux caractéristiques du charbon à traiter qui est en fait le mélange de la cokerie, déjà broyé (80% < 2 mm) et humide à 8% d'eau. Les conditions locales de la cokerie rendent pratiquement impossible d'alimenter directement le sécheur-broyeur avec des fines.

D'autres difficultés ont été rencontrées sur le système de prélèvement du charbon sec dans la tour à charbon et aussi sur l'enfourneuse (mauvais écoulement dans les trémies de l'enfourneuse)

Après un certain nombre de transformations, nous avons effectué 3 nouvelles campagnes d'essais au cours du semestre, l'une à 70% de la capacité nominale et les deux autres à la capacité nominale (30 t/h), avec au total 41 enfournements

En définitive, les essais réalisés jusqu'en décembre 1971 ont permis de faire fonctionner l'installation jusqu'au débit nominal de 30 t/h, et de traiter la pâte à coke dans les conditions prévues, à savoir : broyage à 90% < 2 mm, séchage aux environs de 1% d'eau, préchauffage de l'ordre de 100°.

6.4. PROJET DE RECHERCHE «COMBUSTIBLES SPÉCIAUX»

Etablissements OZIOL, Saint-Etienne

Il est bon de rappeler qu'au cours de 1970, il avait été mis au point un réducteur électrométallurgique constitué par un aggloméré de fines de houille carbonisé à 900 °C, puis concassé à la granulométrie

souhaitée. Ce réducteur semblait devoir donner de bons résultats au four électrique.

Depuis, il nous est apparu qu'un tel procédé de fabrication faisant intervenir le processus d'agglomération et impliquant une opération de concassage ultérieure pour ramener le réducteur à la granulométrie 5-15, qui actuellement est demandée par les électrométallurgistes, risquait de conduire à un prix de revient trop élevé. Aussi a-t-il été décidé de modifier le procédé en supprimant la phase agglomération ; pour cela, il fallait traiter des calibrés au lieu des fines

Une autre voie aurait pu également être choisie : supprimer le concassage et réduire la taille des agglomérés en modifiant le module. Cette solution aurait eu l'inconvénient de conduire à une densité en vrac du réducteur plus élevée, ce qui est défavorable.

En 1971, nous nous sommes attachés à carboniser dans une première phase des calibrés lorrains. Après mise au point, le traitement thermique s'est déroulé sans difficulté conduisant à un coke très réactif

La grande réactivité du coke obtenu provient, d'une part, du fait que le combustible choisi est du flam-bant sec, mais, d'autre part, du principe de fonctionnement du carboniseur.

Les différents contrôles effectués dans plusieurs laboratoires spécialisés ont permis de mettre en effet en évidence la grande réactivité des produits obtenus.

Ce phénomène est très certainement en corrélation avec une augmentation de la surface spécifique du produit imputable à la nature des gaz recyclés à la base du four sur le combustible venant d'être cokéfié

Nous allons nous efforcer par des contrôles appropriés de cerner cette importante question puisqu'il est maintenant acquis que les combustibles traités au four ERIM ont des propriétés physico-chimiques particulières

Au cours de cette année, il a donc été obtenu un coke ayant une réactivité remarquable, en relation avec une grande porosité et une faible densité apparente. Il nous a semblé important de vérifier l'intérêt de ces avantages en expérimentant le réducteur au four électrique. Un premier lot de granulométrie 5-15 mm a été essayé dans un petit four de 2 000 kW produisant du ferrosilicium 75. Durant les trois jours de l'essai, il a été constaté que le remplacement du combustible habituel par le combustible OZIOL entraînait une amélioration très nette des mises au mille de consommation de courant et de consommation

du réducteur. Cependant, il serait hâtif de conclure sur un essai relativement bref ; aussi, courant décembre, nous expérimenterons plus longuement le réducteur, d'une part sur le même four et la même fabrication de ferrosilicium 75, avec une granulométrie 5-10, d'autre part sur un gros four triphasé à silico-chrome avec granulométrie 10-20.

Dans la mesure où la Haute Autorité souhaite que les recherches puissent déboucher sur des réalisations industrielles nous procéderons de plus à une étude économique permettant de déterminer, pour une production annuelle de 60 000 tonnes par exemple, quel pourrait être le prix de revient d'un tel combustible.

Nous poursuivrons nos recherches pour déterminer quels pourraient être les charbons de la communauté susceptibles d'être employés pour cette utilisation.

6.5. PROJET DE RECHERCHE «COKE MOULÉ»

Centre d'études et recherches des charbonnages de France, Verneuil

6.5.1. Programme des essais

Deux sortes d'essais ont été réalisés à l'échelle du laboratoire :

- a) Traitement au four électrique, de pastilles agglomérées au brai, d'un mélange de charbons flambants secs (gonflement AFNOR 1 à 1,5) et de charbons gras à coke (gonflement AFNOR 8 à 9).

Essais de différentes formules de mélange et de différentes lois de chauffe.

- b) Étude de l'incidence de l'incorporation de poussier de coke dans le mélange flambants secs + gras.

