

COMMUNAUTE EUROPEENNE DU CHARBON ET DE L'ACIER
HAUTE AUTORITE

Réunion technique de la Commission de Recherche Charbon
à Essen du 10 au 12 avril 1967

SOMMAIRE

Introduction.	
1. Allocution de bienvenue, H. Sennekamp	1203
2. Evolution économique et technique de l'industrie charbonnière de la Ruhr sous l'aspect de la concurrence entre les différentes sources d'énergie, D. Wussow	1205
3. Travaux américains de recherche et de développement pour la valorisation et l'utilisation du charbon K.G. Beck	1229
4. La longueur de taille optimale dans l'optique de l'évolution de la technique d'abattage, A. Hellemans	1235
5. Efforts en vue d'augmenter la rentabilité du roulage et de l'extraction du charbon, ainsi que le transport des matériaux dans le fond, dans les huillères d'Allemagne occidentale, K. Schucht	1243
6. Premiers essais de la méthode des réseaux pour la planification de la recherche et du développement dans les mines de houille de la République fédérale allemande, H. Boehm	1255
7. Ouverture d'un nouvel étage dans la mine intégrée Minister Stein/Fürst Hardenberg et organisation des travaux préparatoires au rocher à l'aide de nouvelles méthodes de planification, R. Balster	1265
(Glückauf 102 (1966), Heft 26, S. 1373 ff.)	
8. Combustion directe d'eau et de charbon en suspension dans une centrale, O. Schwarz	1275
(Glückauf 103 (1967), Heft 5, S. 225 ff.)	
9. Etude, construction et exploitation de deux dépôts pour l'homogénéisation du charbon brut à laver, K. Eichholtz	1285
(Glückauf 103 (1967), Heft 5, S. 206 ff.)	
10. Cokéfaction de diverses qualités de charbon à la cokerie expérimentale, W. Westkamp	1289
(Glückauf 103 (1967), Heft 5, S. 215 ff.)	
11. Allocution de clôture, H. Sennekamp	1293

Introduction

Avec l'aimable collaboration du Steinkohlenbergbauverein et du « Unternehmensverband Ruhrbergbau », le Comité de Recherche « Charbon » de la Haute Autorité a organisé des « Journées Techniques » à Essen du 10 au 12 avril 1967. Le but de ces Journées consistait à donner aux membres du Comité et à leurs invités venus des différents bassins houillers de la Communauté et du Royaume-Uni, un aperçu mis à jour sur la situation de la technique minière appliquée dans le Bassin de la Ruhr.

Voici la liste des participants :

Allemagne

ANDERHEGGEN	Steinkohlenbergwerk Friedrich Heinrich AG, Kamp-Lintfort (Krs. Moers)
BALSTER	Dortmunder Bergbau AG, Dortmund-Eving
BECK	Steinkohlenbergbauverein, Essen
BELLINGRODT	Eschweiler Bergwerks-Verein, Kohlscheid (Krs. Aachen)
BENTHAUS	Steinkohlenbergbauverein, Essen
BOEHM	Steinkohlenbergbauverein, Essen-Kray
EICHHOLTZ	Ewald-Kohle AG, Recklinghausen
ERNST	Steinkohlenbergbauverein, Essen
GRIMME	Rheinpreussen AG für Bergbau und Chemie, Homberg (Ndrh)
GROSSE	Ruhrkohlen-Beratung GmbH, Essen
HOFMEISTER	Essener Steinkohlenbergwerke AG, Essen
KRANEFUSS	Gewerkschaft Sophia Jacoba Steinkohlenbergwerke, Hückelhoven
MUELLER	Rheinpreussen AG für Bergbau und Chemie, Homberg (Ndrh)
REERINK	Steinkohlenbergbauverein, Essen
SCHMIDT-KOEHL	Saarbergwerke AG, Saarbrücken
SCHUCHT	Monopol Bergwerks-Gesellschaft mbH, Kamen/Westf.
SCHULTE-BORBERG	Hoesch AG, Dortmund
SCHWARZ	Steinkohlenbergbauverein, Essen
STRUEVEN	Saarbergwerke AG, Saarbrücken
WESKAMP	Steinkohlenbergbauverein, Essen
WUSSOW	Essener Steinkohlenbergwerke AG, Essen

Belgique

GRAND'RY	S. A. Carbonisation Centrale, Tertre (Hainaut)
KERSTAN	Comité d'Etude des Producteurs de Charbon d'Europe occidentale, Bruxelles
LEDENT	Institut National de l'Industrie Charbonnière, Liège
STASSEN	Institut National de l'Industrie Charbonnière, Liège
VERHEES	Charbonnages de Winterslag, Genk-Winterslag

France

BERNARD	Charbonnages de France, Paris
CHERADAME	Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France, Paris
JARIGE	Houillères du Bassin de Lorraine, Merlebach
LETORT	Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France, Paris
LOISON	Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France, Paris
PROUST	Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, Douai
VIDALING	Houillères du Bassin de la Loire, Saint-Etienne

Pays-Bas

DEBETS	Oranje-Nassau-Mijnen, Heerlen
HELLEMANS	N. V. Nederlandse Staatsmijnen, Heerlen
KRAAK	N. V. Nederlandse Staatsmijnen, Heerlen
TEEUWISSE	Mijnen Laura & Vereniging N. V., Eygelshoven

Italie

COLLO	Cokeria Cokitalia, Milano
FORNARA	Società Cokapuania, Milano

Grande-Bretagne

KING	National Coal Board, London
LEE	British Coke Research Association, Chesterfield
PIRIE	National Coal Board, Central Engineering Establishment, Stanhope Bretby
TYTE	National Coal Board, Mining Research Establishment, Isleworth, Middx.

Haute Autorité

SENNEKAMP	Generaldirektion Kohle
BERDING	Generaldirektion Kohle, Direktion Produktion
DANIELS	Generaldirektion Kohle, Direktion Produktion
DE GREEF	Generaldirektion Kohle, Direktion Produktion
WONNERTH	Generaldirektion Kohle, Direktion Produktion

A la séance d'ouverture, M. Sennekamp salua les participants et esquissa brièvement une vue d'ensemble sur l'état actuel de la recherche et du développement de l'industrie houillère de la Communauté.

M. D. Wussow, dans une communication de synthèse, brossée à larges traits, exposa les directives du développement économique et technique des charbonnages de la Rhénanie-Westphalie et analysa, en particulier, les effets de la concurrence entre les producteurs d'énergie primaire sur l'industrie houillère de la Ruhr.

M. K. G. Beck axa son exposé sur les travaux de recherche et de développement effectués aux U.S.A. dans le domaine de la valorisation de la houille, travaux dont il eut connaissance, d'une part, dans le cadre d'un échange d'expériences avec des savants et chercheurs américains et, d'autre part, au cours d'une série de visites qu'il fit aux Etats-Unis.

M. A. Hellemans exposa le problème de la détermination des longueurs optimales des longues tailles dans la perspective d'un développement subséquent de la technique d'exploitation.

M. K. Schucht mit en relief les possibilités de rationalisation du transport du charbon et du matériel au fond, tel qu'il s'opère habituellement dans les charbonnages de l'Allemagne occidentale.

M. F. Boehm traita des applications de la technique de planification par réseau dans les travaux de recherche et de développement de l'industrie houillère.

M. R. Balster souligna les possibilités de rationalisation qui peuvent être atteintes par la technique du réseau et des graphes, à l'occasion de la planification des travaux de premier établissement au rocher et au charbon, requis par la préparation d'un nouvel étage d'un gros siège.

M. O. Schwarz fit un rapport sur la combustion de suspension charbon/eau dans les centrales thermiques, à partir des études du Steinkohlenbergbauverein, effectuées à la centrale électrique de Lünen de la « Steinkohlen-Elektrizität AG ».

M. K. Eichholz donna une vue d'ensemble sur la planification, la construction et l'exploitation de deux silos de stockage en vue de l'homogénéisation de la production en charbon brut de la « Ewald-Kohle AG ».

M. W. Weskamp fit la synthèse des résultats d'essais entrepris par le Steinkohlenbergbauverein en vue de déterminer l'influence de l'espèce de charbon — c'est-à-dire de son rang d'évolution — sur le cours de la cokéfaction et sur les produits qui en résultent.

Allocution de bienvenue

H. SENNEKAMP

Directeur Général de la Direction Générale Charbon
Haute Autorité de la C.E.C.A.

Messieurs,

C'est pour moi une grande joie de pouvoir vous souhaiter la bienvenue à Essen, au cœur de la Ruhr, à ces Journées Techniques de la Haute Autorité. Je salue non seulement les spécialistes de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier, mais aussi tout spécialement les représentants du National Coal Board de Grande-Bretagne.

Je regrette vivement de devoir vous communiquer que le professeur Hettlage, membre de la Haute Autorité, ne peut être des nôtres aujourd'hui. Il participe à Luxembourg à une session politique qui traite des questions d'économie, de culture et de recherche dans le cadre des Comités du Parlement Européen. Je tiens à vous transmettre ses salutations cordiales.

Grâce à l'aide du « Unternehmensverband Ruhrbergbau » et du « Steinkohlenbergbauverein », le programme de ces Journées est très varié et d'un grand intérêt. Nous espérons que les thèmes des communications exposées au cours de ces deux Journées et les visites qui auront lieu après-demain dans les houillères et dans les installations de valorisation seront profitables à tous les participants dans la poursuite de leur travail, tant dans les chantiers d'exploitation que dans les instituts de recherche de l'industrie charbonnière.

Je tiens tout d'abord à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la préparation de ces Journées, en particulier les membres du « Steinkohlenbergbauverein » et du « Unternehmensverband Ruhrbergbau », ainsi que M. Anderheggen qui a pris une part très active aux préparatifs.

Messieurs,

Malgré sa production en régression dans la Communauté, la houille restera, au cours des prochaines années, un des éléments principaux à la base de l'économie. C'est pourquoi elle doit suivre de près le développement technique. L'activité de la recher-

che ne doit, en aucune façon, se relâcher. Les résultats acquis à ce jour sur le plan de l'accroissement de la productivité (d'environ 65 % à partir de 1957) et, en particulier, les conséquences bénéfiques d'une rationalisation exercée dans les importants domaines de la technique et de l'économie devraient dorénavant encourager l'industrie houillère.

La recherche et le développement constituent les clés de voûte de la rentabilité d'une industrie. Dès lors, il est naturel que, dans le cadre d'une économie communautaire à moyen terme, des propositions et des directives soient élaborées par les Exécutifs Européens en collaboration avec les Gouvernements des pays membres et que l'on accorde, et tout particulièrement la Haute Autorité, un intérêt très marqué à la promotion de la recherche.

Dans l'industrie charbonnière, la situation concurrentielle difficile oblige à poursuivre les efforts en vue de mettre au point des procédés et des équipements meilleurs pour l'exploitation, la valorisation et l'utilisation du charbon.

Depuis sa fondation, la Haute Autorité a octroyé environ 85 millions de dollars de subsides en vue de la promotion de la recherche. Ce montant se répartit à raison de 28 % pour le charbon, 37 % pour l'acier et 35 % pour l'hygiène, la médecine et la sécurité du travail. Au cours des dix dernières années qui connurent une recherche intensive dans le secteur charbon, la Haute Autorité mit 23 millions de dollars à la disposition de ce secteur. On voit par là que la Haute Autorité ne s'est pas seulement efforcée de promouvoir un échange d'expériences au sein de la Communauté en organisant des manifestations techniques telles que celle d'aujourd'hui, mais également consacre une grande partie de ses moyens financiers à l'accélération du développement technique de l'industrie minière.

Il faut cependant tenir compte du fait que l'octroi de subsides sera désormais plus difficile ; néanmoins, vous pouvez être assurés que la Haute Autorité continuera comme par le passé à accorder à la recherche toute son attention.

En outre, la Haute Autorité continuera à assumer son rôle de conseiller de l'industrie, comme elle l'a fait jusqu'à présent. Ce sera, en particulier, la tâche du Comité de Recherche qui, ce matin même, s'est réuni en séance, d'étudier l'orientation à donner aux recherches sur le charbon au point de vue nature et importance, et ce en collaboration avec la Haute Autorité. Il est certain que les résultats de journées telles que celles-ci dépendent fortement de la diffusion des expériences échangées, parmi les spécialistes et praticiens. Nous espérons que les experts de la Communauté ici présents mettront à

profit chacune des occasions qui leur sera offerte de diffuser ultérieurement ces expériences dans leurs districts miniers nationaux propres. De plus, la Haute Autorité sera procéder à l'impression des rapports et des discussions et assurera la diffusion des résultats.

Maintenant, Messieurs, je formule des vœux pour la parfaite réussite de ces Journées, ce dont je ne puis douter.

Glückauf !

Evolution économique et technique de l'industrie charbonnière de la Ruhr sous l'aspect de la concurrence entre les différentes sources d'énergie

Bergwerksdirektor Bergassessor D. WUSSOW,

Essener Steinkohlenbergwerke AG, Essen.

Le thème qui a été fixé pour ma conférence «L'évolution économique et technique de l'industrie charbonnière de la Ruhr sous l'aspect de la concurrence entre les différentes sources d'énergie» me met en face d'une tâche vraiment difficile et je doute fort d'être en mesure d'y satisfaire entièrement.

Ce qui me gêne surtout, c'est la mission de faire rapport sur *l'évolution économique*. Comme point de départ de nos considérations, nous devons poser la question des possibilités d'écoulement de nos produits.

Tant que les combustibles solides et surtout la houille constituaient pratiquement la seule source primaire d'énergie, le prix était sans importance pour les possibilités de l'écoulement. Mais, après l'apparition sur le marché européen d'autres sources d'énergie concurrentes, le consommateur doit se demander laquelle des différentes sources d'énergie lui permet à la longue d'atteindre le but visé, d'une manière techniquement satisfaisante et au prix le plus favorable.

Abstraction faite de la production de coke métallurgique, la houille peut être techniquement remplacée aujourd'hui dans tous ses domaines de consommation par d'autres combustibles, avec la restriction toutefois qu'une telle conversion présuppose des investissements plus ou moins massifs de la part du consommateur ou du fournisseur.

Le tableau I montre la quote-part des différents types de charbon dans la production totale du Bassin de la Ruhr en 1958, 1965 et 1966.

La concurrence des autres formes d'énergie agit différemment sur les divers types de charbon et les combustibles obtenus à partir de ces types. Les charbons à haute teneur en matières volatiles, qui sont

TABLEAU I.

*Production nette du Bassin de la Ruhr
par types de charbon (en %).*

	Charbons flambants et à gaz	Charbons gras	Demi-gras	Charbons maigres	Anthracites
1958	19,3	67,2	5,4	3,6	4,1
1965	19,1	69,4	2,0	2,0	7,5
1966	20,0	69,3	2,5	1,4	7,0

utilisés en premier lieu comme combustibles dans les grosses chaudières, sont attaqués par le fuel lourd. Le prix pour un million de calories se situe à 9,50 DM pour les flambants à gaz et les charbons fins à gaz contre 9,05 DM pour le fuel lourd.

La demande de charbons de gros calibre a diminué dans le domaine des flambants et des charbons à gaz comme dans le domaine du charbon gras. Ceci est dû au fait que les chemins de fer ont remplacé de plus en plus les locomotives à vapeur par des électrotracteurs ou des locomotives diesel et que d'autres propriétaires de chaudières sont également passés à d'autres combustibles.

En ce qui concerne les fines grasses, il s'agit en premier lieu de fines à coke. Par suite de la régression de la consommation de coke, non seulement dans la sidérurgie mais aussi dans le secteur du chauffage domestique, les fines grasses sont offertes de plus en plus comme combustible à chaudière, ce qui signifie qu'elles envahissent le marché autrefois réservé aux flambants et aux charbons à gaz.

La situation concurrentielle de la houille en tant que combustible domestique a subi des changements plus ou moins profonds, en fonction de la situation sociologique des consommateurs. Les maisons à une seule famille avec chauffage à eau chaude passent de plus en plus au fuel et au gaz, formes d'énergie plus commodes. Dans les nouveaux immeubles, le chauffage par accumulateurs électriques est en progression, pour autant que la section des câbles le permette. Dans les maisons de rapport, on observe un accroissement remarquable du chauffage central à eau chaude, mais le combustible est dans la plupart des cas le fuel. De même, dans les grands immeubles administratifs qui ne sont pas desservis par un système de chauffage à distance, le fuel a remplacé le coke traditionnel.

Restent pour le charbon les logements moins confortables, chauffés avec poêles. Le poêle individuel alimenté au fuel n'a pas su s'imposer en Allemagne jusqu'à présent. Pour le chauffage électrique, les sections des câbles installés ne sont pas suffisantes et, en outre, le prix du courant est trop élevé pour les consommateurs intéressés. La même remarque vaut pour le gaz. On utilise donc pour le chauffage domestique de ces logis les calibres maigres et surtout les boulets.

TABLEAU II.

Prix de l'énergie en DM pour un million de kcal.
Décembre 1966.

	Prix de barème DM/t	Pouvoir calorifique kcal	DM/million kcal
Anthracite (B) 3	124,50	7.625	16,30
Coke criblé 3	90,70	6.425	14,15
Boulets	92,50	7.475	12,40
Fines de charbon à gaz (cokéliables)	69,00	6.900	10,00
Fuel léger (prix d'achat du commerce en gros, départ stock)	102,00	10.200	10,00
Fines à coke	69,50	7.025	9,90
Briquettes de lignite (à Cologne)	44,00	4.600	9,55
Fines de charbon flambant (lavées)	62,50	6.600	9,50
Fines à coke américaines (prix rendu cokerie)	66,00	7.500	8,80
Fuel lourd (prix rendu)	87,00	9.600	9,05

Le tableau II donne les prix des sources d'énergie qui concurrencent le charbon, c'est-à-dire le charbon américain et les différents types de fuel (ramenés à un million de kcal). Comme ces chiffres le

démontrent, l'évolution économique de l'industrie houillère du Bassin de la Ruhr dépendra essentiellement dans l'avenir de trois facteurs, à savoir :

- 1^o) l'évolution future des prix des formes d'énergie concurrentes ;
- 2^o) les mesures prises par l'Etat en vue de protéger sa propre base énergétique qui, à cause des conditions de gisement, peut être considérée comme la meilleure des pays membres de la CECA ;
- 3^o) l'évolution du prix de revient de la houille et, par conséquent, du prix rendu.

Ce dernier point, c'est-à-dire l'évolution des coûts de production, est l'un des principaux sujets de préoccupation des directions des sociétés charbonnières.

Pour donner une analyse de l'évolution technique et du prix de revient des charbonnages du Bassin de la Ruhr, je me permettrai de prendre comme base le Plan Comptable de l'industrie charbonnière, système normalisé qui a été introduit dans les charbonnages de la Ruhr.

En octobre 1959, M. Anderheggen vous a donné quelques explications sur la structure de ce Plan.

TABLEAU III.

Points d'origine des coûts du fond.
(Postes de dépenses.)

	Travaux au rocher
	Entretien des travaux souterrains
	Déferrage et redressement
Travaux en veine	Travaux préparatoires au rocher
	Equipement
	Traçage des voies de chantier
Exploitation	Abattage
	Desserte en taille
	Soutènement
Taille	
	Desserte dans les voies de chantier et les recoupes secondaires
	Entretien des voies de chantier et des recoupes secondaires
	Roulage souterrain
	Autres activités au fond :
	— Utilisation d'énergie, au fond
	— Exhaure
	— Aérage souterrain
	— Installation centrale de concassage, au fond
	— Préparation du charbon, au fond
	— Service de sécurité
	— Chantiers-école, au fond
	— Travaux de recherche et de rationalisation au fond
	— Autres services du fond
	— Surveillance au fond

Le tableau III montre les postes de dépenses du fond. En outre, un grand nombre de nos sociétés font un calcul du prix de revient par chantiers qui permet de déterminer les coûts par opérations et par quartiers. Une combinaison de ces éléments permet de délimiter les domaines de responsabilité qui sont déterminants, par exemple, pour évaluer les performances des cadres.

TABLEAU IV.