6.5.2. Traitement de pastilles au four électrique

Les essais ont consisté à traiter :

- de 0 à 1 000°
- suivant différentes lois de chauffe : 3-7 et 10°/minute
- des pastilles module 40 grammes
- d'un mélange de charbons flambants secs + gras, le taux d'incorporation du gras étant successivement de 0, 10, 20, 25, 30 et 40%.

Résultats :

1. Après traitement, toutes les pastilles à base de flambant sont déformées, et ceci d'autant plus que la loi de chauffe est plus rapide et que le taux de gras dans le mélange est plus élevé.

2. Pour obtenir une résistance à l'écrasement de ces pastilles traitées, équivalente à celle que donnent les pastilles traitées «classiques» (à base de maigre), soit 100 kg/cm², le pourcentage nécessaire de charbon gras se situe entre 20 et 30%.

6.5.3. Traitement en charge statique

Des agglomérés, module 30 grammes, remplissent un panier en tôle perforée dont les dimensions sont les suivantes :

longueur	600 mm
largeur	200 mm
hauteur	800 mm

soit une charge d'environ 60 kg.

Le panier est introduit dans un four d'essai 200 kg, dont les piédroits sont maintenus à 1 300 °C.

Résultats :

1. Pour un taux de gras de 25%, il y a prise en masse de ces boulets à base de flambant.
2. Pour un taux de gras entre 0 et 15%, les résultats confirment ceux obtenus précédemment, à savoir une déformation systématique et d'autant plus accentuée que le taux de gras est plus important.
3. Tous les agglomérés présentent des traces de collage, et pour un taux de gras de l'ordre de 15% on retrouve dans la charge quelques grappes solides.
4. Pour obtenir un indice Micum ou Irsid valable, l'incorporation de charbon gras dans le mélange doit être de l'ordre de 10 à 15%.
- 5 Il est difficile de mettre en évidence les influences respectives de la loi de chauffe et de l'effet de charge sur la qualité des boulets traités.

6.5.4. Incorporation de poussier de coke

Ces essais ont consisté à traiter au four électrique :

- de 0 à 1 000°
- à une vitesse de chauffe de 10°/minute
- des pastilles module 40 grammes
- d'un mélange flambant + gras + poussier de coke

Le pourcentage de poussier de coke a été de 8 et de 15%. Le poussier de coke provenait d'un mélange 80% de flambant + 20% de gras.

Résultats :

Par comparaison avec les résultats obtenus sur pastilles (paragraphe 2), on constate que l'incorporation de poussier de coke :

1. ne supprime en rien la déformation
2. diminue la résistance à l'écrasement.

6.5.5. Conclusions

6 5 5 1 *Les essais font apparaître l'inconvénient suivant :*

Au cours du traitement thermique, les agglomérés à base de flambants secs + gras

- se déforment
- collent
- voire se soudent.

6 5.5.2. *La solution qui consiste à remplacer une partie des charbons flambants secs par du poussier de coke ne peut être retenue*

Nous envisageons de traiter, dans notre four pilote, des agglomérés 90% flambants 10% gras.

6.6. PROJET DE RECHERCHE «COKÉFACTION DU LIGNITE»

Deutscher Braunkohlenindustrie-Verein, Köln

6.6.1. Introduction

Au cours des travaux de recherches concernant le projet «Cokéfaction à base de lignite» 7 possibilités sont étudiées dans l'échelle laboratoire

Les travaux principaux étaient concentrés dans l'année passée sur les quatre possibilités techniques suivantes

- a) fabrication du coke moulé à la base des briquettes de lignite sans liants ;
- b) fabrication du coke moulé à la base des agglomérés de coke fin de lignite et de goudron par une agglomération à 120° C ;
- c) fabrication du coke moulé à la base des agglomérés de coke fin de lignite, de goudron et de la houille comme liants par une agglomération à 120° C
- d) fabrication du coke moulé à la base du lignite séché par une activation du bitume employant le procédé d'agglomération chaude.

Les procédés 1er et 2e étaient étudiés dans la centrale de recherches de «Rheinische Braunkohlenwerke AG», le 3e procédé à TU Clausthal par Prof. Abel et le 4e procédé à l'université technique d'Aix-la-Chapelle par la section «Technique métallurgique», Prof Wenzel

6.6.2. Résultats

6 6 2 1 *Fabrication du coke moulé à la base des briquettes de lignite sans liants*

Sur les travaux principaux concernant cette technique, c'est-à-dire sur les différentes influences

comme la sorte de lignite, le contenu d'eau, la granulométrie, la température finale du coke et la vitesse d'échauffage était référé à la réunion à Heerlen le 17 février 1972 avec le résultat, qu'il est possible de produire du coke moulé à la base des agglomérés de lignite sans liants à une température de 850° C et une vitesse d'échauffage de 3 - 5° C/min La perte de résistance à la pression était 30 - 50%, c'est-à-dire qu'il est nécessaire d'avoir des briquettes de lignite avec plus que 180 kp/cm² pour recevoir du coke satisfaisant Ce résultat signifie une dépendance trop forte des qualités mécaniques des briquettes de lignite et par conséquent des qualités d'agglomération du lignite

C'est pourquoi on a étudié des possibilités pour réduire la dépendance des matières premières.