Points d'origine des coûts au jour.
(Postes de dépenses.)

- Machines d'extraction et installations d'extraction et de signalisation dans les puits
- Recette du jour et circuit de roulage
- Préparation mécanique
- Régime de remblayage au jour
- Ventilateurs au jour
- Autres activités au jour :
- Carreau
- Parc à bois
- Bains - douches
- Autres bâtiments industriels, routes, gazons et installations d'irrigation et de canalisation
- Lampisterie
- Distribution et entretien des appareils de sauvetage et de masques antipoussières
- Valorisation du méthane, au jour
- Dépôts
- Surveillance au jour

Le tableau IV montre la subdivision des points d'origine des coûts des dépenses de surface. Il ne comprend pas les services auxiliaires des charbonnages, par exemple les centrales énergétiques, les installations de transport et les ateliers.

Le prix de revient de la houille se compose des éléments suivants :

- Coût de la main-d'œuvre.
- Coût des matières, y compris l'énergie.
- Frais généraux.
- Amortissements et service du capital.

Dans mon exposé, je me bornerai aux deux postes les plus importants, soit les frais de main-d'œuvre et le coût des matières (1).

Coût de la main-d'œuvre.

Le terme « coût de la main-d'œuvre » comprend :

- les salaires des ouvriers et charges sociales conventionnelles ;

(1) Le terme allemand « Sachkosten » traduit ici par « coût des matières » a un sens plus large que le terme « frais d'approvisionnements » dans le vocabulaire de la comptabilité française ; il inclut par exemple l'énergie, voir la ventilation au tableau VI (note du traducteur).

- les appointements des employés et charges sociales conventionnelles,
- et les prestations sociales légales.

Les prestations sociales bénévoles ou complémentaires ne sont pas comptabilisées dans la rubrique « coût de la main-d'œuvre », mais dans les frais généraux.

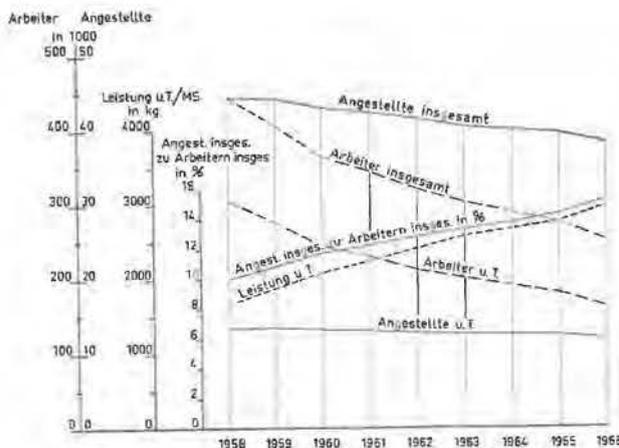


Fig. 1.

Effectifs et rendement dans le bassin charbonnier de la Ruhr.

- Arbeiter : ouvriers
- Angestellte : employés
- Leistung u. T./MS : rendement fond/homme-poste
- Angest. insges. zu Arbeitern insges. : rapport employés/ouvriers
- Insgesamt : total
- u.T. (unter Tage) : au fond.

Le tableau V montre l'évolution du coût de la main-d'œuvre du fond de 1958 à 1966. Malgré une hausse de 64,4 % du salaire tarifaire moyen d'un abatteur au cours de cette période, l'accroissement du prix de revient imputable à la majoration du coût de la main-d'œuvre a été de 6,4 % seulement. Ceci reflète le progrès de la productivité. La part des appointements dans les coûts de la main-d'œuvre est montée de 1,85 à 2,85 DM, ce qui représente une hausse de 54,6 %. Elle résulte du glissement du rapport entre les nombres des cadres et des ouvriers (fig. 1). Cet accroissement relatif du nombre des cadres s'explique par deux causes :

- 1°) on a constaté que la gestion d'une entreprise moderne à forte densité de capital et d'un haut degré de mécanisation, exige une planification et une surveillance plus poussées ;
- 2°) à la demande de l'administration des mines, on a dû répartir, dans l'intérêt de la sécurité entre plusieurs porions les fonctions qui avaient été exercées auparavant par un seul surveillant.

En apparence, les charges sociales légales de l'industrie charbonnière de l'Allemagne fédérale ont même diminué légèrement au cours de la période sous revue, mais en réalité on doit y ajouter le montant de la prime de mineur, ce qui aboutit somme toute à une hausse de 1,4 %.

TABLEAU V.

Coût de la main-d'œuvre du fond dans les mines de la Ruhr avec ses facteurs les plus importants.

		1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	III/66	III/66
											p. rapp. à 1958 %
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Salaires globaux	DM/t	17,80	16,88	16,41	16,88	17,26	17,42	17,68	18,85	17,95	+ 0,8
Appointements globaux	DM/t	1,85	1,95	2,00	2,14	2,26	2,35	2,45	2,72	2,83	+ 54,6
Charges sociales globales	DM/t	5,66	6,25	6,46	7,05	6,59	5,05	5,10	5,25	5,60	— 1,1
Contribution de l'Etat	DM/t	—	—	—	—	—	—	—	—	— 0,31	—
Prime de mineur	DM/t	—	—	—	—	—	0,94	0,95	0,89	0,85	—
Coût total de la main-d'œuvre	DM/t	25,29	25,06	24,87	26,05	26,11	25,72	26,18	27,69	26,90	+ 6,4
<i>Facteurs d'influence</i>											
Salaire tarifaire moyen de l'abatteur (poste)	DM	20,20	22,60	24,49	26,16	27,74	28,87	29,81	32,44	35,20	+ 64,4
Salaire à la tâche d'un abatteur (poste) *	DM	25,59	26,15	27,69	30,15	32,70	34,86	36,75	40,05	41,07	+ 61,8
<i>Rendement par poste</i>											
Rendement fond	kg	1,675	1,887	2,102	2,246	2,417	2,575	2,681	2,766	3,006	+ 79,5
Rendement total	kg	1,495	1,677	1,859	1,982	2,128	2,275	2,371	2,449	2,661	+ 78,0
Salaire d'un porteur de quartier, dernier échelon	DM	796	796	805	855	905	942	977	1,065	1,090	+ 56,9
Rapport cadres/ouvriers (fond)	%	4,40	4,90	5,42	5,69	6,06	6,31	6,59	6,89	7,41	—

* y compris un supplément de nuit à partir du 1er juillet 1962.

TABLEAU VI.

Evolution du coût des matières au fond dans les charbonnages de la Ruhr.

		1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	III/66	III/66
											p. rapp. à 1958 %
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Combustibles et énergie	DM/t	5,29	5,14	5,16	5,01	4,66	4,44	4,35	4,53	4,55	— 17,8
Soutènement	DM/t	4,96	4,28	4,05	4,01	3,79	3,96	4,07	4,26	4,02	— 19,0
Matières reprises au stock et services rendus par des tiers	DM/t	7,50	6,77	6,98	7,55	7,41	7,50	8,14	8,57	8,15	+ 8,4
Services propres	DM/t	3,37	3,26	3,16	3,37	3,57	3,72	3,90	4,82	4,97	+ 47,5
Travaux en régie	DM/t	0,96	0,79	0,82	0,98	1,05	1,14	1,59	1,65	1,39	+ 44,8
Recettes	DM/t	— 0,72	— 0,73	— 0,79	— 0,79	— 0,76	— 0,72	— 0,76	— 0,72	— 0,57	— 20,8
Coût de matières, total **	DM/t	21,56	19,51	19,56	20,11	19,72	20,04	21,07	22,91	22,29	+ 4,4
<i>Indices</i>											
Extraction annuelle (en millions de t)		122,5	115,4	115,4	116,1	115,9	117,2	117,6	110,9	102,9	— 15,9
Rendement fond	kg	1,675	1,887	2,102	2,246	2,417	2,575	2,681	2,766	3,006	+ 79,5
Degré de mécanisation (% de la production)		33,4	38,0	45,9	54,0	61,3	66,5	71,2	75,0	77,7*	—
Nombre des chantiers productifs		1,865	1,655	1,572	1,217	1,119	1,008	934	856	755*	— 60,6

* provisoire.

** y compris les décomptes.

Coût des matières (1).

Le coût des matières dans l'exploitation du fond s'est accru de 4,4 % au cours de la période sous revue. Heureusement, il a été possible de maintenir cet accroissement dans des limites étroites malgré la hausse considérable du taux de mécanisation et malgré la régression de l'extraction qui laissait craindre une augmentation proportionnelle plus forte du coût des matières, leur montant restant fixe.

On constate une évolution très différente des prix des diverses catégories de marchandises. Les prix du bois, par exemple, et des articles en fer et en acier ont baissé ; par contre, les indices des prix des articles électriques et des machines se situent aujourd'hui à un niveau supérieur d'environ 20 % à celui de 1958.

d'hui à un niveau supérieur d'environ 20 % à celui de 1958.

Cette évolution du coût de la main-d'œuvre et des matières confirme le fait bien connu qu'une mécanisation judicieuse, même si elle entraîne au début un accroissement du coût des matières, aboutit finalement à une réduction du prix de revient, puisque les frais de main-d'œuvre montent plus rapidement.

En ce qui concerne la répartition des frais de main-d'œuvre et des frais d'approvisionnements sur les différents postes de dépenses, un tel chiffre ne peut être donné pour l'ensemble du Bassin de la Ruhr parce que cette question ne fait pas l'objet

TABLEAU VII.

Quote-part des différents postes de dépenses dans le prix de revient total du fond (seulement coût de la main-d'œuvre et coût des approvisionnements, pour un groupe représentatif de charbonnages).

Postes de dépenses		Quote-part dans le prix de revient total du fond		Ventilation des dépenses totales des différentes rubriques entre :		Quote-part des postes effectués sous les différentes rubriques de la colonne 1 dans le nombre des postes effectués au fond	
		%		(1) %	(2) %	%	%
		Groupe charb.		Groupe charb.	Groupe charb.	Groupe charb.	Bassin de la Ruhr
	1	2	3	4	5	6	
Travaux au rocher	1958	15,70	31	69	8,77	7,84	
	1966	12,00	32	68	6,45	5,96	
Entretien des travaux souterrains	1958	3,75	75	25	7,50	9,44	
	1966	4,01	81	19	6,41	6,69	
Déferriage et redressement	1958	0,90	108	8	*	*	
	1966	1,50	85	15	2,51	3,58	
Travaux préparatoires au rocher	1958	3,28	73	27	5,45	8,27	
	1966	3,98	69	31	4,85	4,87	
Équipement	1958	0,90	85	17	**	**	
	1966	0,82	74	26	1,06	2,71	
Traçage des voies de chantier	1958	10,67	47	53	8,36	6,65	
	1966	9,46	47	53	7,29	7,90	
Abattage, desserte en taille, soutènement	1958	32,81	66	34	35,75	34,58	
	1966	33,48	68	32	38,31	34,74	
Desserte dans les voies de chantier	1958	7,52	62	38	9,89	8,91	
	1966	7,22	55	45	8,04	8,67	
Entretien des voies de chantier	1958	2,60	97	3	5,14	3,82	
	1966	1,79	95	5	3,57	2,74	
Roulage souterrain	1958	10,07	54	46	12,35	12,58	
	1966	10,48	63	37	14,26	13,29	
Autres activités au fond	1958	11,82	64	36	6,85	7,93	
	1966	15,26	68	32	7,45	8,85	
Ensemble des rubriques fond	1958	100	58	42	100	100	
	1966	100	62	38	100	100	

* en 1958, compris dans la rubrique « entretien des travaux ».

** en 1958, compris dans la rubrique « travaux préparatoires »

(1) coût main-d'œuvre

(2) coût des approvisionnements

des enquêtes de notre organisation centrale. Toutefois, je pourrai vous fournir cette ventilation pour un groupe de charbonnages en quelque sorte représentatif, à mon avis, bien que restreint, pour vous indiquer au cours de l'examen des différents postes de dépenses leur pourcentage par rapport au prix de revient total.

La première colonne du tableau VII montre les rubriques de dépenses selon le Plan Comptable normalisé. Les colonnes suivantes sont subdivisées en deux parties dont la première indique les chiffres pour 1958 et la deuxième pour 1966. La colonne 2 donne la répartition du prix de revient total (= 100 %) entre les divers postes ou rubriques de dépenses. Les travaux préparatoires au rocher, par exemple, ont représenté, en 1958, 15,70 % des coûts du fond, et 12 % en 1966.

Les colonnes 3 et 4 indiquent le rapport entre le coût de la main-d'œuvre et le coût de matières. Pour les travaux préparatoires au rocher, par exemple, ce rapport était de 31 : 69 en 1958 et 32 : 68 en 1966.

Pour mettre en relief l'écart entre les chiffres donnés pour le groupe représentatif et la moyenne de la Ruhr, nous avons inclus dans le tableau la part des postes effectués pour les différentes activités dans le nombre total des postes effectués au fond ; ces chiffres sont donnés, d'une part, pour le groupe des charbonnages qui font l'objet du tableau et, d'autre part, pour l'ensemble du Bassin.

Il convient d'ajouter encore que, dans les charbonnages faisant l'objet du tableau, le coût de la main-d'œuvre et des matières au fond est monté d'environ 5 % entre 1958 et 1966.

Travaux préparatoires au rocher.

Le premier poste de dépenses dans notre Plan Comptable couvre les dépenses pour les travaux au rocher. Un indice qui est calculé régulièrement pour la totalité du Bassin de la Ruhr est le nombre de postes effectués pour une production nette de 100 tonnes, et ceci pour chaque poste de dépenses. Je vais, dès lors, vous citer le chiffre dans la plupart des cas.

Dans les travaux préparatoires au rocher, le nombre de postes effectués pour 100 tonnes de production nette est tombé de 4,68 en 1958 à 2,25 en 1965.

Pour interpréter correctement ces chiffres, on doit savoir que le volume de roche en place, abattu pour une production nette de 1.000 tonnes de charbon, a baissé au cours de la même période de 33,5 m³ (en 1958) à 22,7 m³ (en 1965), ce qui signifie que le rendement poste est monté de 0,98 à 1,32 m³.

La régression des travaux au rocher reflète très exactement les difficultés économiques auxquelles l'industrie charbonnière de la Ruhr doit faire face.

Dans la technique du creusement de galeries horizontales au rocher, l'industrie charbonnière de la

Ruhr n'a pas essayé de méthodes réellement nouvelles au cours de ces dernières années. Les espérances que l'on avait mises dans les jumbos ne se sont pas concrétisées.

En ce qui concerne la technique du tir, il est malheureusement impossible, pour des raisons de sécurité, d'introduire aussi dans les charbonnages les méthodes élégantes du chargement des coups de mines, mises au point dans les mines de potasse. Les chargeuses à déchargement latéral, montées sur chenilles et combinées avec un transporteur à écailles résistant aux effets du tir, ont abouti, il est vrai, à un accroissement du rendement, mais non pas à une réduction des coûts. Dans les méthodes du soutènement des galeries et du garnissage, aucun changement n'est à signaler. C'est dire que l'accroissement du rendement que je viens de mentionner est pratiquement le résultat d'une somme de petits perfectionnements de la technique connue et de l'organisation des travaux.

Les essais en vue de construire des machines de traçage capables de creuser des galeries au rocher n'ont pas été jusqu'ici un succès du point de vue économique, à cause de la teneur en quartz des bancs de carbonifère productif.

En ce qui concerne les bures, la méthode de creusement à l'aide d'un trou de grand diamètre a fait ses preuves. Dans la mesure du possible, le rapport entre le diamètre du bure et celui du trou ne devrait pas dépasser 3 : 1, autrement dit, pour un bure d'un diamètre de 5 m on doit forer un trou de 1.650 mm, mais la technique de forage moderne a permis de résoudre ce problème d'une manière tout à fait économique. Dans ces circonstances, on a réussi à porter la profondeur de volée à 5 ou 5,5 m, ce qui, par ailleurs, nécessite l'emploi d'une plate-forme pour la pose du soutènement.

Au sujet des bures, on doit se demander s'il n'est pas possible de trouver des méthodes permettant de raccourcir ou de supprimer entièrement les tronçons non utilisés, c'est-à-dire la partie au-dessus du treuil et les puisards. En effet, ce sont précisément ces parties de bures dont le creusement coûte le plus cher. Leur suppression aurait donc pour résultat une réduction des coûts de creusement relativement plus importante que le nombre de mètres gagnés.

Finalement, on revient toujours dans la Ruhr sur la question de savoir dans quelle mesure un changement du plan d'ossature de la mine permettrait de réduire les coûts des travaux préparatoires au rocher ; en d'autres mots, dans quelle mesure serait-il possible, chez nous aussi — du moins en plateaux et en gisements modérément inclinés — de renoncer à une grande partie des bures habituels, soit dans la mine entière, soit dans une partie du champ d'exploitation, en creusant dans les couches mêmes les ouvrages destinés à les remplacer.

Nous avons entrepris, dans le cadre de la société à laquelle j'appartiens, des études sur ce problème

et elles ont abouti à la conclusion que la rentabilité d'un tel système de découpage est inversement proportionnelle au nombre des veines exploitables entre deux étages. Tant qu'il s'agit d'une seule ou de deux couches, il semble que le découpage à l'aide de plans inclinés en veine pour le transport et l'aérage est plus rentable ; à partir de quatre veines exploitables entre deux étages, il nous semble que le système d'exploitation à l'aide de bures coûte moins cher.

Entretien des travaux du fond.

Nous pouvons constater avec satisfaction une diminution remarquable des postes effectués pour l'entretien des voies entre 1958 et 1962, mais au cours

des dernières années la régression s'est ralentie. Pour 1965, le chiffre se situe à 2,52 postes pour 100 tonnes. En premier lieu, cette évolution est due à l'emploi de cadres de soutènement à profil plus lourd et au garnissage en acier. Cependant, une planification soignée de l'exploitation, dans le but d'éviter des piliers résiduels et des pressions additionnelles, a également contribué à ce résultat.

Sous le même poste de dépenses, nous comptabilisons les coûts des travaux de recoupage dans les travers-bancs et galeries en direction qui entrent pour environ 20 % des postes effectués. Récemment, les fabricants de matériel minier ont mis au point des rabasseneuses-chargeuses qui rendent d'excellents services. Une soixantaine de ces engins sont en service (fig. 2 et 3).



Fig. 2.
Rabasseneuse-chargeuse.



Fig. 3.
Chargeuse spéciale Hausherr
pour les travaux de rabassenage.

Déferrage et redressement.

En 1960, nous avons inséré dans notre Plan Comptable un poste spécial « Déferrage et redressement » qui comprend toutes les dépenses relatives au désameublissement des voies et des tailles. Cette

mesure reflète l'importance croissante de la récupération du matériel précieux installé au fond, surtout dans les tailles mécanisées, en plateau.

Bien que le progrès du taux de mécanisation se soit traduit par un accroissement massif du nombre des étançons métalliques et des cadres et, par conséquent aussi, de la masse de matériel à récupérer, le nombre des postes effectués pour ces travaux a diminué de 18 % entre 1960 et 1965, progrès qui s'explique par une meilleure organisation du travail et la mise au point de solutions techniques perfectionnées pour la desserte du matériel retiré. En 1965, le nombre de postes effectués pour ces travaux s'élève à 1,19 poste/100 tonnes nettes.

Travaux préparatoires en veine.

Par le terme « Travaux préparatoires en veine », je voudrais entendre dans ce contexte exclusivement le creusement de liaisons en veine entre les voies de tête et de base. Les problèmes techniques posés par le creusement de voies en veine, pour autant qu'elles entrent dans cette rubrique du Plan Comptable, seront examinés sous le titre de « Traçages en veine ».

En parlant du creusement des montages, il semble indiqué de faire une distinction dans nos considérations entre les différentes catégories de pendage et je propose d'adopter le même schéma pour les autres postes de dépenses encore à examiner.

En règle générale, les couches en plateure ou peu inclinées sont moins dérangées que les couches en dressant. On est donc moins souvent forcé de relater de nouveau la voie de tête à la voie de base. En outre, la mécanisation du creusement des montages est plus facile en plateure parce que les machines peuvent avancer sûrement sur le mur. Par contre, la desserte des produits abattus coûte plus cher dans les veines horizontales ou peu pentées.

On essaie une nouvelle machine, baptisée « Nashorn », pour mécaniser le creusement de montages dans les couches d'une puissance supérieure à 1,20 m (fig. 4).



Fig. 4.

Traceuse en charbon Nashorn VS 1 de la Demag.

Dans des circonstances particulières, on peut tracer en veine à l'aide d'un « Mineur Continu » les trois côtés d'un rectangle, le troisième représentant alors le montage. De cette façon, on a atteint un rendement front de 1,27 m par homme-poste.

L'encouragement à la mécanisation du creusement des montages en plateure est relativement limité, étant donné que le nombre de postes effectués pour ce travail ne dépasse pas 1,88/100 tonnes nettes.

Dans les semi-dressants et dressants, la question se présente sous un aspect différent. Là, le massif est plus accidenté et, par conséquent, on doit creuser des montages plus souvent. Au-delà d'une longueur de 80 m, le rendement dans les montages décroît rapidement, à moins que l'on ne dispose d'installations spéciales pour le transport du matériel et du personnel. En outre, il se dessine dans ce domaine de pendage de nouvelles méthodes d'abattage dont la rentabilité dépendra de la possibilité de creuser les montages sans trop de dépenses. Dans ces circonstances, on comprend facilement que nous cherchons à trouver, d'une manière ou d'une autre, une possibilité de mécaniser le creusement des connexions entre la voie de tête et la voie de base.

En premier lieu, on doit mentionner les méthodes par sondage. En général, un simple trou de sonde ne suffit pas pour faire démarrer une taille. Les sondeuses à deux vis, bien que permettant de forer un trou de 400 mm ou même avec tête d'alésage de 600 mm, ne conviennent que jusqu'à une longueur de 70 m, ce qui ne suffit pas, dans la plupart des cas, pour les relevées de nos tailles qui sont dictées par la hauteur d'étage. L'essai de creuser un montage d'une largeur de 1,10 m par brèche montante à l'aide d'une haveuse à tambour se heurte encore à plusieurs difficultés qui, cependant, ne me semblent pas insurmontables (fig. 5).



Fig. 5.

Haveuse à tambour destinée au creusement des montages (siège Heinrich).

Actuellement, on emploie de plus en plus une combinaison de deux procédés (fig. 6). D'abord, on fore un trou pilote dans lequel la haveuse à tambour est hissée par câble. De cette façon, on réussira à creuser mécaniquement des montages de 1,40 m de largeur.

Enfin, il semble indiqué de faire remarquer dès maintenant que l'eau sous pression pourrait être un outil d'abattage très approprié et, dans cet ordre d'idées, on pourrait envisager dans une mine de type conventionnel d'abattre le charbon au moyen de quantités d'eau relativement faibles, par exemple 0,2 m³/min sous des pressions allant jusqu'à 300 kg/cm².

En général, on exige que toutes ces méthodes permettent de creuser aussi des montages qui ne suivent pas la ligne du pendage de la couche, mais qui en dévient, de sorte qu'un chantier d'exploitation

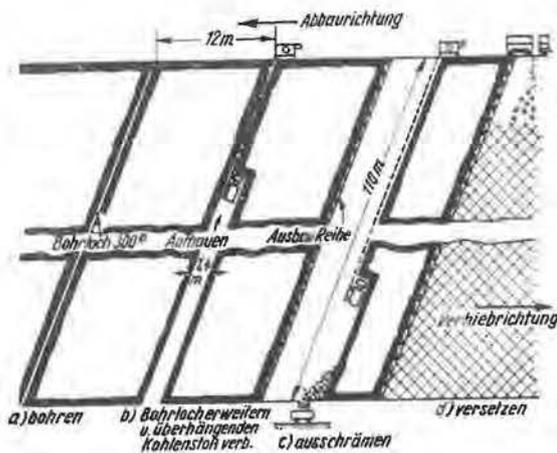


Fig. 6.

Schéma de creusement de montages

à l'aide de trou pilote et d'une haveuse à tambour.

Abbaurichtung: direction de l'avancement - Bohrloch: trou - Aufhauen: montage - Ausbau Reihe: file d'étaçons - Bohren: forage - Bohrlocherweitern und überhängenden Kohlenstoss verb.: élargissement du sondage et boisage du front en surplomb - Ausschrammen: havage - Verhiebrichtung: direction de l'abattage - Versetzen: remblayage.

mécanisé puisse démarrer immédiatement à partir du montage sans qu'il soit nécessaire de donner d'abord au front la direction désirée, oblique par rapport au pendage.

Creusement des voies de chantier.

Lorsqu'on regarde simplement les données statistiques dans ce domaine, les charbonnages de la Ruhr pourraient être très satisfaits de la régression du nombre des postes effectués, postes qui sont tombés de 3,96/100 tonnes de production nette en 1958 à 2,70 en 1965.

Il est difficile de dire dans quelle mesure cette régression peut être attribuée aux améliorations de la technique du traçage et de l'organisation du travail, puisqu'on le rapporte à une production nette de 100 tonnes. C'est pourquoi, il est intéressant d'examiner séparément — pour chaque catégorie de pendage — le besoin de traçages en veine par rapport à la production.

Comme il ressort du tableau VIII, le nombre des mètres creusés pour 1.000 tonnes de production a diminué dans tous les domaines de pendage. En partie, cette évolution reflète sans doute la rationalisation négative, c'est-à-dire l'abandon de couches minces qui demandent, pour la même relevée, un plus grand nombre de mètres de voie pour 1.000 tonnes de production que les couches plus puissantes.

Dans les dressants, les chiffres révèlent encore une autre influence, à savoir l'accroissement de la relevée qui a été rendu possible par l'application de méthodes d'abattage réservées jusqu'ici aux gisements en plateure, à des couches inclinées, du moins

TABLEAU VIII.

Traçages en veine. — Mètres de voies nécessaires pour une production nette de 1.000 tonnes.

	en plateure	couches inclinées	en-semi-dressant	en dressant
Novembre				
1958	7,0	8,5	13,1	15,0
1965	6,2	6,6	7,6	13,9
Régression par rapport à 1958 (%)	11,4	16,2	42,0	7,3

dans le groupe de pendage compris entre 40° et 50°.

Lorsqu'on considère les tendances de l'évolution dans le domaine du creusement des voies de chantier, on peut affirmer que nous avons commencé à mettre en doute un grand nombre de nos habitudes techniques et que nous les soumettons de nouveau à un examen approfondi.

En premier lieu, il s'agit de la forme des voies. Elle est le résultat d'une évolution historique, basée sur l'usage de berlines. Mais est-ce que d'autres formes de section de la voie ne permettraient pas l'accomplissement des diverses fonctions: évacuation du charbon, amenée des matériaux de remblayage, transport du matériel, aérage et circulation du personnel ?

Si on pouvait creuser, en plateures, toute la voie entièrement dans le charbon, on pourrait utiliser avec succès les machines déjà mentionnées en parlant des montages, savoir le mineur continu et la « Nashorn ».

Le champ d'application de cette technique est fort restreint par une prescription de l'administration des mines qui demande une hauteur minimale des voies de 1,80 m, tandis que l'ouverture moyenne des veines exploitées ne dépasse pas 1,50 m.

Pour répondre aux prescriptions réglementaires, on devrait donc utiliser, à côté de l'abatteuse, une deuxième machine capable de couper les épontes. Mais, une voie en veine n'offre pas suffisamment d'espace pour deux machines à la fois. C'est pourquoi les charbonnages de la Ruhr ont perfectionné et essayé une machine nommée la « Wohlmeyer », qui a fait ses débuts en Autriche (fig. 7). Elle permet de creuser des voies de section circulaire dans des veines de puissance variable à épontes argileuses.

Le creusement des voies uniquement en charbon ou à l'aide de la traceuse Wohlmeyer présenterait l'avantage de pouvoir tracer la voie indépendamment de la taille, avant le démarrage de celle-ci, de sorte que l'on passerait probablement à l'exploitation rabattante.

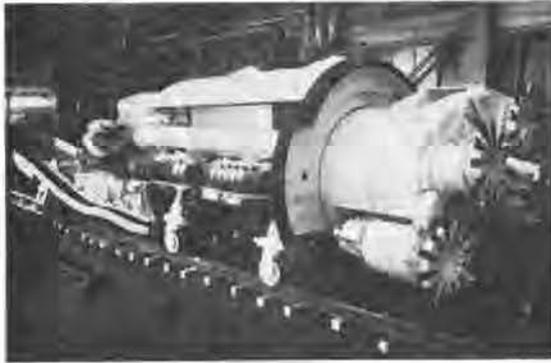


Fig. 7.
Traceuse Wohlmeier (nouveau type)

Il convient de signaler, cependant, que pour les motifs exposés, le creusement des voies d'abattage entièrement dans le charbon a été restreint à quelques cas exceptionnels. Il n'existe d'ailleurs, jusqu'ici qu'un seul prototype de la Wohlmeier.

La méthode de creusement conventionnelle, abattage du charbon à l'aide du marteau-piqueur et bosseyement des épontes par tir, ne permet qu'une vitesse d'avancement limitée. Lorsqu'on veut creuser par cette méthode des voies pour l'exploitation rabattante, on doit y installer dès le début les engins de transport dont on aura besoin plus tard, c'est-à-dire des transporteurs continus dans les couches en plateau. Ceci présuppose des coûts de premier établissement élevés, et le fonctionnement ininterrompu pendant 24 heures, avec des quantités transportées relativement petites, entraîne une forte usure et des frais de service élevés aux stations de transfert. Ainsi s'explique que l'exploitation rabattante est relativement rare dans les plateaux, malgré ses avantages incontestés pour la taille et pour les opérations ultérieures.

On devra donc trouver des transporteurs moins coûteux pour le creusement des voies de chantier destinées à l'exploitation rabattante.

Dans les dressants, ces questions ne se posent que très rarement, pour le moment. La desserte par berlines est suffisante pour la production relativement faible d'environ 240 t/jour par chantier.

D'autre part, il est clair que l'existence future des chantiers dans ce domaine de pendage dépendra d'un accroissement considérable de la production unitaire, ce qui signifie que là également on devra chercher des moyens de desserte moins onéreux.

Dans les dressants, il est plus facile que dans les plateaux de creuser la presque totalité des voies dans le charbon même (fig. 8). La largeur minimale de la voie est dictée par le moyen de desserte. Les transporteurs classiques à une seule chaîne demandent environ 1,50 m. La section plus grande dont on

a besoin pour d'autres motifs, par exemple pour l'aérage, est gagnée au toit. En outre, la longueur de ces voies est relativement courte, environ 150 m, ce qui s'explique par le type d'engin de desserte imposé par l'état présent de la technique, savoir le transporteur à une seule chaîne.

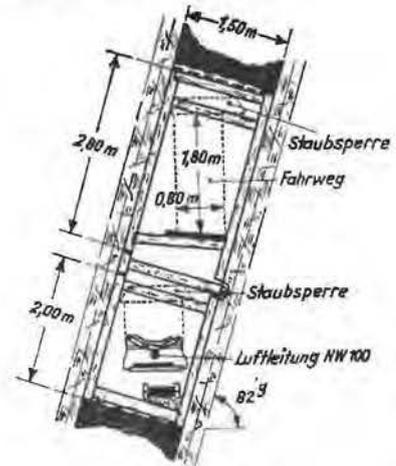


Fig. 8.
Voie de chantier en dressant, creusée entièrement dans le charbon.
Staubspërre : arrêt-barrage - Fahrweg : allée de circulation du personnel - Luftheitung : canalisation d'air comprimé (100 mm).

Ainsi, le schéma de découpage dans ces conditions de gisement se présente comme suit (fig. 9). On creuse une seule voie en veine qui permet la circulation de berlines. A partir de cette voie, on creuse des travers-bancs de recoupe tous les 500 m. La rentabilité est assurée, si les économies faites par la suppression d'une deuxième voie d'abattage et par l'emploi de transporteurs continus relativement courts dépassent le prix de revient du creusement des travers-bancs.

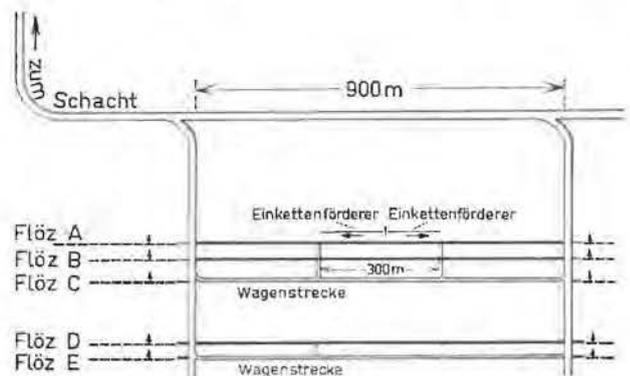


Fig. 9.
Plan d'exploitation par blocs (Heinrich Bergbau AG).
Wagenstrecke : voie de desserte avec berlines - Einkettenförderer : convoyeur à une seule chaîne - Lufz : vers le puits.
En hachuré : voie de roulage de section approximative de 10 m².
En trait plein : voie pour convoyeur mono chaîne de section approximative de 4 m².

La taille.

Un coup d'œil sur la ventilation des dépenses du fond met en évidence la prépondérance de la taille. Ici, nous constatons une régression importante du nombre de postes effectués pour une production de 100 tonnes : de 20,65 en 1958, l'indice a été réduit à 12,60 en 1965.

Quelle que soit la pente des couches, l'accroissement de la production par chantier d'abattage est le moyen le plus sûr d'arriver à une réduction des coûts ; cette remarque vaut aussi bien pour les travaux en taille que pour un grand nombre des opérations ultérieures. Il me semble utile de déclarer dès maintenant que l'on devrait considérer non seulement la valeur momentanée de la production par chantier, mais plutôt le résultat au cours d'une période plus longue, par exemple la production annuelle provenant d'une taille. Evidemment, les méthodes permettant d'aboutir à un accroissement de la production d'un chantier sont différentes, en fonction du pendage.

Examinons d'abord, comme auparavant, le cas des couches en plateure ou peu inclinées.

Alors que la limite officielle de ces deux catégories a été fixée à la pente de 40°, j'ose dire que l'évolution technique permet de tracer la ligne de démarcation plutôt à 50°, la pratique ayant démontré que l'emploi d'ancrages efficaces et de cloisons de remblayage fixées au soutènement mécanisé permet d'appliquer aussi dans les tailles inclinées, avec une pente jusqu'à 50°, les méthodes d'exploitation qui sont d'usage en plateure.

Abstraction faite de la puissance de la veine, la production d'une taille est fonction de sa longueur et de la vitesse d'avancement (à présent, les chiffres moyens se situent à 685 t par jour pour les gisements inclinés de 0 à 40°, dont 540 t/jour pour les couches inclinées de 20 à 40°). Les frais de premier établissement pour une taille donnée sont en partie fixes et en partie fonction de sa longueur. Dans une taille entièrement mécanisée, l'installation des têtes motrices aux deux extrémités, c'est-à-dire les ancres, l'amenée d'énergie, etc., exige, indépendamment de la longueur de la taille, une dépense d'environ 850.000 DM, somme à laquelle il faut ajouter 10.000 DM pour chaque mètre de longueur de la taille.

Comme le Dr Hellemans présente à la même session une communication sur la longueur optimale d'une taille, d'autres remarques de ma part sur ce sujet seraient superflues.

Les méthodes d'exploitation en plateure et dans les couches inclinées sont caractérisées par le fait que le guidage des machines est assuré par le transporteur. En principe, le fonctionnement de ces machines, le rabot et la haveuse, donne satisfaction.

Dans les charbonnages de la Ruhr, l'avance triomphale du rabot n'a pas connu d'arrêt jusqu'ici. En

effet, le rabot contribue pour 57 % de la totalité de notre production. Par contre, l'abattage par découpage a même perdu du terrain. Il n'a fourni que 15,3 % de la production nette en 1965.

On peut se demander cependant avec raison si, avec les progrès du soutènement mécanisé, le rabot maintiendra sa position privilégiée, dans des conditions de gisement qui permettent également l'emploi d'une haveuse à tambour.

L'abattage par découpage permet d'adapter la profondeur de coupe de la machine d'abattage exactement à la longueur de pas du soutènement. De plus, les haveuses à tambour réglable en hauteur peuvent découper la veine sur toute sa puissance. Elles évitent les incidents de marche qui interviennent dans les tailles à rabot par suite de la chute de gros blocs. Les haveuses travaillant dans les deux sens sont capables d'abattre le charbon aussi dans les niches. A l'aide d'un tambour-foreur hélicoïdal, la machine pratique son entaille dans la nouvelle allée.

Indépendamment de la machine d'abattage, la priorité est réservée dans nos travaux de développement aux problèmes que pose la jonction taille-voie.

On peut les classer en trois groupes :

1. La disposition actuelle des commandes de part et d'autre du convoyeur empêche l'abatteuse du chantier de découper le charbon aux deux extrémités de la taille.

Deux possibilités se dessinent pour écarter cet obstacle. On pourrait, par exemple, transférer les têtes motrices de la taille dans la voie (fig 10). Ceci présuppose une série de modifications de construction, mais ces difficultés ne semblent pas insurmontables.

Ou bien, on installe toutes les têtes motrices exclusivement du côté arrière-queue et, si l'on adopte ce schéma, une nouvelle construction dans le domaine des électromoteurs me semble offrir une solution plus économique que la commande hydraulique. Il s'agit de moteurs à pôles commutables dont la caractéristique est similaire à celle des moteurs pour trains de rouleaux et qui

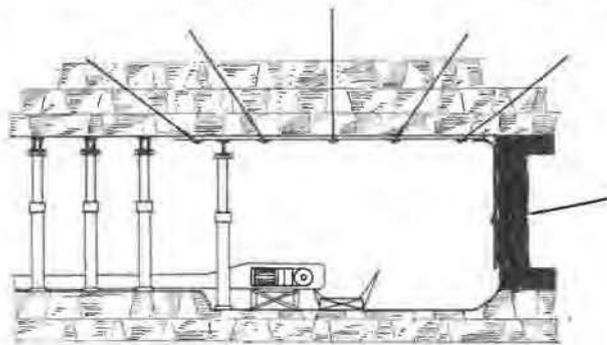


Fig. 10.

Placement des têtes motrices de l'abatteuse et du convoyeur dans la voie et soutènement par boulons d'ancrage (couches puissantes).

peuvent doubler la puissance débitée avec un nombre de tours réduit de moitié. Leur prix n'est qu'un peu plus élevé que celui de la plupart des moteurs à cage d'écureuil qui sont offerts sur le marché.

2. On peut abattre le charbon avec une haveuse à tambour, travaillant dans les deux sens. Si l'abatage se fait au rabot, on peut laisser les commandes dans la taille en utilisant un rabot additionnel qui vient d'être mis au point (fig. 11). Ce rabot, relié au rabot principal par une barre, a pour tâche d'abattre le charbon au-delà de la fin de course du rabot principal et de pousser le charbon abattu dans la voie (fig. 12).
3. Le soutènement aux extrémités de la taille doit être disposé entre les têtes motrices de façon à assurer un soutènement suffisant du toit découvert, qui s'étende aussi loin que possible, jusqu'à front. Le soutènement en voie a pour tâche d'étayer avec une force portante élevée les bordures de la taille, en laissant toutefois suffisam-



Fig. 11.
Rabot auxiliaire pour niche.



Fig. 12.
Rabot auxiliaire pour niche.

ment d'espace pour ne pas gêner le transport des éléments de machines ou de soutènement dont on a besoin en taille.