Une des possibilités trouvées était une prolongation du temps de séjour sur 20 à 28 h, et surtout une prolongation de la période de séchage à 15-20 h.

Sous ces conditions à peu près cent pour cent de la résistance de pression des briquettes peuvent être conservées comme résistance pour le coke moulé

Les essais suivants avaient le but de conserver ce résultat à un temps de séjour diminué On a trouvé des conditions caractérisées par une vitesse d'échauffage spécifique pour les différentes phases du procédé de cokéfaction - séchage - préchauffage et dégazage préalable - dégazage principal et dégazage final

Le critérium de régulation est la pression partielle des produits gazeux du procédé Ces conditions étaient analysées systématiquement pour étudier les réactions dans les différentes phases et les conséquences pour les qualités chimiques, physiques et mécaniques du produit

6 6.2.2 *Fabrication du coke moulé à la base du coke fin de lignite et du goudron par une agglomération à 120 °C*

Analogue des essais prémentionnés on a analysé d'abord les facteurs d'influence les plus importants pour les qualités du coke moulé. En particulier on a reçu les résultats suivants :

- a) Les qualités du coke fin de lignite sont importantes pour la qualité du coke moulé, c'est-à-dire aussi la technique de fabrication
- b) Les matières volatiles du coke fin influencent aussi les qualités du coke moulé; il y a un optimum entre 8 et 13% de matières volatiles
- c) Aussi le contenu d'eau du mélange brut de ses agglomérés a une remarquable influence sur les

qualités du coke moulé. Il y a un optimum entre 11 et 13% d'eau dans les agglomérés.

- d) La granulométrie n'est pas très importante. On obtient des résultats mauvais seulement dans le cas, où on n'a pas des fins inférieurs à 0,2 - 0,5 mm dans le mélange.
- e) Les meilleurs résultats dans les qualités mécaniques seront obtenus dans le cas où on utilise des grains broyés sur une granulométrie inférieure à 0,5 mm.
- f) La quantité de liant nécessaire pour obtenir un bon coke est située entre 20-25% sur le mélange sec. Utilisant d'autres liants comme résidus pétrochimiques ou goudron de lignite, les quantités nécessaires montent. Mais on a la chance de substituer une part du goudron par ces matériaux.
- g) On a besoin d'un mélange homogène de coke fin de lignite, d'eau et de goudron pour obtenir un coke satisfaisant. Dans le cas des essais laboratoires, un temps de mélange de 4 - 6 minutes et une température de 120°C étaient suffisantes. C'est important de substituer la perte d'eau avec de l'eau directe ou avec de la vapeur saturée.
- h) La pression n'est pas importante pour la qualité du coke moulé. Une pression de 250 kp/cm² normalement est suffisante.

Aux conditions optimées il est possible de fabriquer des agglomérés avec une résistance de pression d'environ 500 kp/cm² et pour le coke moulé de 350 kp/cm².

Aussi pour cette technique on a analysé les différentes phases de cokéfaction systématiquement pour étudier la technologie en détail et pour voir les variations chimiques, physiques et mécaniques des matières premières.

6.6.2.3. *Fabrication du coke moulé à la base du coke fin de lignite, de goudron et de la houille*

Les essais pour cette technologie ont commencé plus tard tandis qu'on est à ce moment dans la phase d'étudier les différents paramètres d'influence.

Les résultats obtenus jusqu'à ce moment doivent être résumés comme suit :

- a) La qualité du coke fin de lignite est importante pour les qualités mécaniques du coke moulé; selon apparence, c'est la résistance mécanique de la structure des grains qui joue un rôle décisif.
- b) C'est la houille de coke classique avec 22% de matières volatiles qui est bien qualifiée pour ce procédé; mais à base des conditions spécifiques

on peut aussi utiliser des houilles jusqu'à 32% de matières volatiles.

- c) Le goudron dans cette technologie seulement a le devoir de garantir une résistance suffisante pour les agglomérés; c'est pourquoi on peut substituer le goudron avec des résidus pétrochimiques ou de bitume de lignite.
- d) Les meilleurs résultats ont été obtenus avec un mélange de 55% de coke fin de lignite, 15% de goudron et 30% de houille collante. La partie des liants entière doit être entre 40 et 50% dans ce cas-ci.
- e) La granulométrie de la houille n'est pas très importante.
- f) Le contenu d'eau est seulement important dans le cas d'une prolongation du temps de séjour.
- g) En général, une prolongation du temps de séjour et une diminution de la vitesse d'échauffage sont positives pour les qualités mécaniques du coke moulé.
- h) L'utilisation du sable pour l'échauffage a aussi un effet positif sur les qualités mécaniques du coke moulé.

Il semble que les recherches confirment la possibilité de fabrication du coke moulé selon cette technologie. Les meilleurs résultats étaient des résistances de pression d'environ 150 kp/cm² et une résistance d'abrasion de 97% à une densité apparente de 0,850 g/cm³.