Dans nos efforts visant à augmenter la production des chantiers et à améliorer de cette façon la rentabilité, il me paraît très important que nous cherchions à augmenter sensiblement le temps d'abatage effectif annuel. Dans la plupart des charbonnages de la Ruhr, on est satisfait si le pourcentage des heures de marche des abatteuses, par rapport au nombre d'heures effectives de travail, à front pendant les postes d'abatage, est aussi élevé que possible. Cette optique cependant n'est pas correcte au point de vue économique. Pour assurer l'amortissement et la rémunération des énormes sommes qui sont investies dans les tailles modernes, nous disposons théoriquement de 365 jours par an, chaque jour à 24 heures, c'est-à-dire 525.600 minutes chaque année. D'après les renseignements des charbonnages, le temps de marche moyen des rabots et des haveuses, en cas de deux postes d'abatage, ne dépasse pas 430 minutes/jour. Pour 1967, la convention avec le Syndicat des Mineurs a fixé le nombre de jours ouvrables à 250. Compte tenu de la proportion des deux types de machine et pour autant que des dérangements sérieux n'amènent la perte de production de certains chantiers pendant des postes entiers, le chiffre de 255 jours ouvrés signifierait que le temps de marche moyen des abatteuses se limiterait à environ 107.500 minutes par an, donc tout au plus 20 % de la totalité des minutes d'une année calendrier.

Naturellement, prétendre que nos chantiers devraient travailler 365 jours par an serait une utopie et, de même, on ne peut pas s'attendre à ce que l'abatage marche en continu 24 heures par jour durant une période prolongée.

Par contre, il me semble possible d'organiser les chantiers de sorte que l'on prévoie 300 jours ouvrables par an avec 18 heures chaque jour pour l'abatage et un taux d'utilisation des machines de 70 %. Ceci mènerait à 226.800 minutes de marche par an, donc à un degré d'utilisation effective de 43 % des minutes disponibles.

De cette façon, on pourrait doubler la valeur actuelle de la production annuelle par chantier.

Pour atteindre cet objectif à long terme, tout comme pour améliorer immédiatement la durée journalière de la marche des machines, nous devons nous efforcer de réduire dans la mesure du possible les arrêts de fonctionnement.

Ce but peut être atteint en premier lieu par les mesures suivantes :

- 1°) autoguidage du rabot pour empêcher sa pénétration dans le mur ;
- 2°) suppression de la course de déblaiement des haveuses ;
- 3°) suppression des arrêts causés par le transporteur.

Tous ces problèmes font l'objet de nos études et c'est surtout le troisième point qui laisse espérer des résultats dans un avenir immédiat.

Les travaux en cours sont concentrés sur deux objectifs principaux :

1. Le rendement des machines ne doit pas être réduit par une capacité insuffisante du transporteur en taille. Ceci présuppose que le rapport des vitesses de marche des deux engins soit égal à 3 : 1, si leur sens de marche est le même. On peut y arriver en augmentant la vitesse, soit du rabot, soit du transporteur. Une vitesse plus élevée du rabot implique un accroissement du rendement et est donc préférable.

Lorsqu'on veut quand même augmenter la vitesse de marche du transporteur, cette mesure devrait être limitée aux périodes de marche dans le même sens pour éviter une usure inutile.

Techniquement, deux solutions sont possibles : l'emploi d'une transmission permettant le changement de vitesse en charge ou bien l'installation de moteurs à pôles commutables. Les commandes hydrauliques ne s'y prêtent pas et, en outre, elles sont trop chères. En ce qui concerne l'allégement du démarrage par voie hydraulique pour ménager le convoyeur, l'avenir nous apprendra la valeur de cette solution.

2. La deuxième recherche en cours a pour but de réduire le nombre des arrêts qui résultent d'une disposition non rectiligne du convoyeur.

On cherche à mettre au point un enregistreur qui serait traîné sur toute la longueur du convoyeur pour noter les déviations d'une ligne neutre indiquée par une boussole. Le prototype d'un tel instrument vient d'être construit.

Une des conditions préliminaires d'un accroissement de la vitesse d'avancement est l'utilisation du soutènement mécanisé.

A présent, il y a dans le Bassin de la Ruhr 60 tailles équipées de soutènement mécanisé qui produisent 8 % de l'extraction totale.

Pour le moment, l'introduction du soutènement mécanisé ne permet de compter que sur une réduction relativement faible des dépenses pour le soutènement en taille : en effet, même si l'on parvient à tripler le rendement des préposés aux étançons, ce gain serait presque entièrement absorbé par les frais de premier établissement très élevés. C'est donc, en premier lieu, sous l'aspect de l'augmentation de la production par chantier que l'on doit considérer la question du soutènement mécanisé.

A présent, l'évolution technique du soutènement mécanisé va dans trois directions :

1. L'augmentation de la vitesse de soutènement signifie : prendre les mesures appropriées permettant de soutenir plus vite le toit exposé pour

éliminer le facteur « temps » qui est souvent la cause d'une mauvaise tenue du toit.

2. On cherche à accorder la longueur du porte-à-faux à la longueur du pas du soutènement, de façon à raccourcir dans la mesure du possible la distance entre le front et l'extrémité des rallonges. On a l'intention d'automatiser ce processus.

3. Pour permettre le contrôle, même d'un toit fracturé, avec emploi du soutènement mécanisé, on veut le faire avancer dans ce cas en gardant le contact avec le toit.

Il y a encore deux autres facteurs qui peuvent limiter la production d'un chantier, à savoir le remblayage et l'émission de gaz.

Dans le domaine du remblayage, aucun progrès technique n'a été réalisé, abstraction faite d'une amélioration des systèmes de communication entre la taille et la remblayeuse, ce qui s'est traduit par une réduction des temps d'arrêt pour cette méthode de remblayage.

De plus, un accroissement du rendement des remblayeuses à environ 350 m³/poste a été rendu possible par l'automatisation de l'amenée des remblais et par une organisation très stricte.

Malgré cela, la restriction du domaine d'application du foudroyage par les règlements de l'administration des mines reste très gênante.

Dans les couches à forte émission de gaz, c'est précisément ce phénomène qui met des bornes à la vitesse d'avancement. Les résultats du seul remède connu jusqu'ici, le captage du grisou, sont limités.

Récemment, on a commencé dans le Bassin de la Ruhr à essayer l'abattage par tarières (fig. 13). Il s'agit d'une méthode d'exploitation partielle selon le même principe que le « auger mining » américain, mais qui exige des traçages en veine trois ou

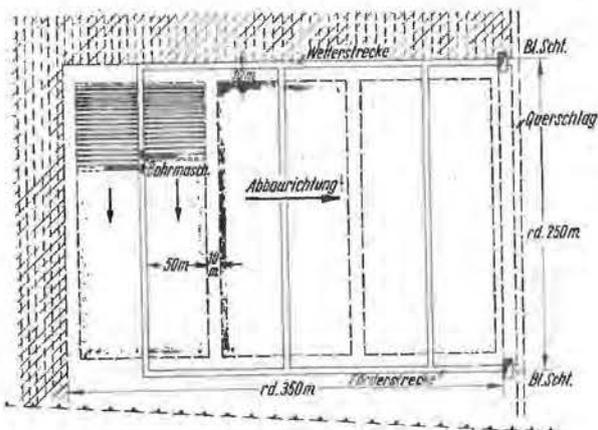


Fig. 13.

Exploitation par tarière (pour piliers résiduels).
 Abbaurichtung : direction d'abattage - Bohrmaschine : sondeuse - Förderstrecke : voie de desserte - Querschlag : travers-banc - Wetterstrecke : voie d'aériage - Blindschacht : bure.

quatre fois plus importants que la technique actuelle de l'exploitation par longues tailles.

Evidemment, la rentabilité de cette méthode dépend des facteurs suivants :

1. Quelle est la longueur de trou que l'on est sûr d'atteindre ? Cette longueur détermine l'écart des voies de chantier à partir desquelles les trous sont forés.
2. Quelles sont les dimensions nécessaires de ces voies de chantier ?
3. Quel est le rendement de forage que l'on peut atteindre ?
4. Quel sera le prix de revient d'emploi des machines ?
5. A quelles pertes de gisement doit-on s'attendre ?
6. Peut-on se libérer de certains soucis qui ont trait à la sécurité ? Par exemple, les précautions pour éviter l'inflammation spontanée des piliers de charbon abandonnés entre les trous de sonde ou les accumulations possibles de gaz dans les trous de sonde.

Pour le moment, il n'est pas encore possible de répondre à ces questions. Les résultats obtenus jusqu'ici laissent espérer qu'il sera possible de mettre au point cette méthode d'exploitation pour permettre le défilage rentable de piliers résiduels ou l'exploitation de veines autrement non exploitables.

Dans les semi-dressants et les dressants, la nécessité d'augmenter la production par chantier est encore beaucoup plus urgente, étant donné que la production moyenne de ces chantiers ne dépasse pas pour le moment 240 tonnes/jour. Jusqu'ici, la mécanisation de l'abattage dans les tailles sur relevage se heurtait à des difficultés, parce que dans un tel cas l'engin d'abattage doit s'appuyer sur un contrefort dont la fixation et le ripage entraînent des dépenses sensibles.

Au cours de ces dernières années, on a réussi à résoudre le problème en substituant au contrefort des câbles et des chaînes mis en tension, produisant le même effet, et qui pressent l'engin d'abattage contre le front de charbon.

Alors que la technique adoptée dans le Bassin du Nord et du Pas-de-Calais prévoit plusieurs engins légers d'abattage fixés à des câbles et entraînés le long du front de charbon, on utilise dans la Ruhr deux engins d'abattage, du genre rabot, guidés par deux chaînes mises en tension et entraînés par une troisième chaîne (fig. 14). Les résultats sont prometteurs pourvu que la pente soit régulière et que le charbon n'ait pas tendance à se délayer. On est parvenu à ramener le nombre de postes effectués en taille à 6,5/100 tonnes de production nette.

Une autre direction de l'évolution consiste à adopter le système d'exploitation par piliers (fig.

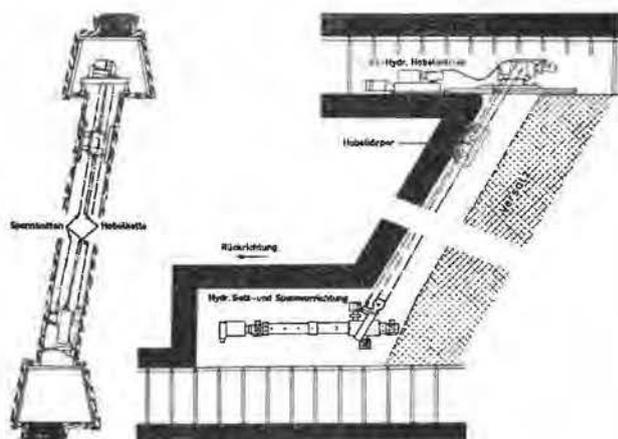


Fig. 14.

Engin d'abattage pour taille sans hommes en dressant. Spannkette: chaînes de tension - Hobelkette: chaîne de rabot - Rückrichtung: direction de ripage - Hydr. Setz- und Spannvorrichtung: dispositif hydraulique de mise sous tension des chaînes - Hobelkörper: corps de rabot - Verstärkung: remblai - El.-Hydr. Hobelantrieb: commande hydraulique du rabot.

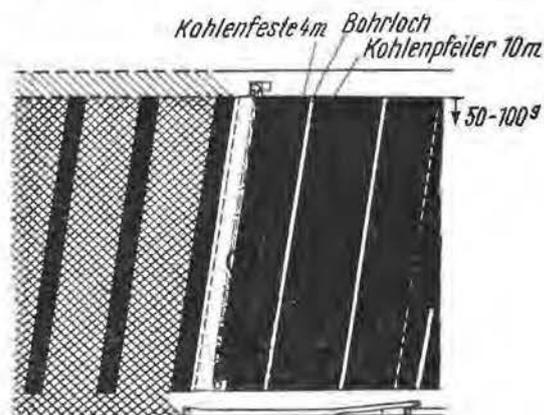


Fig. 15.

Exploitation par piliers.

Kohlenfeste 4 m: stot de charbon (4 m de largeur) - Bohrloch: trou de sonde - Kohlenpfeiler 10 m: pilier de charbon (10 m de largeur).

15). En supposant qu'il soit possible de creuser à un prix de revient raisonnable une recoupe entre la voie de base et la voie de tête, on peut alors imaginer une méthode d'abattage qui consiste dans le défilage mécanisé de piliers de charbon d'une largeur comprise entre 8 et 15 m, soit en chassant, soit en montant, avec remblayage de l'espace déhouillé. Est-il préférable de laisser en place des stots de charbon entre les piliers abattus ou, plutôt, de subdiviser le panneau avant le début du défilage en enlevant d'abord, à l'aide d'une machine de traçage, le charbon entre les piliers à abattre pour remblayer ensuite l'espace vide ? Cette question est actuellement à l'étude.

Quoi qu'il en soit, il semble que l'application des nouvelles méthodes aura pour résultat que les dépenses englobées sous le terme « travaux en veine »

seront de loin moindres dans les semi-dressants et les dressants que dans les couches dont la pente est inférieure à 50°, le coût des matières étant moins élevé. D'autre part, la condition préliminaire du maintien de cet avantage est une réduction des dépenses actuelles pour les voies de chantier dont on a besoin dans une plus grande mesure.

En tout cas, quelle que soit la pente, on a intérêt à reconnaître en temps utile les accidents qui peuvent se trouver dans un panneau destiné à l'exploitation.

Dans les dressants, cette exploitation est importante, d'une part, à cause de la fréquence plus grande des dérangements et, d'autre part, parce que la rencontre d'un accident nécessite le creusement d'un montage, ce qui entraîne la perte d'une partie de la production, même après l'achèvement du montage jusqu'à ce que l'obliquité du front d'abattage par rapport au pendage ait atteint l'angle désiré.

En plateure, l'intérêt de reconnaître en temps utile la tectonique du gisement est dicté par la nécessité de réduire au minimum possible les dépenses d'investissement en vue de préparer des tailles de réserve, munies de tout leur équipement coûteux, tel que abatteuse, moyens de desserte et soutènement métallique.

Dans ce domaine, on propose un procédé qui semble capable de fournir des résultats utiles pourvu que les voies de chantier aient déjà été creusées (fig. 16). En principe, cette méthode consiste à tirer quelques coups de mine légers dans des trous forés dans les plans de stratification entre la veine et les épontes. L'intensité des ondes de détonation est mesurée à une série de points d'enregistrement. Les résultats de plusieurs stations sont transmis simultanément à une station centrale par un nombre correspondant d'instruments de mesure. Les déviations de tous les instruments de mesure sont filmées et dépouillées ultérieurement. De cette façon, on peut

prévoir approximativement l'allure d'une faille et son rejet.

Entretien des voies de chantier.

En 1958, les travaux d'entretien dans les voies de chantier et dans les recoupes secondaires exigeaient encore 3,82 postes/100 t de production nette. Ce chiffre très élevé s'expliquait en premier lieu par le fait que les pensions de retraite des anciens abatteurs étaient tellement modiques jusqu'à 1957 que les charbonnages se croyaient obligés de les employer, à un taux de salaire réduit, en tant que « aide-boiseurs » au-delà de l'âge officiel de retraite. Une hausse sensible des pensions à partir du 1er juillet 1957 permit de mettre à la retraite ces vieux ouvriers. Ceci se matérialisa très rapidement, et déjà en 1959, le nombre de postes effectués pour une production nette de 100 tonnes tomba à 1,79 et, en 1965, à 0,99.

D'autres facteurs ont contribué à ce succès. Citons le renforcement du soutènement de voie par l'emploi de profils plus lourds, le raccourcissement de la distance entre cadres et l'introduction, dans une plus grande mesure, de l'exploitation rabattante.

Ces dépenses diminueront encore davantage lorsque la cohésion du massif sera moins affectée ou détruite dans l'avenir, grâce à l'emploi de machines de traçage pour le creusement des voies au lieu du travail traditionnel à l'explosif.

Desserte, transport du matériel et du personnel.

L'industrie houillère est caractérisée par la production de grandes quantités de matières en vrac, bon marché. C'est pourquoi les coûts de transport représenteront toujours un pourcentage élevé du prix de revient de ces produits. On comprend donc facilement que les charbonnages ne cessent pas d'étudier les améliorations de la rentabilité de ces opérations.

En ce qui concerne la desserte du charbon et des schistes, il est aujourd'hui largement admis que l'on devrait subdiviser, dans la mesure du possible, le système de ces opérations en plusieurs circuits indépendants l'un de l'autre. Dans cet ordre d'idées, le concept de trois circuits indépendants s'impose : le premier comprend la desserte en taille, dans les voies de chantier et dans les bures, le deuxième, les galeries principales de roulage, et le troisième, l'extraction.

De cette façon, on évite que des dérangements dans une étape de la desserte n'affectent une ou plusieurs des opérations en amont. La protection la plus efficace se réalise par insertion de trémies d'une capacité suffisante.

Là où il importe peu de conserver le charbon classé pour des raisons commerciales, on assurera le mieux la desserte continue du charbon brut lors de son

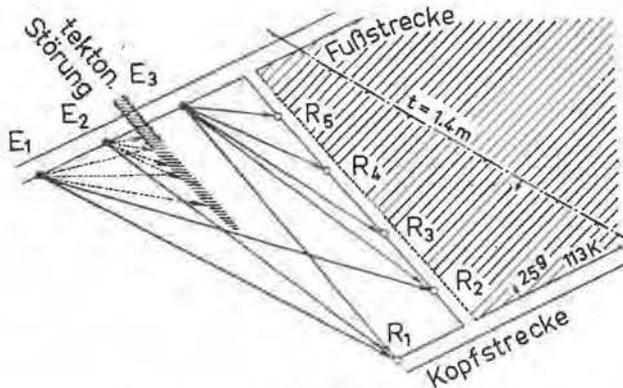


Fig. 16.

Repérage d'accidents tectoniques en chantier.

Tekton. Störung : accident tectonique - Kopfstrücke : voie de tête - Fußstrücke : voie de base.

- excitatrices : E₁ à E₃.
- enregistreurs : R₁ à R₅.

passage sur le transporteur, dans les descenseurs hélicoïdaux et dans les trémies en réduisant son calibre jusqu'au degré limite compatible avec les nécessités de la préparation mécanique et de l'utilisation des produits marchands.

Dans les voies de chantier, la desserte des charbons et des schistes est assurée par des transporteurs continus pourvu qu'il s'agisse de quantités suffisantes à évacuer. Les transporteurs à écailles en acier ont longtemps joué le premier rôle, mais au cours des dernières années, leur quote-part a diminué au profit des convoyeurs à bande en caoutchouc ou en matière synthétique ignifuge. Ceci s'explique surtout par le fait que, non seulement l'entretien des transporteurs à écailles coûte plus cher que celui des convoyeurs à bande, mais également le transport des éléments nécessaires pour l'extension des transporteurs et leur installation au fond. L'importance que l'on a attachée dans le passé à l'aptitude des transporteurs à s'inscrire en courbe a diminué. Elle était dictée par le désir de pouvoir installer des convoyeurs aussi longs que possible sans les subdiviser en plusieurs tronçons.

De cette façon, on a pu supprimer les surveillants nécessaires à chaque point de transfert ; pour cette économie, on était prêt à payer un prix d'achat de 100 % plus élevé. Entre-temps, la mise au point de dispositifs de commande et de contrôle électriques a permis de retirer les surveillants des points de transfert des convoyeurs, et leur aptitude à s'inscrire en courbe a perdu beaucoup de son intérêt.

Dans les cas où la production relative par unité de temps est encore faible, comme dans la plupart des tailles en semi-dressant ou en dressant, ce sont toujours les berlines normales ou les wagonnets à déchargement latéral qui servent à la desserte du charbon et des schistes dans les voies de chantier. Comme moyen de traction, on trouve de plus en plus les locomotives à accumulateurs.

Dans ce domaine, l'évolution de la technique de commande a offert des possibilités de rationalisation. On peut se passer maintenant des manœuvres qui, dans le passé, étaient nécessaires pour remettre le locotracteur à la tête du train, en mettant la locomotive à une extrémité du train et un wagon de guidage à l'autre. Le machiniste se trouve toujours à la tête du train. Même de l'extérieur, il peut faire avancer le train par radio, wagon par wagon, sous une station de chargement, et diriger de cette façon le remplissage.