La moindre densité apparente du coke apparaît être une caractéristique spécifique de cette technologie.

6.6.2.4. *Fabrication du coke moulé à la base du lignite séché par une activation de bitume employant le procédé d'agglomération chaude*

Il y a beaucoup d'essais d'agglomérés lignite séché par une activation du bitume propre employant la méthode d'agglomération chaude.

L'avantage de cette méthode est la possibilité d'agglomération aussi pour des lignites qui ne sont pas agglomérables sans liants.

Cette raison était aussi l'origine pour les essais mentionnés à Aix-la-Chapelle à base du lignite Rhénanie.

Le premier devoir était de trouver d'abord une solution pour le procédé d'agglomération chaude et de trouver des conditions convenables pour le procédé de cokéfaction.

C'est pourquoi les essais suivants ont été faits.

- a) Recherches sur l'influence du contenu d'eau et de la granulométrie du lignite séché.
- b) Recherches pour trouver les vitesses d'échauffage convenables pour la température de 200 à 300 °C et de 300 à 450 °C.
- c) Recherches pour trouver la température optimale pour l'échauffage
- d) Détermination du temps de séjour à la température préchauffage optimisée.
- e) Détermination des conditions nécessaires pour le procédé d'agglomération.

Les essais concernant les différentes questions ne sont pas encore finis. Jusqu'à présent on a réussi de fabriquer un coke moulé de 200 - 300 kp/cm² de résistance de pression sous les conditions suivantes :

Teneur en eau du lignite séché	— 8,5%
Granulométrie du lignite séché	— 0 - 1 mm
Température de préchauffage	— 350 - 400 °C
Temps de séjour à cette température	— 1 h
Pression	— 1 200 kp/cm ²
Température finale du coke	— 950°C
Vitesse d'échauffage	— 2,5 - 10 °C/min.

6.6.3. Considération finale

Les résultats décrits ci-dessus montrent que tous les travaux saisis ont donné des coques moulés utilisables. Les techniques première et deuxième seront transformées maintenant sur des échelles semi-techniques regardant les possibilités pratiques. Dans les cas troisième et quatrième on a encore besoin des essais laboratoires pour gagner tous les résultats nécessaires dans cette phase.

VII

7.1. PROJET DE RECHERCHE «PROCÉDÉS ET PRODUITS NOUVEAUX DE LA VALORISATION PHYSICO- CHIMIQUE DU CHARBON»

Steinkohlenbergbauverein, Essen

Les travaux ont fait l'objet de 10 communications à l'occasion des tables rondes tenues le 18 février 1972 à Heerlen et le 7 octobre à Liège.

Les recherches effectuées pour produire un coke à faible poids spécifique en vue de son emploi dans l'électrometallurgie ont permis d'aboutir en laboratoire à des produits présentant des caractéristiques marchandes. Les travaux d'adaptation du procédé à l'échelle industrielle ont déjà commencé

En ce qui concerne la fabrication de coke pour électrodes et de coke actif à caractéristiques particulières, les produits ont été examinés aux rayons X, au microscope ordinaire et au microscope électronique

A la lumière des résultats obtenus on tentera de formuler une expression quantitative décrivant la texture des produits. Cette façon de procéder paraît judicieuse parce que la texture d'un coke influence de façon déterminante ses propriétés physiques

En ce qui concerne l'isolation de composés chimiques provenant de la houille par un apport déterminé d'énergie, les propriétés de la houille ont été simulées par des répartitions quantitatives des composés chimiques sélectionnés. Partant de l'hypothèse de travail selon laquelle il est possible de simuler les structures organiques contenues dans la houille sous forme de répartition quantitative à l'aide d'une répartition quantitative identique de composés organiques, nous avons mis au point un système de calcul qui permet de simuler la répartition des groupements constitutifs de la houille. Ce système doit être complété par la simulation de la répartition des énergies de liaison. On peut s'attendre à ce que, grâce à un apport déterminé d'énergie, il sera possible de libérer certains éléments constitutifs du charbon, puis de les isoler

C'est dans le même sens que vont les recherches techniques d'application consistant à influencer par des champs ultrasoniques la rupture des liaisons du charbon et leur transformation chimique

Il est nécessaire de connaître la nature de la liaison du soufre non seulement pour pouvoir isoler les composés sulfurés, mais aussi pour utiliser des réactions chimiques déterminées en vue de réduire

la teneur en soufre. Les recherches effectuées à cet effet ont progressé au point que le procédé d'enrichissement de substances sulfurées permet maintenant de traiter des quantités assez importantes. Il est de ce fait possible d'utiliser les procédés de séparation nécessaires avec un meilleur résultat, de sorte que l'on peut escompter plus rapidement des résultats plus significatifs.

En élargissant la description mathématique du processus de cokéfaction en chambre horizontale, on est parvenu à calculer la pression du gaz sortant au moment de l'isolation par le cordon de goudron. Ce résultat est important parce que cette pression du gaz est à l'origine du gonflement du charbon.

Dans nos efforts pour décrire mathématiquement la cokéfaction à haute température de la houille selon le système du pilonnage, nous avons constaté que la description mathématique de la cokéfaction avec déversement en vrac peut être transposée au pilonnage moyennant une transformation.

Les recherches en vue de la pyrolyse de la houille dans des conditions extrêmes ont été étendues à des taux de chauffage d'environ 10^8 degrés/mm et des températures de 4 000 à 4 500 °K. On tentera maintenant en faisant varier les conditions d'influer non seulement sur le rendement, mais aussi sur la composition des hydrocarbures en formation.

7.2. PROJET DE RECHERCHE «CHIMIE ET PHYSIQUE DES HOUILLES ET DES COKES»

**Institut national des
industries extractives, Liège**

7.2.1. Les travaux réalisés en 1971, dans le cadre des recherches effectuées par l'INIEX et ses sous-traitants sur la «Valorisation physique et chimique des charbons», ont fait l'objet de 5 exposés détaillés aux tables rondes de Heerlen (février 1971) et Liège (octobre 1971).

7.2.2. Le thème principal de la recherche a été une étude approfondie des sous-produits obtenus par le procédé INIEX de fabrication de coke moulé qui, comme on le sait, comporte deux étapes de traitement: la première à basse température (environ 400 °C), la deuxième à température plus élevée, au moins 800 °C. Ces essais de cokéfaction ont été soumis simultanément à l'échelle semi-industrielle, à la station d'essais de l'INIEX et, à l'échelle du laboratoire, à la Carbonisation Centrale à Tertre. Les essais ont porté sur des mélanges divers à base de charbons de bas rangs dont les réserves sont abondantes en Belgique.

Les charbons à traiter, les semi-cokes et les cokes obtenus ont fait l'objet d'une série de tests de caractérisation (réactivité, microscopie). La réactivité s'est révélée particulièrement valable pour 2 cokes provenant de mélanges de 90% de gras B et 10% de minette d'une part, de 70% de flambant et 30% de gras B d'autre part.

Pour la valorisation des brais, une étude prospective de leur préparation en émulsion aqueuse, en vue de leur utilisation en tant qu'agent de surfacage et de scellement, a donné des résultats encourageants.

En ce qui concerne le perfectionnement des méthodes de caractérisation optique des charbons à coke, nous avons collaboré aux travaux de la commission des analyses de l'ICCP et à une nouvelle commission chargée plus particulièrement d'établir les rapports entre les charbons d'enfournement et les cokes obtenus.

Les méthodes d'analyse mises au point dans ce travail de coopération internationale viennent d'être publiées par l'ICCP, à l'occasion du Congrès international du carbonifère (Krefeld, août 1971), dans un important supplément au Lexique international de pétrographie des charbons, à la rédaction duquel nous avons activement collaboré.

Enfin, nous avons poursuivi et nous terminons en ce moment l'étude bibliographique complète des possibilités de valorisation biochimique des hydrocarbures aromatiques de basse température. Cette étude, qui comporte environ 250 références bibliographiques, sera publiée prochainement dans les Annales des Mines de Belgique.

À l'Université Libre de Bruxelles, les travaux suivants ont été poursuivis:

7.2.3. Craquage thermique à pression atmosphérique

7.2.3.1. Cinétique du craquage thermique du cyclopentadiène

On a mis en évidence l'existence de plusieurs isomères des dimères du cyclopentadiène qui pourraient intervenir dans l'étape initiale de la décomposition du cyclopentadiène.

7.2.3.2. Formation des hydrocarbures aromatiques à partir des alcanes à courte chaîne

Étude de la formation d'hydrocarbures aromatiques par craquage thermique du butane, entre 300 et 950 °C, et de l'influence du coke sur les rendements de l'aromatization.

Cette influence se traduit par la formation d'acétylène à basse température et une augmentation

notable des rendements en aromatiques, principalement en naphthalène.

7.2.3.3. *Pyrolyse flash*

On a mis au point et utilisé une installation de pyrolyse flash sur le benzène, le toluène, le phénol, les xylènes, les crésols, le 2-4 xylénol et des mélanges des isomères des crésols, et entrepris l'étude comparative de la caractérisation des mélanges de ces isomères par les pyrogrammes obtenus et par analyse infrarouge

7.2.3.4 *Caractérisation et valorisation des goudrons produits au Bergbau-Forschung à Essen*

- Détermination de la teneur en hydrocarbures aliphatiques, aromatiques et oléfiniques
- Détermination des teneurs en phénols et en constituants basiques.
- Extraction et analyse des phénols contenus.
- Craquage thermique des goudrons bruts dans les conditions, déterminées antérieurement, qui donnent les meilleurs rendements en crésols
- Craquage thermique dans les mêmes conditions de la fraction phénolique extraite

7.2.4. Craquage sous pression

7.2.4.1 *Conductivité électrique du phénol et des crésols liquides à pression atmosphérique et à haute pression*

Mesure de la conductivité électrique, pour la détermination du degré d'avancement des réactions en phase liquide sous pression ; variation de la conductivité électrique du phénol et des trois isomères du crésol, entre 20 et 300 °C, jusqu'à 250 kg/cm²