Pour le transport intermédiaire des charbons dans les bures, transport descendant en général, on se sert de descenseurs hélicoïdaux. Leur capacité de stockage, 0,6 t/m, ne suffit pas pour une protection efficace contre les répercussions d'incidents qui pourraient survenir dans les galeries de roulage, et c'est

pourquoi on installe de plus en plus des trémies coniques en tôle en dessous des descendeurs.

Le transport des schistes dans les bures peut se faire en montant ou en descendant. Pour le transport en descendant, on utilise des descenseurs hélicoïdaux à forte pente ou bien des descenseurs en escalier, le dernier type se prêtant uniquement aux schistes non argileux. Le transport en montant est assuré dans la plupart des cas par des skips, système qui permet un degré élevé d'automatisation.

Il convient de signaler que, même dans un passé relativement récent, l'automatisation de l'extraction dans les bures des charbonnages de la Ruhr s'est heurtée aux objections de l'administration des mines. Mais, entre-temps, une autorisation a été donnée pour une série d'installations qui fonctionnent sans problèmes.

Dans les bures avec cages à plusieurs étages, on avait cru qu'il serait nécessaire d'employer des moteurs à courant continu, mais entre-temps on a réussi à trouver des solutions permettant l'installation de moteurs à courant triphasé qui coûtent moins cher. A mon avis, la solution la plus prometteuse est l'emploi de moteurs à pôles commutables avec ou sans moteurs-freins.

Les signaux sont donnés à partir de la cage moyennant un câble traînant, système auquel l'administration des mines s'était opposée longtemps.

On a automatisé avec profit, au cours de ces dernières années, le soutirage des matières en vrac stockées en trémies et leur chargement dans des berlines ou des wagonnets à déchargement latéral. Toutes les impulsions nécessaires peuvent être données par des barrières lumineuses, des contacts de rail, des indicateurs de niveau ou des instruments ultra-soniques.

Dans les galeries principales de roulage, l'exploitation par locotracteurs et berlines prédomine, ce qui s'explique par le fait que ce système permet le transport non seulement du charbon mais encore des schistes, du matériel et du personnel.

Pour cette rubrique de dépenses, le nombre de postes effectués par 100 tonnes nettes a diminué de 7,51 en 1958 à 4,79 en 1965.

En ce qui concerne les berlines, l'évolution est caractérisée par l'augmentation régulière de leur capacité. Dans tous les chantiers où l'on n'a pas intérêt à conserver du charbon de grosse granulométrie et où le volume de la production est suffisant pour assurer la rentabilité de l'emploi de transporteurs continus dans les voies de chantier, les berlines restent au niveau de l'étage de roulage, ce qui permet d'agrandir leurs dimensions.

Comme la statistique le montre, la capacité totale des berlines en service a diminué de 14 % entre 1958 et 1964, tandis que la capacité totale des berlines d'une capacité supérieure à 2.400 litres a aug-

menté de 111 %. Ce seul fait suffit à expliquer en partie l'amélioration dans cette rubrique de dépenses.

Il y a encore d'autres possibilités de faire des économies dans ce domaine. La mesure et la transmission à distance des deux paramètres suivants, savoir la quantité de charbon stocké dans les trémies en amont des galeries de roulage et le nombre des berlines vides disponibles à la station de chargement, donnent la possibilité d'améliorer le régime de circulation des berlines et des locomotives.

La rotation des trains est accélérée s'il n'est plus nécessaire de décomposer les rames. Une disposition appropriée des voies ferrées et des installations spéciales permettant la vidange des berlines sans découplage sont les moyens techniques que l'on utilise pour y aboutir. De ce fait, l'un des problèmes qui nous ont occupés depuis des décennies, à savoir la mise au point de dispositifs sûrs d'accouplage et de découplage pour les berlines, n'est plus aussi urgent.

Il reste quand même suffisamment de cas qui nécessitent une décomposition des rames, et c'est pourquoi on continue dans plusieurs pays producteurs de charbon les recherches visant à une solution de ce problème.

L'accroissement de la longueur des galeries de roulage horizontales, conséquence logique des fusions de plusieurs sièges, entraîne l'augmentation de la vitesse de marche des trains. Dans ce but, il sera nécessaire de disposer les voies ferrées de façon à réduire au minimum le nombre des aiguillages.

Le transport du matériel au fond est toujours une activité à forte densité de main-d'œuvre. Une solution économique de ce problème est difficile à trouver, ce qui s'explique surtout par la grande diversité du matériel à transporter et de ses dimensions. En tout cas, le monorail s'est imposé dans les voies de chantier et le prochain pas doit être la suppression des transbordements de matériel avant sa fixation au monorail. Des dispositifs appropriés sont à l'essai.

M. Schucht, qui étudie ces problèmes d'une manière approfondie avec grand succès depuis plusieurs années, présente un rapport sur ce chapitre important.

Le transport du personnel rentre dans le cadre des problèmes de desserte. A cause de la forte hausse des salaires, accompagnée d'une diminution du nombre de jours ouvrables, nous devons faire de notre mieux pour profiter du temps de travail théoriquement disponible. Il faut donc que le personnel arrive aux chantiers aussi vite que possible et sans effort physique. Dans ce domaine, il reste encore beaucoup à faire.

Il est de règle que le transport du personnel au niveau de roulage soit assuré par des trains. Le gain de temps reste insuffisant dans tous les cas où

le départ des trains est retardé par les temps d'attente, imputables à la translation par à-coups du personnel dans les puits. Le même désavantage se répète dans les bures avec leur capacité restreinte. On a proposé l'emploi d'autobus à rail avec une capacité de 20 personnes, précisément le nombre qui trouve place dans une cage de bure ; la voiture serait conduite par un membre du personnel du chantier de façon à pouvoir se passer d'un chauffeur.

Pour le transport du personnel dans les voies de chantier, on dispose de plusieurs moyens : monorails, chariots « coolie » et rames à éléments articulés pour voie étroite qui ont déjà fait leurs preuves pendant des périodes prolongées dans plusieurs chantiers. L'un des désavantages de ces systèmes réside dans le fait que le transport du personnel ne peut être organisé en continu, comme par exemple dans le cas des télésièges, et que certaines conditions minimales doivent être remplies en ce qui concerne la section de la voie et l'état du toit et du mur.

Autres activités au fond.

Comme la statistique le montre, la réduction du nombre de postes dans le domaine des autres activités au fond n'a pas atteint la même mesure que la diminution du nombre de postes du fond en général. En effet, le nombre de postes effectués au fond pour une production nette de 100 tonnes se situait en 1965 à 60,7 % par rapport à 1958, tandis que le chiffre correspondant pour « les autres activités du fond » était de 66,3 %.

A mon avis, cette différence s'explique tout d'abord par les prescriptions plus sévères de l'administration des mines qui exige aujourd'hui un personnel beaucoup plus nombreux, par exemple pour effectuer des mesures d'aérage ou pour la suppression des poussières de charbon. D'autre part, la mécanisation des chantiers nécessite l'occupation d'un plus grand nombre d'ouvriers de métier.

Comme je l'ai déjà dit dans les considérations sur les opérations en taille, nous nous efforçons de porter à sa valeur optimale la production par chantier. Ceci implique la prévention des arrêts de machines à cause de pannes.

Un des moyens d'y arriver est l'entretien et l'examen systématiques de toutes les machines et de tous les appareils et le remplacement en temps utile des éléments qui ont atteint leur durée de vie vraisemblable déterminée statistiquement.

Dans la catégorie des « autres activités au fond », nous avons introduit récemment une rubrique particulière pour un travail tout à fait nouveau. En passant en revue le transport du personnel, j'avais déjà souligné nos efforts pour prolonger le temps effectif de travail au front. Il se raccourcit non seule-

ment à cause du temps nécessaire aux déplacements, mais il est restreint en outre par le climat du chantier. Dans les mines chaudes, il peut donc être économique de refroidir artificiellement l'air d'aérage (fig. 17). Dans les tailles, c'est le système du conditionnement partiel qui est considéré pour le moment comme la solution la plus économique. Ce système est basé sur le principe de faire passer l'air destiné à l'aérage de la taille par un réfrigérant, semblable aux radiateurs d'automobiles. L'eau qui supprime la chaleur coule en circuit fermé entre la machine de réfrigération, qui est normalement installée dans la voie de chantier, et les réfrigérateurs partiels installés en taille.

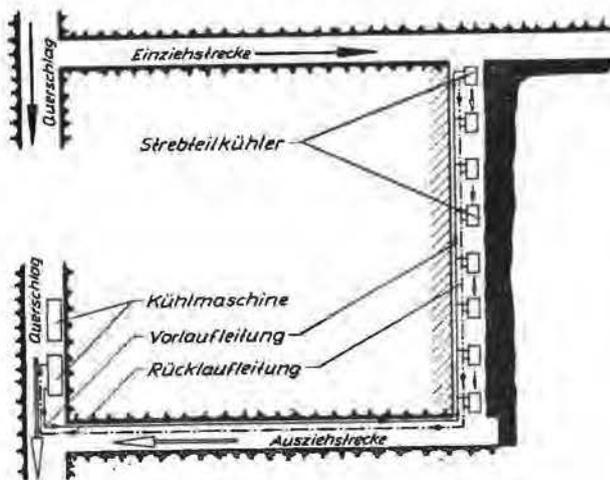


Fig. 17.

Conditionnement de l'air dans une taille à l'aide de réfrigérateurs partiels.

Querschlag: travers-banc - Einziehstrecke: entrée d'air - Streiteilkühler: réfrigérateur partiel en taille - Ausziehstrecke: retour d'air - Kühlmaschine: machine de réfrigération - Vorlaufleitung: conduite d'amenée - Rücklaufleitung: conduite de retour.

Si cet exemple démontre qu'il peut y avoir de bonnes raisons d'augmenter les postes effectués à front, il y a d'autres domaines où la rationalisation et l'automatisation se sont traduites par des économies.

En premier lieu, il faut citer les stations d'exhaure (fig. 18). C'est surtout après l'introduction de la semaine de cinq jours que leur automatisation se présentait comme une tâche particulièrement attrayante parce que la descente d'un homme un jour non ouvrable nécessite la présence d'autres personnes au siège. Etant donné que la capacité des bassins au fond ne suffit pas dans la plupart des cas pour le volume d'eau affluant du samedi matin jusqu'au lundi soir, c'est-à-dire pendant 60 à 65 heures, et que d'autre part le débit des pompes et des conduites d'exhaure ne suffirait pas pour refouler ces quantités vers la surface au cours de la semaine, même si l'on pouvait les stocker au fond, l'idée s'im-

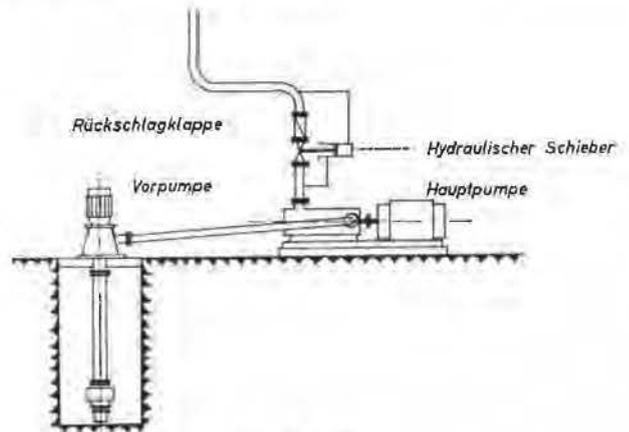


Fig. 18.

Schéma d'une station d'exhaure automatique.

Rückschlagklappe: clapet anti-retour - Hydraulischer Schieber: valve hydraulique - Vorpumpe: pompe d'amenée - Hauptpumpe: pompe principale.

pose de faire fonctionner automatiquement les pompes sept jours par semaine pendant les heures creuses des centrales thermiques.

Aujourd'hui, le problème est techniquement résolu par l'installation d'une pompe auxiliaire qui refoule vers la pompe principale les eaux à remonter. Tout le système est réglé par des indicateurs de niveau dans le puisard.

Un poste de contrôle central occupé en permanence reçoit régulièrement des informations de contrôle sur l'état de l'exhaure pour permettre, le cas échéant, l'intervention humaine.

La liaison entre le fond et le jour est assurée par le point de chargement, le puits principal et la recette.

Dans ces domaines, l'automatisation des appareils a fait des progrès remarquables.

La marche automatique des berlines au point de chargement et à la recette est réglée sûrement à l'aide de barrières lumineuses et le fonctionnement des culbuteurs automatiques se distingue par le même degré de régularité.

Les radio-isotopes qui mesurent la densité du contenu des berlines sont utilisés pour permettre leur classement.

Le chargement des schistes dans les berlines se fait automatiquement.

L'extraction proprement dite, c'est-à-dire la montée ou la descente des produits ou du matériel, se déroule sans machiniste.

Le fonctionnement automatique du processus d'extraction reste, il est vrai, un peu en dessous de la vitesse qui peut être atteinte par une équipe attentive et aux réflexes rapides. Ceci s'explique par le fait que le système automatique exige la confirmation de la fin de chaque étape de l'opération avant le début de l'opération suivante. Le machiniste, par contre, peut risquer de faire démarrer la prochaine

étape avant la fin définitive du mouvement précédent. En cas de nécessité, il bloque l'opération commencée.

Cependant, l'avantage de l'automatisation réside dans le fait que l'opération peut continuer pendant plusieurs heures, indépendamment de la fatigue éventuelle d'un machiniste.

En ce qui concerne la cordée du personnel, l'administration des mines hésite à autoriser le fonctionnement automatique et, dans ces circonstances, les charbonnages ont recours à un régime dont le principe de base apparaîtra encore une fois dans nos considérations sur les possibilités de diminuer le nombre des postes effectués dans les installations du jour.

On a besoin d'un machiniste pour la cordée du personnel, mais seulement pour une fraction du poste. Il faut donc assigner au machiniste une autre tâche pour le reste de son temps, quand il n'a pas à desservir sa machine, ou bien un homme affecté en premier lieu à une autre tâche doit être chargé de desservir la machine en cas de besoin.

Pour permettre cela, on a combiné le poste de commande de la machine avec le poste de commande de l'engaceur (fig. 19). Normalement, celui-

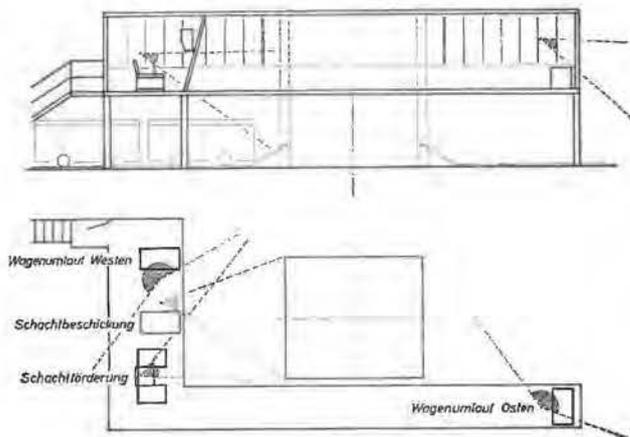


Fig. 19.

Postes de commandes combinés pour la machine d'extraction et la recette.

Wagenumlauf Osten : circuit de roulage (est) - Wagenumlauf Westen : circuit de roulage (ouest) - Schachtbeschickung : encagement - Schachtförderung : extraction.

ci exerce uniquement des fonctions de surveillance et, en cas de pannes du système automatique, il peut encager les berlines à la main ou desservir la machine d'extraction.

Le creusement d'un point de chargement et l'érection des recettes dans leurs dimensions actuelles entraînent des frais élevés de premier établissement. C'est pourquoi on s'est efforcé, au cours de ces dernières années, de réduire l'espace nécessaire pour ces installations, et un moyen technique permettant de satisfaire à cette demande est la table tournante qui vient d'être importée de Grande-Bretagne.

La figure 20 montre une recette érigée en 1964-1965 avec deux tables tournantes, l'une du côté de l'engacement, l'autre du déchargement.

Abattage hydraulique.

Avant d'aborder le problème de l'évolution technique des installations du jour et de son importance économique, j'aimerais faire encore quelques remarques sur l'abattage hydraulique, technique relativement récente en Europe occidentale.

Depuis 1962, ce nouveau procédé est mis à l'essai dans les couches fort pentées du faisceau de Witten (fig. 21). Ce gisement a été choisi parce qu'à

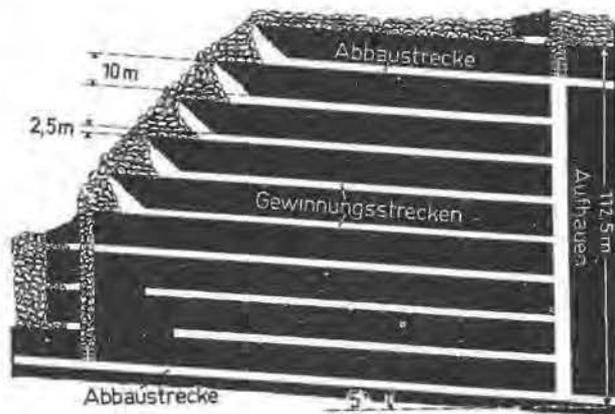


Fig. 21.

Schéma d'abattage hydraulique en dressant.

Abbaustrecke : voie d'abattage - Gewinnungsstrecken : voies de dépilage - Aufhauen : montage.

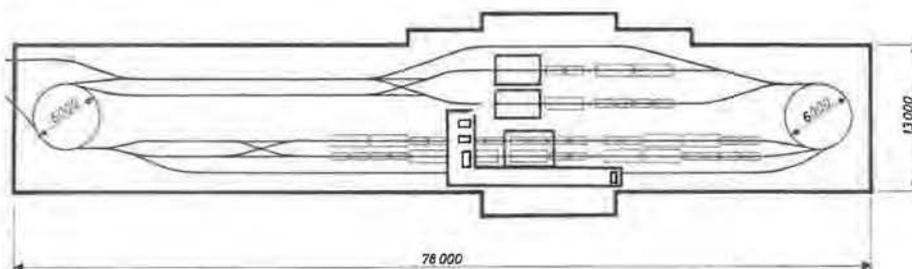


Fig. 20.

Recette à dimensions réduites.

l'époque on ne voyait aucune possibilité de mécaniser l'exploitation dans ces couches relativement minces, entre 70 et 140 cm. Les dressants semblaient présenter des avantages parce que la circulation du personnel est encore relativement commode dans ces conditions de pendage, où la voie entière peut être creusée dans le charbon (fig. 22). De plus, on voulait être sûr que l'eau d'abattage possède encore suffisamment d'énergie pour emporter le charbon dans la goulotte d'évacuation. Comme les bancs du faisceau de Witten consistent pour la plus grande partie en grès ou en schistes gréseux, ils ne semblaient présenter aucun danger de gonflement des épontes.

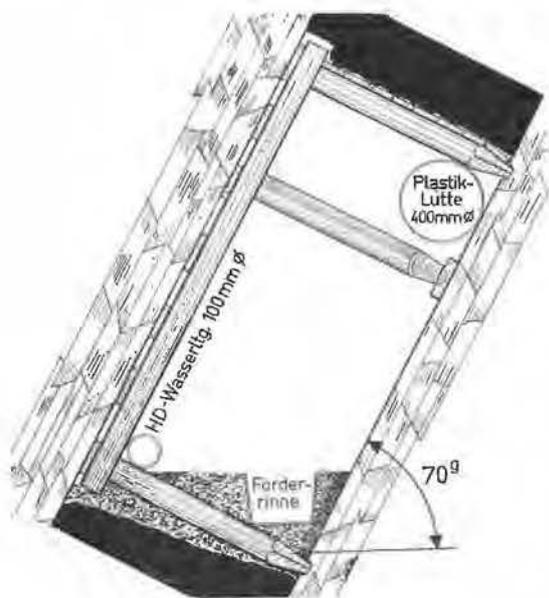


Fig. 22.

Section d'une voie d'abattage dans un panneau à abattage hydraulique, pente 70°. HD-Wasserlgt. 100 mm Ø : tuyauterie d'eau (haute pression, 100 mm Ø) - Plastik-Lutte 400 mm Ø : buse d'aération en matière synthétique, 400 mm Ø - Förderrinne : goulotte d'évacuation.

La méthode d'exploitation s'est inspirée d'un exemple décrit dans la littérature russe. L'exploitation se fait en rabattant. A partir du travers-banc, on creuse, avec une pente de 5°, une voie d'abattage jusqu'à la fin du panneau. Le charbon est abattu à l'aide d'un jet d'eau, tandis que le bosseyement se réalise selon la méthode traditionnelle, par coups de mine. On s'efforce d'obtenir des débris d'un calibre aussi réduit que possible. Le charbon et les pierres sont évacués à l'aide de l'eau dans des goulottes en tôle d'acier. La partie de la veine ainsi découpée est subdivisée par des montages en panneaux d'une longueur de chasse d'environ 200 m. A partir de ces montages, on creuse dans le charbon, à une distance de 10 à 14 m et avec une pente de 5°, des voies dites « voies de dépilage », et les

pilliers de charbon situés entre ces voies sont abattus en rabattant par voie hydraulique en partant de la voie de base. Le débit d'eau est de l'ordre de 2,5 m³/min et la pression de 100 kg/cm². A l'aide de cette méthode, on a abattu entre-temps 60.000 tonnes sans difficultés notables.

Les expériences acquises permettent de prédire que le rendement fond d'une telle mine ou d'un quartier se situerait à environ 5,3 t/homme-poste, en supposant une puissance moyenne des veines de 1,25 m. Temporairement, le rendement taille et le rendement de la desserte dans les voies de chantier au cours des essais étaient trois fois plus élevés que les rendements atteints dans les mêmes conditions avec la méthode d'abattage conventionnelle.

Reste à savoir si le découpage choisi est le plus approprié.

On pourrait imaginer des méthodes qui permettraient de restreindre le nombre des voies de dépilage, par exemple une exploitation par piliers analogue à celle que j'avais mentionnée dans les considérations sur l'exploitation en dressant et qui me semble prometteuse, même pour l'abattage par rabotage et par havage. Depuis quelques semaines, des essais ont lieu dans ce sens. Simultanément, ces montages sont élargis hydromécaniquement en chambres de 10 à 12 m de largeur en direction.

Pour le moment, la question du transport du charbon postérieurement à son arrivée au travers-banc n'a pas encore trouvé une réponse définitive. Il s'agit d'abord de décider si l'on veut remonter par voie hydraulique la totalité du charbon ou seulement certaines fractions granulométriques. Cette question dépend évidemment de la profondeur d'exploitation, de la distance entre le chantier d'abattage et le puits d'extraction et de l'utilisation prévue du charbon.

La première option à prendre concerne la possibilité de broyer le charbon au fond de la mine à une granulométrie inférieure à 3 mm. Si ceci est compatible avec l'utilisation ultérieure, il est techniquement possible de remonter la totalité du charbon par pompage.

Dans le cas où la distance horizontale entre la station collectrice du charbon dans les travers-bancs et le puits dépasse les 2.000 m, le pompage se fera en deux étapes (fig. 25) :

- d'abord du travers-banc au puits, à l'aide d'une pompe centrifuge monoétagée, et puis
- la remontée dans le puits par une conduite d'exhaure, à l'aide d'une pompe à piston.

En ce qui concerne la proposition d'accélérer l'écoulement de l'eau de transport dans une pompe centrifuge à plusieurs étages et d'injecter les solides en aval de la pompe à l'aide de sas, je dois dire que nous n'attendons pas grand-chose d'une telle technique parce que la commande et l'étanchéité des

entrées et des sorties des sas posent des problèmes pour lesquels nous ne voyons pas de solutions (fig. 23).

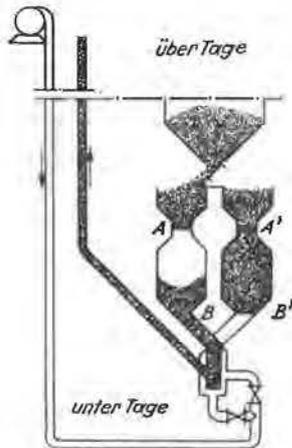


Fig. 23.

Introduction du charbon dans une conduite d'exhaure. über Tage: au jour - unter Tage: au fond.

Lorsqu'on veut éviter une dégradation du charbon, une préparation mécanique partielle au fond s'indiquera, en tout cas pour éliminer les schistes purs et pour classer le charbon en deux fractions granulométriques, soit entre 5 à 10 mm et supérieure à 10 mm. La fraction supérieure est égouttée par criblage, la fraction fine, à l'aide de centrifuges. Les deux fractions sont chargées séparément dans des berlines et remontées. La pulpe qui ne contient plus que les fines en dessous de 5 mm, est épaissie et remontée au jour par pompage. Le rapport eau-solides pour le pompage peut atteindre environ 2 : 1. L'eau excédentaire est clarifiée au fond pour être réutilisée comme eau d'abattage. Au jour, on enverra la pulpe dans des bassins de décantation ou bien on peut égoutter et broyer les schlamms pour préparer une suspension qui se prête à la combustion directe dans des chaudières.

Sans mettre en ligne de compte cette dernière variante — la préparation d'un combustible sous forme de suspension — on a calculé que le prix de revient fond du charbon abattu par voie hydraulique restera de 7 DM/t en dessous du niveau du prix de revient enregistré avec les méthodes traditionnelles. Ce calcul se base sur un projet d'exploitation de tout un quartier à abattage hydraulique avec une production journalière de 2.000 tonnes, comparé au résultat d'une mine normale, travaillant dans les dressants et atteignant la même production journalière avec un rendement fond de 2.865 kg/homme-poste. Le prix de revient indiqué inclut les coûts d'un traitement partiel du charbon au fond, que nous venons de suggérer.

Pour les services du jour, aucun calcul n'a été fait jusqu'à présent. D'après ce que je viens de

dire, on devra envisager de nouveaux schémas de traitement pour la préparation mécanique, schémas qui seront fonction des conditions locales et de l'utilisation du charbon. En tout cas, il semble invraisemblable que la transformation d'un lavoir adapté à la préparation d'un charbon abattu par voie hydraulique causerait des frais additionnels qui pourraient avoir pour résultat de réduire de plus de 2,5 DM/t le profit réalisé au fond.

Services du jour.

Encore plus que l'exploitation du fond, ce sont les services du jour qui ont nécessité depuis quelque temps déjà une orientation nouvelle de nos idées.

« Le problème des invalides » que j'avais déjà effleuré brièvement dans mes remarques sur l'entretien des voies de chantier a empêché tous les cadres de l'industrie charbonnière de se pencher sérieusement sur la tâche de la rationalisation des services du jour, mais, entre-temps, les conditions se sont radicalement modifiées :

- 1°) le problème des invalides n'existe plus ;
- 2°) on ne peut plus méconnaître que le coût de la main-d'œuvre joue un rôle non négligeable aussi dans les services du jour après les hausses de salaire répétées ;
- 3°) les possibilités techniques d'une rationalisation sont plus grandes dans les installations du jour que dans l'exploitation du fond où les chantiers sont rarement stationnaires. Ces réflexions mènent aux exigences suivantes.

Il faut procéder à une analyse des postes de travail en surface afin de contrôler combien de minutes un ouvrier doit effectivement travailler à sa place et le laps de temps au cours duquel il est simplement dans l'attente.

À la lumière de ces constatations, on peut décider s'il est possible de combiner les fonctions exercées auparavant par plusieurs ouvriers et d'en charger un nombre de personnes plus réduit ou de transférer à une machine ou un appareillage la tâche remplie jusque là par un homme.

Parmi les postes de dépenses des services du jour il n'y en a que deux sur lesquels j'aimerais m'étendre plus en détail : la *préparation mécanique* et les *parcs à bois*.

C'est précisément sous l'aspect de la concurrence des autres sources d'énergie qu'il faut attacher une importance particulière aux ateliers de préparation, parce que ce sont eux qui déterminent les propriétés du charbon fourni au consommateur. C'est dire que nous ne devons pas négliger, dans nos efforts de rationalisation, le problème d'une amélioration de la qualité des produits marchands.

Si je viens d'avancer la thèse qu'un accroissement de la production journalière par chantier est la voie

la plus sûre pour réduire les dépenses du fond, on ne doit pas oublier que la fourniture d'un produit marchand régulier peut devenir difficile, si toute l'extraction de la mine provient d'un nombre restreint de chantiers productifs, peut-être 5 à 7 seulement.

On devra donc prévoir dans l'avenir, en amont des lavoirs, des installations pour le mélange des charbons bruts, soit des silos, soit des parcs à charbon dont la capacité doit suffire au minimum pour le stockage d'une production journalière.

A présent, les capacités maximales de nos silos ne dépassent pas environ 40 % de la capacité d'extraction journalière.

Une analyse des possibilités de réduire les coûts de la préparation mécanique dans les lavoirs existants mène à la conclusion que ce sont en premier lieu les coûts de la main-d'œuvre que l'on pourrait comprimer. La plupart des bandes de triage à la main pour le charbon gros ont déjà disparu. Le charbon brut est réduit à un calibre de 150 mm et va alors au lavoir.

Un deuxième moyen amenant une diminution du coût de la main-d'œuvre consiste dans l'application plus fréquente de la technique de contrôle et de réglage. A ce sujet, il convient de signaler le réglage des flotteurs des bacs de lavage en fonction de la teneur en cendres, qui peut être déterminée, avec un délai admissible d'environ 50 secondes, à l'aide de rayons gamma.

Un autre domaine qui permet de réduire le coût de la main-d'œuvre est la mécanisation de l'échantillonnage.

Toutefois, la mesure la plus efficace qui permettra une réduction des coûts me semble être la restriction de la gamme des produits marchands. Une telle politique aurait pour effet une diminution des effectifs, et on pourrait mettre hors de service certaines parties des installations qui étaient nécessaires à la production des catégories supprimées.

Quand il s'agit de construire un nouveau lavoir, on devrait chercher à simplifier le schéma de traitement.

Dans cet ordre d'idées, il me semble souhaitable, pour des raisons économiques, de retourner aux bacs à pulsation d'air qui ne demandent aucun préclassement, ce qui permet de réduire les frais de premier établissement comme le coût de la main-d'œuvre et les frais d'entretien. Grâce aux progrès de la technique de réglage, de mesure et de l'automatisation, la qualité des produits est au moins égale à celle des lavoirs qui appliquent le schéma de traitement habituel.

L'aspect des parcs à bois a fortement changé au cours de ces dernières années.

Autrefois, il était de règle de décharger les bois du wagon et de les mettre en tas à la main ; aujourd'hui,

c'est la pratique générale d'amener et de stocker les bois en bottes (fig. 24).



Fig. 24.

Mécanisation du service dans un parc à bois.

Les engins de manutention les plus appropriés sont des grues mobiles sur pneus pour les petits parcs à bois et des grues sur portique roulant pour les parcs centraux.

Le façonnage du bois dans les scieries et l'amenée des bois à travailler sont mécanisés dans une large mesure.

Quand le bois n'est pas utilisé à l'endroit où il a été travaillé, on le rebottelle pour le transporter, à l'aide de tracteurs à semi-remorque, aux charbonnages de destination.

Au cas où il importe de connaître exactement la quantité de bois fournie, on peut la déterminer par immersion des bottes dans un bassin rempli d'eau, avec intercalation d'une balance dans le mécanisme de suspension. On détermine le poids dans l'air et sous l'eau : on calcule le cubage selon le principe d'Archimède (fig. 25).

Pour en terminer avec les considérations sur les services du jour, permettez-moi encore quelques remarques sur l'entretien et les réparations.

Là, il s'agit d'un problème qui n'intéresse pas seulement l'industrie minière. Dans une usine sidérurgique, par exemple, on a constaté que 85 % des travaux de réparation se répètent à un rythme régulier et 40 %, semaine par semaine. L'idée s'impose donc de normaliser l'exécution de ces travaux.

A présent, les installations sont surveillées périodiquement d'après un plan rigide. Après un laps de temps préalablement fixé, on remplace les machines ou appareils, soit entièrement, soit partiellement. Ces travaux d'entretien, dont le rythme a été calculé à l'aide d'études de temps, sont donnés à forfait. Le recensement statistique des travaux d'entretien permet également de dépister les points faibles et peut donner lieu à des contacts directs avec les fournis-

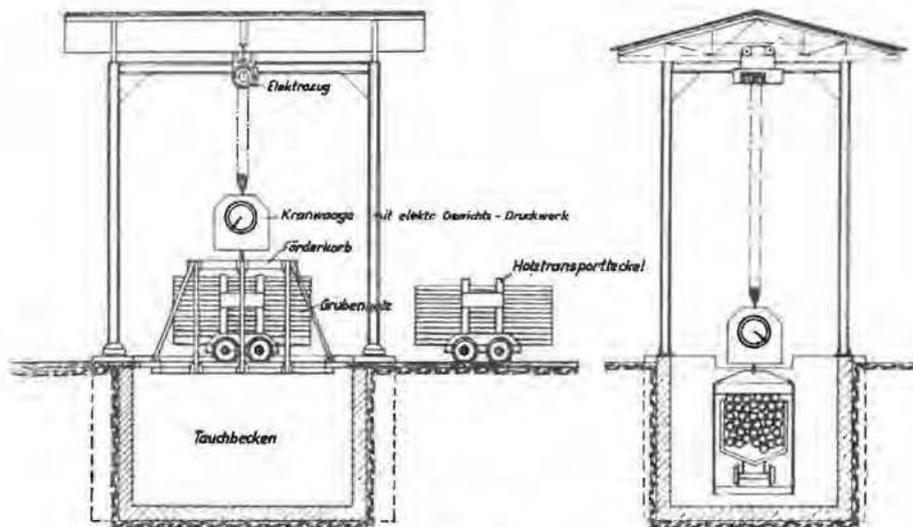


Fig. 25.

Détermination de la quantité du bois par immersion des boîtes.

Elektrozug : palan électrique - Kranwaage mit elektr. Gewicht-Druckwerk : balance suspendue avec indicateur électrique de pesée - Förderkorb : container de suspension - Grubenholz : bois de mine - Tauchbecken : bassin d'immersion - Holztransportteckel : chariot de transport de bois.

seurs pour examiner l'opportunité de changer une construction ou d'employer un autre matériaux.

Le dernier point de notre tour d'horizon sera dédié à l'examen des possibilités d'appliquer les méthodes de la recherche opérationnelle ou du chemin critique dans l'industrie minière.

La recherche opérationnelle analyse, à l'aide de plusieurs procédés mathématiques, le déroulement de l'exploitation et fournit les données nécessaires pour l'optimisation des opérations en question dans l'avenir. Les difficultés qui se posent lors d'une application de cette méthode aux problèmes miniers sont l'évaluation et la pondération correctes des paramètres. L'essai, par exemple, de déterminer à l'aide de la recherche opérationnelle la distance entre l'étage d'exploitation et un nouvel étage à préparer ne me semble pas encore convaincant, tandis que, d'autre part, l'estimation du besoin en berlines ou en locomotives à l'aide de la théorie des files d'attente donne des résultats sûrs et prévient toute décision erronée.

La méthode réticulaire (ou du chemin critique), dont l'application chez nous en est encore à ses débuts, me semble appelée à jouer un rôle plus important dans l'exploitation minière. M. Balster présente à la même session une communication sur l'application de cette méthode lors de la préparation d'un nouvel étage d'extraction.

Cette méthode permet de reconnaître en temps utile le trajet critique d'un projet et de représenter d'une manière simple des interdépendances et des enchaînements technologiques compliqués. Le graphique réticulaire indique, avant le commencement

des travaux, à quel moment on aura besoin des effectifs, des machines ou du matériel nécessaires. Le profit économique réside dans la prévention de périodes de non-occupation du personnel et d'une utilisation insuffisante des machines et du matériel acheté. Pour le moment, je ne suis pas encore en mesure d'émettre une opinion sur la question de savoir dans quelle mesure ce système pourrait rendre des services quand il s'agit de fixer les capacités de production d'une houillère ou d'estimer les prix de revient. En tout cas, il convient de rectifier une erreur qui se manifeste quelquefois au sujet de la méthode analytique réticulaire. Le fait que ce sont surtout les fournisseurs ou loueurs d'ordinateurs électroniques qui ont propagé la connaissance de cette méthode, a produit l'impression qu'elle serait applicable exclusivement en combinaison avec des ordinateurs.

Une telle généralisation cependant n'est pas justifiée. Tout au contraire, l'analyse réticulaire d'un ordre de grandeur déterminé se prête très bien, sans emploi d'un ordinateur mais tout simplement à l'aide d'un crayon et de papier, à la résolution d'un très grand nombre de problèmes qui se présentent dans l'exploitation minière.

Conclusions.

Il existe, à mon avis, certains problèmes techniques prioritaires sur lesquels nous devons concentrer nos efforts. L'un de ces problèmes est l'introduction dans les charbonnages et la mise à profit des méthodes de réglage, de contrôle et de la technique de l'automatisation qui ont été mises au point dans d'autres branches industrielles et qui sont appli-

cables chez nous aux services de desserte, de roulage et d'extraction, aux ateliers de préparation, etc.

Dans les dressants, nous devons améliorer les méthodes du creusement de voies de chantier et de montages. Dans tous les types de gisement, nous devons augmenter la production par chantier.

Le problème le plus urgent des charbonnages de la Ruhr est l'utilisation de nos capacités en général. Notre productivité et surtout le niveau relatif du prix de revient exigent que nous mettions à profit dans leur totalité les capacités existantes pour le plus grand nombre possible de jours ouvrables au cours d'une année.

A présent, le taux d'utilisation d'un grand nombre de nos charbonnages ne dépasse pas 70 à 80 % de leur capacité, malgré le nombre réduit de jours productifs qui ont été fixés dans les conventions avec le syndicat des mineurs.

Cette situation ne pourra persister plus longtemps.

A la longue, un accroissement de l'écoulement par réduction des prix de vente n'est guère à attendre, vu l'évolution des salaires dans tous les pays d'Europe. Notre concurrent, le pétrole, peut facilement réduire davantage ses prix de vente, même au prix de pertes additionnelles, et envahir d'autres domaines qui, jusqu'à présent, avaient été réservés au charbon.

C'est pourquoi on se demande avec inquiétude dans la Ruhr si, après tout, tous les efforts des spécialistes du milieu charbonnier pour sauvegarder et maintenir leur œuvre ne seront pas vains.

D'autre part, nous croyons que l'industrie charbonnière de la Ruhr, à cause de la richesse de ses gisements, devrait garder sa place dans l'intérêt de la sécurité de l'approvisionnement de l'Europe. Même si une certaine protection était donnée aux charbonnages, nous, ingénieurs, ne cesserons jamais de faire tous les efforts afin de produire du charbon au prix de revient le plus bas possible.

Travaux américains de recherche et de développement pour la valorisation et l'utilisation du charbon

D. rer. nat. K.G. BECK,
Steinkohlenbergbauverein, Essen.

Avec l'invitation aux Journées Techniques du Comité de Recherches « Charbon », vous avez reçu le résumé d'un rapport sur les travaux américains de recherche et de développement pour la valorisation et l'utilisation du charbon, que j'ai présenté l'automne dernier, à l'occasion des journées techniques du Steinkohlenbergbauverein. Entre-temps, ce rapport a été publié in extenso dans la revue « Glückauf »*.

Compte tenu du peu de temps dont nous disposons, je voudrais me limiter à développer quelques points fondamentaux, et en particulier :

1. Traiter de la participation de l'Etat à l'encouragement des recherches pour l'exploitation des mines, aux U.S.A.
2. Faire rapport sur les conditions économiques de développement de nouveaux procédés de production de carburant et de gaz riche à partir de charbon.
3. Aborder la question de la production de courant électrique à partir du charbon, qui constitue, dans l'immédiat, le plus important marché pour les charbons américains et qui, en outre, ouvre de grandes possibilités d'expansion, pour autant que l'on puisse résoudre le problème qui se présente dans ce domaine, en raison de la teneur en soufre des charbons de centrale américains, autrement dit, trouver des procédés pour réduire l'émission de produits sulfureux dans les fumées de centrales.