7.2.4.2 *Craquage et isomérisation sous pression en phase liquide*

On a mis en route, au début de novembre, l'installation du laboratoire, que nous avons construite, de craquage continu sous pression en phase liquide. Elle permettra d'étudier en continu le craquage et l'isomérisation, en solution aqueuse, des phénols préalablement transformés en phénolates. Ce travail fait suite aux études en autoclave

7.2.4.3. *Isomérisation des xylènes*

On a poursuivi l'étude de l'isomérisation des xylènes en présence de catalyseurs en phase liquide sous pression

7.2.5. Études des mécanismes élémentaires du craquage des phénols, au moyen de carbone 14 et de tritium

Ce travail, qui se fait dans le cadre d'un accord de coopération entre notre laboratoire et le département des radio-éléments du CEN à Mol, a porté, au cours des derniers mois, sur la pyrolyse des crésols marqués au moyen de C 14 sur le radical méthyle.

Les résultats de ces expériences apportent de nouvelles contributions à la connaissance du mécanisme intramoléculaire de la dégradation thermique des phénols

7.3. PROJET DE RECHERCHE «VALORISATION PHYSICO-CHIMIQUE DU CHARBON ET DE SES SOUS-PRODUITS»

**Centre d'études et recherches
des charbonnages de France, Verneuil**

7.3.1. Carbones de haute densité

La fabrication de carbones relativement denses - densité au moins égale à 1,6 - 1,7 g/cm³ - repose habituellement sur des carbonisations et imprégnations répétées de coke - généralement coke de pétrole - aggloméré au brai. Nous nous sommes proposé de rechercher s'il était possible de parvenir à un résultat analogue par simple compression puis carbonisation d'un brai de houille préalablement carbonisé à un stade auquel il conserve encore une certaine plasticité

Les premiers résultats montrent que le taux de matières volatiles résiduelles avant compression doit être abaissé un peu en dessous de 10%, que certaines conditions de démoulage doivent être respectées, et que la carbonisation ultérieure doit être menée, pour réduire au minimum la formation de fissures, avec une vitesse de chauffage particulièrement lente dans les zones de départ le plus intense des matières volatiles

7.3.2. Comportement physico-chimique des cendres à haute température

Au cours de l'année, nous nous sommes attachés à perfectionner les méthodes de mesure du dégagement de gaz à haute température, qui consistent en une analyse soit par chromatographie après piégeage intermédiaire sur un adsorbant, soit par spectrométrie de masse avec l'avantage, dans le second cas, d'une détermination de l'allure du dégagement de chaque gaz.

7.3.3. Inflammation des poussières

Nous avons réalisé un nouveau four de pyrolyse rapide à chauffage brusque par rayonnement dit

four à chute, qui permettra de conserver une vitesse de chauffage identique dans tous les cas et de mesurer la température finale des particules. Après le remplacement d'un tube trop sensible aux chocs thermiques, les essais préliminaires peuvent être considérés maintenant comme pratiquement terminés.

7.3.4. Études pétrographiques

Les principaux résultats obtenus dans ce domaine portent sur la mise en œuvre à la fois qualitative et quantitative de la fluorescence comme méthode pétrographique complémentaire de qualification des substances carbonées peu évoluées. L'effet perturbateur de la résine d'enrobage a pu être fortement atténué grâce à l'addition de charges colorantes.

7.3.5. Oxydation à basse température

Nos efforts ont essentiellement porté, au cours du semestre, sur la mise au point d'un essai adiabatique avec régulation extrêmement précise de la température de l'échantillon de charbon et du bain environnant, de façon à suivre de manière très fine l'évolution de l'échauffement spontané en fonction de différents paramètres: température initiale, débit gazeux à travers le charbon, et - facteur qui s'est révélé d'une grande importance - humidités respectives de l'échantillon et de l'air

7.4. PROJET DE RECHERCHE

«DÉGRADATION D'AROMATES AU MOYEN D'UNE RÉDUCTION DE NITRATE PAR DISSIMILATION»

Laboratoire central des Nederlandse Staatsmijnen, Heerlen

Les recherches sur la dégradation d'aromates au moyen d'une réduction de nitrate par dissimilation sont en relation directe avec la nécessité toujours plus grande de trouver des solutions au problème de la pollution de l'environnement. Actuellement, la réduction du nitrate par dissimilation en temps que méthode de dégradation anaérobie des déchets est au centre des préoccupations. C'est dans le cadre des recherches sur la dégradation du phénol dans les eaux usées que le mécanisme de la dégradation a été examiné de plus près pour la première fois.

Dans des flacons hermétiquement fermés ont été placées des cultures d'enrichissement pour microorganismes permettant la dégradation du phénol et du nitrate et ce, dans l'intention d'obtenir une culture pure de microorganismes. Cette dégradation a effectivement eu lieu à la vitesse de 1 000 mg/l de phénol et de 3 000 mg/l de nitrate par semaine.

A partir des enrichissements, on a obtenu, au cours d'un essai d'isolation des microorganismes, 65 souches parmi lesquelles de nombreuses formes de corynébactéries.