1. Organisation de la recherche minière.

Comme vous le savez, environ 70 % des moyens utilisés aux U.S.A. pour la recherche et le développement dans le domaine du charbon sont fournis par l'Etat. Une partie importante des travaux de recher-

che sont exécutés par le « U.S. Bureau of Mines ». Le premier institut du Bureau of Mines fut créé après la Première Guerre mondiale et on lui confia spécialement la mission d'entreprendre des travaux en vue d'améliorer la sécurité dans les mines. Ce champ d'activité s'est continuellement élargi au cours des décennies suivantes.

A côté de cela, on a créé en 1960 l'« Office of Coal Research » qui dirige la recherche et le développement pour l'exploitation des mines, en coopération avec le Bureau of Mines, et qui doit contribuer, avant tout, à ouvrir de nouveaux marchés pour le charbon.

Alors que le Bureau of Mines utilise les moyens permanents dont il dispose dans ses propres instituts pour les travaux de recherche et de développement, l'Office of Coal Research subventionne les recherches et développements de l'industrie charbonnière elle-même ou des industries intéressées à l'utilisation du charbon. Depuis sa fondation, le budget de l'Office of Coal Research a été augmenté d'année en année et, à l'heure actuelle, avec 8,5 millions de dollars, il dépasse le budget alloué au Bureau of Mines pour la recherche charbon. Au cours de ses sept années d'existence, environ 500 propositions ont été examinées par l'Office of Coal Research et elles ont conduit à l'octroi d'environ 40 contrats de recherches.

2. Production de carburant et de gaz riche à partir du charbon.

En ce qui concerne les recherches américaines en vue de la production de carburant et de gaz riche, à partir de charbon, rappelons tout d'abord qu'aux U.S.A., la production de carburant — à partir de charbon — a déjà une première fois fait l'objet d'un grand programme de recherches, peu après la fin de la Seconde Guerre mondiale. A cette époque, des installations d'essais à grande échelle furent construites et exploitées en Louisiane et au Missouri,

* Voir Glückauf 1967, n° 5, pages 232-244.

avec la collaboration de techniciens allemands et en utilisant l'expérience allemande dans le domaine de l'hydrogénation des charbons et de la synthèse Fischer-Tropsch. Plus tard, elles furent suivies d'une autre installation d'essai à grande échelle pour la synthèse Fischer-Tropsch, édifée à Brownsville, au Texas, sur le gisement de gaz naturel. Ces installations furent exploitées durant de nombreuses années, mais il apparut finalement, vers le milieu des années 50, que l'on n'avait pas atteint des résultats économiques suffisants.

Quel motif ont les Américains de reprendre, à présent, la poursuite de ce thème de recherche, avec des moyens accrus ? Tout d'abord, le fait que les prix américains du pétrole et du gaz naturel ont, entretemps, considérablement augmenté. Ainsi, le prix de l'essence, au départ de la raffinerie, s'élève actuellement de 11 à 15 cts/gallon, c'est-à-dire environ 1,50 FB/litre, et se situe ainsi 3 à 4 fois plus haut qu'avant-guerre. Au cours des quinze dernières années, les frais d'exploitation du gaz naturel ont plus que tous autres augmenté, ainsi qu'on peut le voir à la figure 1, qui montre l'évolution comparée

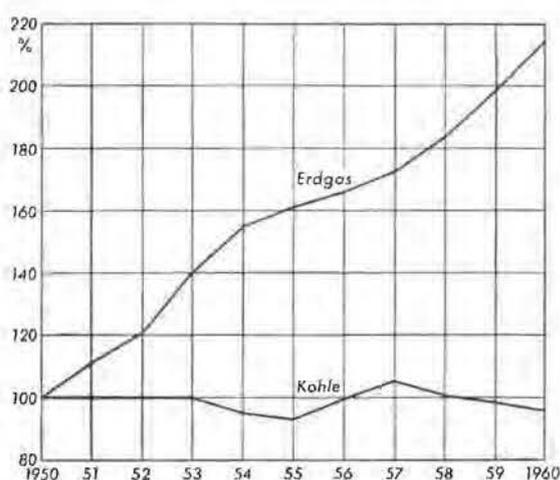


Fig. 1.

Evolution des coûts de production du gaz naturel et du charbon aux U.S.A. de 1950 à 1960.

du coût de production du charbon et du gaz naturel, jusqu'à 1960, en prenant pour index 100 les prix de 1950. Tandis que l'industrie charbonnière arrivait à maintenir ses coûts de production à un niveau constant, les coûts de production du gaz naturel augmentaient considérablement ; on s'attend à ce que cette tendance se maintienne dans l'avenir, en sorte que les possibilités de production économique de carburant et de gaz riche à partir de charbon iraient en s'améliorant.

A cela s'ajoutent les frais de transport très élevés qui, dans le cas du gaz naturel et pour la moyenne des Etats-Unis, représentent 65 % du prix final payé par le consommateur, c'est-à-dire qui dépassent de loin les coûts d'exploitation (fig. 2). Pour les huiles,

par contre, les frais de transport ne représentent que 30 % du prix final payé par le consommateur. Pour le charbon, les coûts de production et les frais de transport sont du même ordre de grandeur. C'est un point que l'on doit toujours conserver en mémoire lorsque l'on parle des coûts de production du charbon aux U.S.A. et lorsqu'on les compare aux prix allemands ou européens, qui s'appliquent ici à des charbons immédiatement disponibles pour l'utilisation.

A cette évolution économique du marché de l'énergie, viennent se superposer les progrès techniques qui ouvrent actuellement de meilleures perspectives aux procédés proposés pour l'hydrogénation des charbons. Un exemple particulièrement intéressant est celui du procédé H-Coal de la Société Hydrocarbon Research qui, parmi tous les procédés en cours de développement, est celui qui s'apparente le plus au procédé classique Bergius et qui, par hydrogénation transforme une grande partie du charbon en hydrocarbures. Il s'y ajoute l'utilisation d'un nouveau procédé adapté des techniques d'hydrogénation des huiles lourdes et développé par la même société sous le nom de procédé H-Oil. Ainsi, de même qu'après la Seconde Guerre mondiale, les techniques de raffinage et de pétrochimie ont profité des techniques mises au point pour l'hydrogénation des charbons et la synthèse des hydrocarbures, les nouveaux procédés d'hydrogénation des charbons profitent maintenant des nouvelles techniques et des développements réalisés entre-temps dans le domaine du traitement des huiles minérales.

Du point de vue de l'économie, il est essentiel que les estimations de coût soient réalisées sur la base des très grandes unités de production qui rendent actuellement possibles de substantielles réductions de coût, aussi bien en chimie qu'en matière de production de courant électrique. Il est cependant permis de se demander dans quelle mesure des estimations de prix, faites sur la base des résultats de recherches à petite échelle avec une capacité de traitement qui atteint tout au plus quelques kilos par heure, peuvent être extrapolées à une grande installation indus-

Charbon	
Prix départ 57%	Transport 43%
Pétrole	
Prix départ 70%	Transport 30%
Gaz Naturel	
Prix départ 37%	Transport 63%

Fig. 2.

Répartition des frais de production et des frais de transport pour le charbon, le pétrole et le gaz naturel aux U.S.A.

truelle qui devra traiter annuellement 5 millions de tonnes de charbon. Les spécialistes américains sont conscients du coefficient d'incertitude que comportent de telles estimations et ils n'en attendent rien d'autre que la réponse à la question de savoir si un pareil développement offre une chance réelle d'application rentable à grande échelle et si, en conséquence, on peut prendre la décision de construire une installation pilote à relativement grande échelle, avec les dépenses élevées qui y sont liées.

La première installation pilote pour l'hydrogénation des charbons est actuellement en construction à Cresap (W. Va.) ; elle sera mise en service cette année et transformera journalièrement 25 t de charbon en carburant. Dans deux ans environ, on peut s'attendre à avoir obtenu des données sûres concernant la question de savoir si l'objectif qui consiste à produire une benzine à haut indice d'octane à partir de charbon, pour 12 ct/gallon, est accessible et dans quelles conditions.

Mais ce n'est pas seulement le prix du charbon qui ouvre ces perspectives à l'hydrogénation du charbon. D'un autre côté, le prix de vente de l'essence, au départ de la raffinerie, dépasse de près de 50% le prix qui peut actuellement être obtenu par les raffineries allemandes. Ceci s'explique, de nouveau, par la politique pétrolière américaine, qui pratique un strict contingentement des importations de pétrole et qui les charge de droits de douane qui permettent une couverture suffisante des coûts de production du pétrole indigène.

A la question de savoir si les travaux de développement américains présentent également un intérêt pour le charbon européen et s'ils sont susceptibles de lui ouvrir de nouveaux marchés, nous répon-

drons en citant l'opinion d'un expert américain qui estime qu'il serait également impossible, pour les producteurs de charbon américains, de songer à produire de l'essence à partir de charbon, si l'on devait, aux U.S.A. comme en Europe occidentale, supporter la concurrence du pétrole d'Arabie ou du Proche-Orient.

Les progrès techniques qui, de toutes façons, ne pourront être connus avec certitude que d'ici environ deux ans, ne pourront pas, à eux seuls, rendre possible la reprise de l'hydrogénation des charbons en Europe ; la condition déterminante serait plutôt qu'un rapport entre les prix du charbon et de l'essence, comparable à celui qui prévaut dans différentes régions des Etats-Unis, favorise la production de carburant à partir de charbon, comme cela s'est produit en Allemagne, par exemple, au cours des années trente.

Les avis sont partagés — même aux U.S.A. — au sujet du délai qui sera nécessaire pour que les conditions techniques et économiques rendent possible la production d'essence et de gaz à partir de charbon. Si les buts assignés : essence à 12 cts/gallon et gaz riche à 50 cts par 10⁶ B.T.U., sont atteints, les chances du charbon paraissent bonnes dans un avenir pas très éloigné. Jusqu'en 1980, les prévisions officielles ne mentionnent encore aucun nouveau secteur d'écoulement pour le charbon. Par contre, la Société Texaco a publié récemment une prévision à très long terme, suivant laquelle, à partir de l'an 2000, les huiles de synthèse et gaz riches produits à partir de charbon contribueraient à la couverture d'une part de plus en plus importante des besoins en combustibles liquides et gazeux (fig. 3). Ces considérations justifient le point de vue,

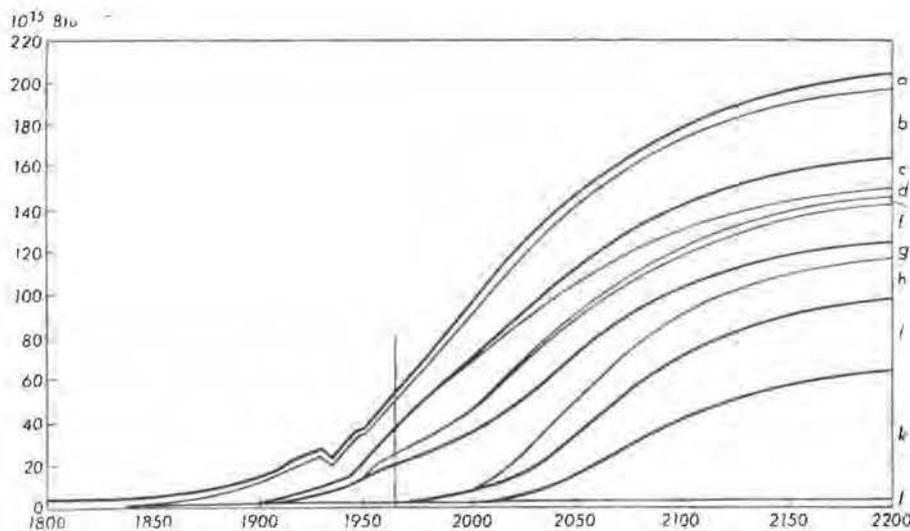


Fig. 3.

Evolution des besoins en énergie aux U.S.A., suivant une prévision de la Texaco Inc. a) bois, vent, piles à combustible, radio-isotopes et énergie géothermique ; b) charbon ; c) gaz riche de charbon ; d) gaz naturel ; e) gaz de pétrole ; f) pétrole importé ; g) pétrole et gaz de pétrole indigènes ; h) huiles minérales de synthèse ; i) énergie nucléaire ; j) énergie solaire, fusion nucléaire et autres ; k) énergie hydraulique.

également partagé par le gouvernement américain, de promouvoir la conversion du charbon en carburant et en gaz riche.

Bien entendu, les Etats-Unis disposent encore de grandes réserves de pétrole, de gaz naturel et de schistes bitumineux, mais l'accroissement de consommation est si grand qu'une pénurie se produira un jour ou l'autre ou que les frais d'exploitation augmenteront extraordinairement fort. Pour éviter de tomber sous la dépendance des importations (les importations de pétrole ne couvrent actuellement qu'environ 20 % de la consommation totale contre 80 % en Allemagne fédérale); le charbon offre ses réserves à peine entamées (fig. 4). Le développe-

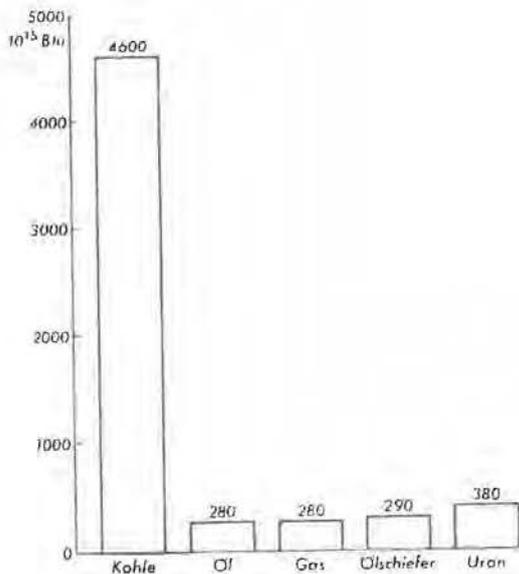


Fig. 4.

Réserves de combustibles, certaines et exploitables, des U.S.A., d'après Perry.

ment, en temps utile, de procédés de conversion du charbon en huile et en gaz donne la garantie que, le cas échéant, les produits de synthèse pourront venir compléter les richesses naturelles. Les moyens à mettre en œuvre pour atteindre ces objectifs sont très limités, comparés à ceux qui sont actuellement mis en œuvre dans d'autres domaines, au développement desquels l'Etat s'intéresse; ils ne sont estimés qu'à 0,4 % des dépenses totales du gouvernement américain pour la recherche et le développement.

Un argument supplémentaire a finalement été avancé par un fonctionnaire ministériel de Washington, à savoir que le développement de la valorisation du charbon crée une concurrence pour les autres formes d'énergie et, de ce fait, contribuera finalement à assurer dans le futur, à l'industrie américaine, une base énergétique aussi bon marché que possible.

3. Production d'électricité.

La réaumentation de la production de charbon des U.S.A., depuis l'année 1960, résulte, en premier lieu, de la forte augmentation de la consommation d'électricité dont le charbon a pu assumer une part considérable. De ce fait, la production de courant est actuellement, et de loin, le débouché le plus important, qui absorbe actuellement environ 50 % de la production totale. C'est également ce secteur qui présente les plus grandes possibilités d'expansion dans l'avenir. Suivant les prévisions officielles, la production d'électricité absorbera en 1980 près de 70 % de la production charbonnière, soit environ 560 millions de short tons, ce qui dépasse la production totale actuelle qui est de 520 millions de short tons.

Dans la discussion au sujet de la future couverture des besoins d'énergie, il existe cependant des appréciations très différentes concernant la fraction qui sera assurée par l'énergie nucléaire. Les mines américaines constatent avec quelque appréhension que, déjà maintenant, une grande partie des projets de nouvelles centrales sont traités comme centrales atomiques. De plus, les exigences continuellement accrues en matière de réduction de l'émission de SO₂ dégradent la position concurrentielle du charbon, d'autant plus que les charbons de centrale américains ont une teneur en soufre moyenne de l'ordre de 5 %. Le tableau I donne la répartition des teneurs en soufre des charbons américains utilisés dans les centrales; les charbons, dont la teneur en soufre est inférieure à 2,8 %, n'interviennent que pour 57,2 % du total.

TABLEAU I.

Teneur en soufre des charbons américains utilisés dans les centrales.

Teneur en soufre du charbon (%)	Fraction de la consommation (%)
0,4 à 0,7	4,9
0,8 à 1,0	5,5
1,1 à 1,6	12,8
1,7 à 2,2	20,4
2,3 à 2,8	13,6
> 2,8	42,8

Dans cette perspective, le développement de procédés de désulfuration des fumées est d'un intérêt très immédiat, d'autant plus que les possibilités de réduction de la teneur en soufre des charbons par des procédés de préparation mécanique sont, dans l'ensemble, très limitées.

Pour maintenir et, si possible, améliorer la situation concurrentielle du charbon, un grand nombre d'autres contrats de recherches sont en cours en vue du développement de nouveaux procédés et, en particulier, de la transformation directe en énergie. On peut citer notamment les turbines à gaz ou à charbon pulvérisé, le développement des piles à combustibles, ainsi que les procédés magnéto-hydrodynamique et électro-gazodynamique de production d'énergie. En dépit de l'impulsion que ces travaux de développement ont reçue du fait du soutien de l'Etat, les difficultés que toute nouvelle technique en voie de développement rencontre sur son chemin ne peuvent pas encore être considérées comme surmontées, en sorte qu'on ne peut pas s'attendre, à bref délai, à un changement fondamental dans la technique de production du courant.

4. Coopération internationale.

Le voyage d'étude, auquel j'ai participé comme membre d'une délégation allemande, était organisé à l'initiative du ministère américain de l'Intérieur, en vue d'examiner dans quelle mesure et dans quels domaines une coordination plus étroite des travaux effectués aux Etats-Unis et en République fédérale d'Allemagne pour la valorisation et l'utilisation du charbon est possible, de quelle façon une intensification des échanges d'expériences est justifiée et peut être réalisée et, enfin, dans quels domaines il existe une possibilité de coopération.

Nous avons entre-temps reçu la visite en retour d'une délégation américaine et nous avons présenté à nos collègues américains un aperçu des travaux entrepris par le Bergbau-Forschung, par le Ruhr-

kohlenberatung et par la Steag, et nous avons effectué une visite à une série d'instituts universitaires, qui collaborent avec nous dans le domaine de la recherche fondamentale. Nos hôtes américains se sont montrés extraordinairement impressionnés par la diversité des questions traitées en Allemagne, par les excellentes conditions techniques et humaines mises en œuvre pour la réussite de ces travaux, et aussi, en particulier, par la bonne coordination qui existe dans le domaine de la recherche fondamentale entre les travaux développés dans notre institut de recherche et dans les instituts universitaires. Un échange de vues a également été organisé par la Haute Autorité, avec la participation des experts français, belges et néerlandais des Comités Techniques pour la Recherche Fondamentale, au cours duquel l'aperçu sur les travaux réalisés en Allemagne a été élargi aux travaux développés dans les autres pays de la Communauté européenne.

Nous avons particulièrement mis à l'avant-plan le domaine de la recherche fondamentale, car c'est dans ce domaine qu'une collaboration, par exemple un échange d'idées et d'expériences, nous paraît le plus rapidement et le plus facilement réalisable ; nos hôtes américains partagent également cette façon de voir. Nous attendons maintenant les propositions de la délégation américaine et nous sommes d'avis qu'une collaboration étroite dans le domaine de la recherche fondamentale avec contacts personnels entre les chercheurs des pays participants pourrait s'avérer très fructueuse et qu'elle permettrait d'établir, dans l'intérêt des deux parties, une information mutuelle plus rapide sur l'état de développement des nouveaux procédés pour la valorisation et l'utilisation du charbon.

La longueur de taille optimale dans l'optique de l'évolution de la technique d'abattage

Ir. A. HELLEMANS,

N.V. Nederlandse Staatsmijnen, Heerlen

1. INTRODUCTION

Pour que la technique minière réalise la tâche qui lui est assignée de produire du charbon aux moindres coûts, une organisation optimale de l'ossature est, avec l'emploi de moyens techniques appropriés, particulièrement importante. Cette organisation dépend à son tour du degré de développement des moyens techniques utilisés.