Les souches isolées ont été tout d'abord examinées quant à leur pouvoir de dégradation du phénol et du nitrate, puis on a commencé à identifier les microorganismes. Les formes de corynébactéries Gram-positives isolées n'ont pas réduit le nitrate, et leur étude n'a donc pas été poursuivie.

Il est apparu jusqu'ici qu'une bactérie en forme de bâtonnet court, mobile et parfois incurvé, probablement Gram-négative et pouvant réduire le nitrate en nitrite et en gaz joue un rôle important dans la dégradation anaérobie du phénol.

La reproductibilité des essais dans des flacons hermétiquement fermés et dans un système qui doit être anaérobie et stérile s'est encore révélé faible; un réensemencement selon la méthode traditionnelle échoue fréquemment. Le dédoublement ou le triplement du volume de la culture avec le milieu de base a été parfaitement réussi.

Les gaz produits par des fermentateurs de 1 litre contenaient surtout de l'azote et, dans un seul cas, un peu de protoxyde d'azote. Le processus de dégradation dans ces fermentateurs ne se déroule pas aussi bien que dans les flacons hermétiquement clos.

Au cours de la réduction d'aromates, qui constituent la seule source de C et d'énergie, au moyen de la réduction du nitrate par dissimilation, quelque 50 à 90% des aromates, phénol, acide benzoïque et acides hydroxybenzoïques ont été oxydés entièrement en acide carbonique, tandis que la partie restante est transformée en masse cellulaire.

La vitesse de réduction des aromates dans les flacons hermétiquement fermés, notamment pour les acides hydroxybenzoïques, s'est élevée à environ 2 400 - 3 000 mg/l par semaine; pour le phénol, le p-crésol et l'acide benzoïque à environ 1 000 - 1 500 mg/l par semaine et pour le o-et m-crésol à 100 - 150 mg/l par semaine.

Nous avons commencé à effectuer des essais avec du ¹⁴C-UL-phénol, pour pouvoir montrer par là que la dégradation s'opère avec l'aide des microorganismes.

Le phénol marqué a été mélangé à une culture dégradant le phénol et, après incubation, on a dosé les aminoacides ¹⁴CO₂ et ¹⁴C dans les protides des bactéries.

Dans un premier essai, on a pu déceler les deux composants ¹⁴C. Mais ceux-ci n'apportent pas encore la

preuve définitive, parce que la condition d'une anaérobiose absolue n'a pas encore été réalisée.

Pour bannir de façon définitive l'influence de l'oxygène sur le mécanisme de dégradation du phénol, la teneur en oxygène a été mesurée dans une culture dégradant le phénol. On a constaté qu'une quantité maximale de 0,24 mole de O_2 par mole de phénol est présente.

Pour la dégradation du phénol par la voie de la réduction du nitrate par dissimilation, l'oxygène moléculaire n'est donc pas ou pratiquement pas nécessaire.

On a constaté que le nitrate de potassium est indispensable pour la dégradation du phénol.

Les enzymes du mécanisme aérobie de dégradation - la métapyrocatechase et la pyrocatechase - n'ont pas été décelés dans l'extrait non cellulaire, parce que l'enzyme réducteur de nitrate s'y trouvait présent.

Il faut admettre l'hypothèse d'un mécanisme de division encore inconnu du noyau aromatique.

**Publications technico-économiques de la Commission
des Communautés européennes dans le domaine du charbon**

Doc n°	Titre	Année	Langues	Prix en unités de compte
9591/1/59/1	Creusement rapide de galeries dans le rocher et dans le charbon	1959	a	2,50
6740/2/60/1	Mesures de rationalisation dans les charbonnages	1960	a,f	2,50
11848/2/66/1	Mesures de rationalisation et de modernisation dans les charbonnages des bassins de la Sarre et de la Lorraine	1966	a,f	3,00
	Le grisou et les moyens de le combattre			
	Deuxième journée d'information du 10 février 1967 à Luxembourg	1967	a,f	2,50
13909	Réunion technique de la commission de recherches charbon du 10 au 12 avril 1967 à Essen	1967	a,f	2,50
	Recueils de recherches charbon			
11466/2/66/1	N° 1 Chargement des fours à coke avec du charbon préchauffé	1966	a,f,i,n	1,50
11734/2/66/1	N° 2 Combustion du charbon	1966	a,f,i,n	1,50
11735/2/66/1	N° 3 Inflammation et combustion de charbon gras sur grille	1966	a,f,i,n	1,50
12546/2/66/1	N° 4 Mécanisation du creusement au rocher — Machine de creusement des galeries SVM 40	1966	a,f	1,50
12633/2/66/1	N° 5 Chaudière «Package» à tube d'eau à grille oscillante	1966	a,f	1,50
3933	N° 6 Chaudière «Package» à tube d'eau alimentée au charbon pulvérisé	1966	a,f	1,50
3934	N° 7 Dégagements instantanés I — CERCHAR	1966	a,f	1,50
3935	N° 8 Dégagements instantanés I — INICHAR	1966	a,f	1,50
3931	N° 9 Mise à l'épreuve de barrages et d'arrêts-barrages	1967	a,f	1,50
3936	N° 10 Télécommande et télécommande en taille havée	1967	a,f	1,50
4488	N° 12 Désulfuration des gaz de fumées des foyers au charbon	1969	a,f	1,50
4489	N° 13 Contraintes, mouvements et formation de cassures dans les roches encaissant les galeries en veine	1969	a,f,n	1,50
4490	N° 14 Chaudière de chauffage central à coke	1969	a,f,n	1,50
15837	N° 15 Étude sur le tirage des cheminées sous l'influence de rafales de vent	1970	a,f,n	2,50
	N° 17 Soutènement mécanisé I — Steinkohlenbergbauverein	1969	a,f	2,50
16085	N° 18 Télécommande et automatisation des travaux souterrains dans les houillères du Royaume-Uni et de la Communauté européenne du charbon et de l'acier (Situation 1968)	1970	a,f	1,50
4491	N° 20 Recherches fondamentales sur la chimie et la physique des charbons et des cokes	1968	a,f	3,50
4543	N° 21 Commandes hydrostatiques pour des installations d'abattage de charbon	1968	a,f,n	1,50
	N° 22 Recherches sur les pressions de terrains I — Steinkohlenbergbauverein	1969	a,f	1,50
4492	N° 23 Recherches sur les pressions des terrains I — CERCHAR — Rapport général	1968	a,f	1,50
	N° 24 Recherches concernant les mouvements de terrain au voisinage des galeries	1969	a,f,n	1,50
	N° 25 Mécanique des terrains houillers dans le cas de déformations planes	1969	a,f	5,50
4493	N° 26 Étude concernant le gisement, le dégagement du grisou et les moyens de le combattre, effectuée dans les mines des Pays-Bas	1968	a,f,n	1,50
4494	N° 27 Étude des pressions de terrain en relation avec les dégagements instantanés de grisou	1969	a,f,n	1,50
	N° 28 Cadres articulés sur piles de bois	1969	f,n	1,00
15791	N° 29 Recherches fondamentales sur la chimie et la physique des charbons et des cokes — Rapport de synthèse II 1966-1967	1969	a,f	1,50
16353	N° 30 Essais d'explosion avec des arrêts-barrages et des barrages d'isolement	1970	a,f	2,50
16409	N° 31 Expertise sur le creusement des galeries au rocher	1970	a,f	2,50
16490	N° 32 Utilisation des cendres volantes et du mâchefer de générateurs de vapeur chauffés au charbon	1970	a,f	1,50
16743	N° 33 La recherche charbonnière encouragée par la Communauté et ses résultats	1970	a,f,i,n	1,00
16878	N° 34 Le gisement et le dégagement du grisou I — 1962-1968 — StBV	1971	a,f	2,50
16879	N° 35 Le gisement et le dégagement du grisou I — 1963-1968 — INIEX	1971	a,f	2,50
16880	N° 36 Recherches fondamentales sur la chimie et la physique des charbons et des cokes — III 1967-1969	1970	a,f	3,50
5641	N° 37 Comportement des toits, humidification et soutènement mécanisé	1971	a,f	3,00
5610	N° 38 Étude sur la combustion du charbon — Rapport de synthèse 1962-1970 — CERCHAR	1971	a,f	3,50
5846	N° 39 Foration par enlèvement	1971	a,f	8,00
5518	N° 40 Rapport d'activité 1970 sur les recherches charbonnières encouragées par la Communauté	1971	a,f	1,50
5598	N° 41 Dégagements instantanés de méthane et de charbon — Rapport de synthèse 1962-1969 — CERCHAR	1971	a,f	5,00
5686	N° 42 Télécommande et télécommande d'une taille à rabot et soutènement marchant	1971	a,f	4,00
5845	N° 43 Amélioration du climat dans les chantiers d'abattage, StBV	1971	a,f	4,50
5872	N° 44 Propagation des ondes radioélectriques dans les chantiers souterrains, INIEX	1972	f	2,50
5873	N° 45 Augmentation de la production de coke par régularisation de la charge des fours — Rapport final 1970-1972 — StBV	1972	a,f	3,00
5976	N° 45 bis — Possibilités d'accroissement de la productivité dans la cokéfaction de la houille — Rapport final 1968-1972 — CERCHAR	1972	a,f	2,50
5981	N° 46 Rapport d'activité 1971	1972	a,f,i,n,e	2,00
6031	N° 47 Gisement et dégagement du grisou II — 1968-1971/StBV	1972	a,f	7,50
EUR 4520	Technique et évolution dans le domaine de la cokéfaction	1970	a,f,e	14,00
EUR 4533	Pression des terrains et soutènement dans les mines	1970	a,f	16,00
EUR 4641	Recherche charbonnière — Application à la technique minière — Base pour nouveaux produits	1971	a,f	5,00
EUR 4670	Maîtrise du dégagement grisouteux — Amélioration du climat	1971	a,f	15,00

Des exemplaires supplémentaires du présent recueil tout comme les publications mentionnées plus haut peuvent être commandés à

Office des publications officielles des Communautés européennes
Case postale 1003 Luxembourg