- Voici, du général au particulier, les éléments du découpage qu'il convient d'améliorer au maximum, en liaison avec l'état de la technique d'exploitation des mines de houille :

1. Pour un gisement donné, les dimensions les plus favorables au point de vue économique du champ d'exploitation, et le taux le plus favorable de la capacité d'extraction.
2. Pour un champ d'exploitation donné, la distance la plus favorable entre les étages.
3. Pour les étages, la distance la plus favorable entre les galeries au rocher.
4. Pour l'exploitation d'une veine, la longueur de taille la plus favorable, compte tenu de l'avancement journalier auquel on peut s'attendre dans le meilleur des cas, en fonction des moyens techniques utilisés.

Une discussion portant sur le premier point, c'est-à-dire sur les dimensions les plus rentables du champ d'exploitation et sur le taux de la capacité d'extraction, n'offrirait, dans la situation actuelle de l'industrie minière en Europe occidentale, qu'un intérêt secondaire, puisqu'il n'est pas question de créer pour le moment de nouvelles capacités. La distance optimale entre les étages et l'espacement optimal des galeries au rocher ont été considérablement augmentés dans les mines allemandes et néerlandaises pour les gisements en plateure et semi-dressants au cours de ces dernières décennies, conjointement avec les perfectionnements techniques.

Il est rare qu'il soit nécessaire de déterminer les dimensions optimales de ces éléments du découpage; il est rare également qu'il soit possible de se conformer à une valeur optimale calculée, par suite de la durée relativement importante des étages d'extraction et par suite des données impératives de la tectonique et de la géologie. Je limiterai donc cet exposé à l'élément que j'ai cité en dernier lieu, c'est-à-dire la longueur de taille.

En ce qui concerne l'importance de l'avancement journalier possible, je me contenterai de faire remarquer ici, qu'en l'état actuel de la technique d'exploitation en taille, nous sommes malheureusement encore loin d'atteindre un déhouillement permettant d'utiliser régulièrement à fond la capacité des convoyeurs de tailles et de voies.

Le niveau de cette capacité d'utilisation varie considérablement avec chaque cas. Les considérations ci-dessous, concernant la longueur de taille optimale, sont donc faites à partir de valeurs différentes de l'avancement journalier. Mais l'augmentation du déhouillement journalier, donc de la production du chantier, est bien entendu l'une des tâches les plus importantes, eu égard au perfectionnement des techniques d'abattage.

Chaque fois que dans une mine on établit un planning d'exploitation, il faut reprendre le problème de la longueur de taille. Bien que la longueur optimale théorique ne se révèle pas toujours applicable, et qu'elle soit d'autre part souvent conditionnée au départ par les conditions existantes, on se trouve néanmoins fréquemment placé devant la possibilité, voire devant la nécessité de choisir entre différentes longueurs de taille. On devrait alors toujours prévoir une longueur de taille telle que les écarts qu'elle peut présenter, par rapport à la longueur optimale, n'entraînent pas de pertes sensibles dans le domaine de la rentabilité. Il est donc utile de savoir quelle doit être la dimension optimale

d'une taille en l'état actuel et futur de la technique minière.

L'exploration purement statistique des chiffres d'exploitation n'a jamais permis à ce jour de résoudre le problème, parce que de trop nombreux facteurs dépendant du temps et des conditions géologiques viennent influencer sur le rapport entre longueur de taille et montant des dépenses. Il semble donc nécessaire d'énoncer quelques propositions analytiques simples qui permettent d'utiliser et d'extrapoler les valeurs déterminées en pratique.

2. EXEMPLES ET CALCULS CONCERNANT L'ABATTAGE PAR HAVAGE ET PAR RABOTAGE

Quand on envisage le problème de la longueur de taille pour des fronts de taille mécanisés de grande longueur dans un gisement en plateaux, il faut distinguer en principe entre l'abattage par havage et par rabotage. Deux communications ont traité récemment et de façon approfondie le problème du calcul de la longueur de taille optimale. Tillessen (1) fonde ses calculs sur les résultats d'une taille expérimentale hautement mécanisée, presque automatisée, équipée d'une haveuse-chargeuse à tambour (haveuse intégrale) travaillant dans les deux sens, en action dans une veine particulièrement bonne de la mine allemande Friedrich Heinrich, Muysken (2) a effectué son enquête dans des tailles à rabot avec des veines présentant des particularités typiques aux Mines d'Etat néerlandaises (Staatsmijnen) et a établi, en outre, pour l'avenir, le calcul d'une telle taille à rabot en cas d'emploi du soutènement marchant avec commande par groupes.

En m'appuyant sur ces documents déjà publiés, j'ai l'intention de discuter de l'influence du développement technique et de la méthode d'abattage sur le choix de la longueur de taille économiquement la plus rentable. On a déjà maintes fois signalé que la mécanisation et l'automatisation doivent conduire à une augmentation de la production journalière par chantier, si l'on veut que ces mesures aient un effet favorable sur les coûts. A l'aide de deux figures, je voudrais montrer simplement qu'une production journalière plus importante conduit, en dépit de l'accroissement des investissements, à une augmentation de la longueur optimale.

21. Structure des coûts.

Aussi bien pour l'abattage par havage que pour celui par rabotage, les dépenses sont, pour un déhouillement journalier de $L \cdot V$ m², égales à : $a + bV + cL + dLV$.

Les dépenses par mètre carré sont : $K = a/LV + bL + c/V + d$, formule dans laquelle K représente les coûts en florins hollandais ou en DM par mètre carré (ou par tonne), L la longueur de taille en

mètre et V l'avancement journalier du front de taille en mètre.

Les figures 1 et 3 montrent cette structure des coûts par tonne produite en fonction de la longueur de taille. Les paramètres a , b , c et d sont conditionnés par la ventilation des coûts des chantiers. Pour le calcul, toutes les dépenses d'un chantier d'abattage doivent, pour ces raisons, être ventilées dans la mesure du possible en composantes, qui sont fixes par jour (paramètre a), qui sont proportionnelles à la longueur de taille par mètre et par jour (paramètre c), qui doivent être imputées proportionnellement à l'avancement par mètre (paramètre b), ou bien qui, comme le paramètre d , sont de même niveau par mètre carré, indépendamment de l'avancement et de la longueur de taille. Nous entrerons plus loin dans les détails concernant la structure des coûts de ces paramètres.

Pour éliminer dans toute la mesure du possible l'influence de l'ouverture de veine, les coûts totaux sont, dans ce qui suit, calculés en fonction du mètre carré déhouillé et non de la tonne produite.

22. Explication de la figure 1.

La figure 1 montre la structure des coûts d'une taille à rabot avec soutènement marchant à commande par groupe d'éléments. Les calculs ont été effectués avec des frais moyens par mètre de voies et de niches, frais qui sont dégressifs en cas d'accroissement de l'avancement.

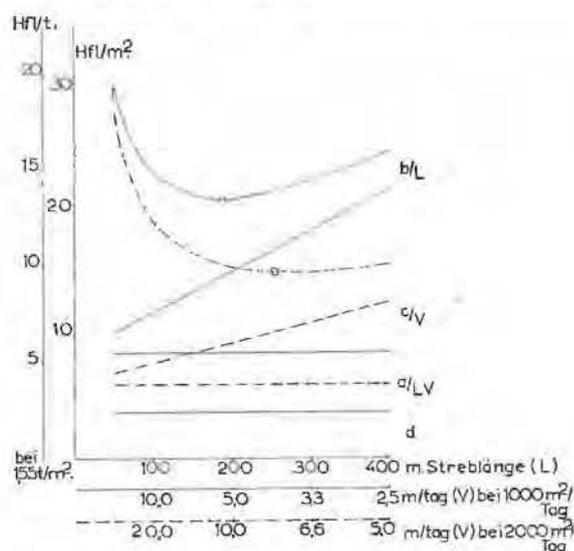


Fig. 1.

Taille à rabot « Staatsmijnen », Soutènement mécanisé avec commande par groupes d'éléments. Exploitation en double-unit.

b : 1146 fl/m d'avancement

c : 32,44 fl/m de longueur de taille par jour.

a : 4631 fl par taille et par jour.

d : 3,78 fl par m².

400 m Streblänge (L) : 400 m de longueur de taille (L) - 2,5 m/Tag (V) bei 1.000 m²/Tag : 2,5 m/jour (V) pour 1.000 m²/jour - 5 m/tag (V) bei 2.000 m²/Tag : 5 m/jour pour 200 m²/jour.

Pour les valeurs des coûts par mètre d'avancement indiquées pour les Mines d'Etat néerlandaises (paramètre b), on a tenu compte de diminutions possibles des coûts, si bien que pour le moment ces chiffres ne sont valables que dans les conditions les plus favorables. De même, les coûts par mètre de longueur de taille et par jour (paramètre c) ont été, eu égard au perfectionnement de la technique, estimés à un niveau très élevé. Il s'agit donc d'un cas extrême. Il apparaîtra dans ce qui suit que cette combinaison aboutit à une longueur de taille optimale calculée, relativement courte.

Dans le cas d'une taille à rabot, on peut partir d'une production journalière constante, indépendante de la longueur de taille, qui résulte du rendement horaire de l'installation, de son coefficient moyen d'utilisation pendant la durée de marche et de la densité du personnel en taille pour une durée de marche possible, donnée par jour.

En considérant les choses de plus près, il ressort que les frais minimaux pour un déhouillement journalier constant LV ne sont conditionnés que par la relation de b et de c, c'est-à-dire des coûts b, qui doivent être imputés par mètre d'avancement (et qui, par conséquent, sont causés par les voies et les points de raccordement taille/voie) et des coûts c, qui sont imputés par mètre de longueur de taille et par jour.

Pour un déhouillement journalier de 1.000 m² (qui correspond à une production de 1.550 t/jour pour 1,55 t/m²), les coûts sont minimaux pour une longueur de taille d'environ 190 m. Pour une production qui serait deux fois plus importante (soit dans le cas présent 3.100 t/jour), il apparaît que le niveau minimum théorique des coûts se situe conformément aux courbes en pointillés aux environs de 226 m de longueur de taille. Il est évident que ceci résulte d'une augmentation de l'avancement V, entraînant une diminution du facteur c/V, en fonction de quoi les coûts c par mètre de longueur de taille et par jour pèsent moins lourdement sur les coûts totaux par mètre carré.

23. Différence entre l'abattage par rabotage et par havage.

La structure des coûts pour une *taille expérimentale hautement mécanisée dans une veine à épontes particulièrement bonnes de la mine Friedrich Heinrich, équipée d'une haveuse-chargeuse à tambour*, peut être représentée de la même manière. Mais, dans le cas de l'abattage par havage, le déhouillement journalier est une fonction de la longueur de taille, en raison des temps d'arrêt dus aux changements de marche de la haveuse aux extrémités de taille.

La figure 2 donne comme exemple cette fonction pour la haveuse intégrale Eickhoff EDW 150 L avec

une largeur de coupe de 65 cm, une vitesse de marche de 5 m/min, pour un coefficient d'utilisation du rendement horaire potentiel de 70%, des temps d'arrêt réduits à 15 min pour chaque changement de marche, un temps de travail en taille de 330 min, une durée moyenne de pannes de 60 min par poste d'abattage, et à raison de 3 postes par jour. La courbe de rendement de la machine présente un plat important; pour une longueur de taille de 400 m, on atteint environ 50% de la capacité théorique de la machine.

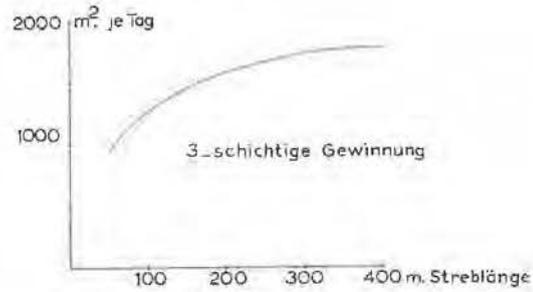


Fig. 2.

Taille expérimentale « Friedrich Heinrich ».
 Haveuse à double tambour - largeur de coupe : 0,65 m.
 Vitesse moyenne de marche : 70% de 5 m/min.
 Temps de travail en taille : 330 min.
 Temps moyen de dérangements par poste : 60 min.
 Temps d'arrêt à chaque extrémité de taille : 15 min.
 3-schichtige Gewinnung : exploitation à 3 postes.

Dans la structure des coûts de la figure 3 on a tenu compte de cette dépendance du déhouillement journalier par rapport à la longueur de taille, lors de la graduation de l'axe des abscisses pour l'avancement journalier V et le déhouillement LV.

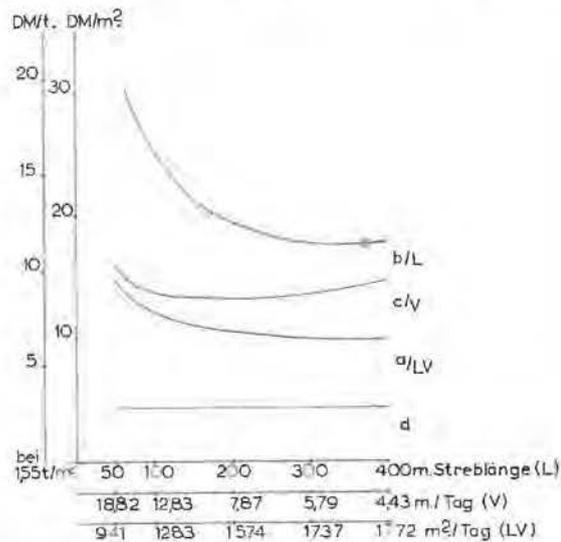


Fig. 3.

Taille expérimentale « Friedrich Heinrich ».
 Haveuse à double tambour - groupes d'éléments.
 Exploitation à 3 postes - taille rabattante.
 b : 1.192 DM/m d'avancement.
 c : 20,90 DM/m de longueur de taille par jour.
 a : 9 604 DM par taille et par jour.
 d : 4,39 DM par m².

Le diagramme montre de ce fait un aspect fondamentalement différent de la figure 1. Le niveau minimum des coûts est atteint sur la figure 3 pour une longueur de taille optimale de 375 m, un avancement journalier de 4,68 m et un déhouillement journalier de 1.775 m², c'est-à-dire une production journalière de 2.720 t dans la veine Blücher de 1,15 m d'ouverture.

31. Explication des différences entre figures 1 et 3.

Il résulte des calculs, qu'en raison des tonnages élevés auxquels on peut s'attendre, grâce aux perfectionnements ultérieurs et malgré les coûts de plus en plus élevés par mètre de taille, la longueur de taille optimale se maintiendra toujours supérieure à 200 m. Elle sera même encore plus importante pour l'abattage par havage que pour l'exploitation par rabotage. Cette dernière différence provient essentiellement de la différence de principe. Le mode et le genre d'imputation, ainsi que les particularités de la veine jouent également ici, en partie, un certain rôle.

— Les coûts fixes par jour, rapportés au mètre carré déhouillé, c'est-à-dire le *facteur* a/LV , décroissent dans l'exploitation par havage lorsque la longueur de taille augmente, parce que, pour une exploitation par havage, le déhouillement journalier LV augmente. Les frais fixes par jour, paramètre a , sont pour la taille de Friedrich Heinrich environ deux fois plus élevés que pour la taille à rabot de la figure 1. Ceci provient du prix de revient élevé de la machine de havage et des installations semi-automatiques aux points de raccordement taille/voie. Grâce à ces installations, il est possible, avec un effectif fixe à ces points de raccordement, de faire face à tout avancement journalier susceptible d'être atteint. Pour la taille à rabot des Mines d'Etat, par contre, une partie du nombre des postes effectués doit être affectée au pied de taille en fonction de l'avancement du front de taille, et donc être imputée à l'avancement par mètre, c'est-à-dire au paramètre b . Le *facteur* a/LV est indépendant de la longueur de taille en raison du rendement d'abattage LV du rabot prédéterminé.

— Avec l'exploitation par havage, les coûts par mètre de longueur de taille, rapportés au mètre carré, déhouillé, c'est-à-dire le *facteur* c/V , n'augmentent pas proportionnellement à l'accroissement de la longueur de taille, parce que le rendement du déhouillement augmente lorsqu'il y a accroissement de la longueur de taille.

Dans la figure 3, le paramètre c , c'est-à-dire les coûts par mètre de longueur de taille et par jour, comprend, entre autres, le prix de revient total des machines équipant la taille, y compris les frais de remise en état.

Les coûts concernant le personnel affecté au soutènement de taille sont, pour l'exploitation avec la haveuse à tambour de F. H., imputés au mètre carré de surface déhouillée.

Pour la taille à rabot des Mines d'Etat, figure 1, on a retenu, par contre, en plus du prix de revient du convoyeur de taille, uniquement les frais d'amortissement du soutènement mécanisé (paramètre c), mais pas les frais de remise en état s'y rapportant. Ceux-ci ont été imputés proportionnellement au paramètre d , c'est-à-dire au mètre carré de surface déhouillée. Par contre, les coûts du personnel de conduite, d'entretien et chargé des travaux auxiliaires ont été imputés au paramètre c , en tant que fonction de la longueur de taille. A ce sujet, on a tenu compte du fait que, tous les 50 m de taille, il faut placer un homme tant pour le ripage du soutènement que pour la commande du rabot, indépendamment de l'avancement du front de taille.

En raison de cette imputation différente, commandée en grande partie par la technologie, la valeur de c est de 60 % plus élevée pour la taille à rabot des Mines d'Etat que pour le chantier de havage de Friedrich Heinrich.

- Le *facteur* b/L a la même valeur dans les deux cas. Le paramètre b , c'est-à-dire les frais par mètre d'avancement du front de taille, comprend le creusement, l'installation, l'entretien et le décadage des voies en veine: nous verrons plus en détail comment ces coûts se décomposent.
- Les *coûts en m²/jour* rentrent certes dans les coûts totaux et ont une part d'influence sur le niveau des coûts, mais ils n'ont, dans l'un comme dans l'autre cas, aucune influence sur la longueur de taille optimale. Leur classement n'a donc qu'une importance minimale pour la présente comparaison.

32. Relation entre longueur de taille et déhouillement journalier pour une capacité donnée de la machine d'abattage.

Il apparaît que pour une automatisation poussée — c'est-à-dire avec une proportion relativement élevée de frais fixes par jour — la longueur de taille optimale, pour des conditions par ailleurs identiques, est augmentée avant tout quand le déhouillement journalier croît avec la longueur de taille.

En cas d'emploi de la haveuse intégrale, une telle dépendance existera toujours en raison des temps morts à l'extrémité de taille. Une enquête statistique a montré qu'il existait une corrélation en ce sens pour les tailles à rabot; ceci est surtout valable pour des tailles avec soutènement mécanisé.

La dépendance dans ce cas ne provient pas d'une question de principe, mais résulte d'une série de facteurs d'ordre pratique. Tout d'abord, on choisira de préférence une plus grande longueur de taille

dans une bonne veine plutôt que dans une veine médiocre. Et il est plus facile de réaliser une production moyenne journalière plus élevée dans les meilleures veines.

En outre, des facteurs psychologiques jouent également un rôle. On s'est habitué, petit à petit, à un avancement journalier déterminé, ne dépendant que dans une faible mesure de la longueur de taille. Mais, pour des tailles plus courtes, il est cependant nécessaire de réaliser un avancement proportionnellement plus important afin de parvenir à un déhouillement semblable à celui des tailles longues. Pour obtenir cet avancement proportionnellement plus important, une organisation spéciale et une attention constante de la part des responsables du fond sont nécessaires, même dans les bonnes veines, ce qui n'est pas toujours garanti. Des exemples tirés de la pratique ont démontré qu'on pouvait obtenir également dans des tailles à rabot plus courtes un bon déhouillement journalier dans des cas favorables.

4. OUVERTURE DE VEINE

Dans ce qui précède, on n'a accordé aucune attention au paramètre prédéterminé par la nature, que constitue l'ouverture de veine.

Pour l'exemple de Friedrich Heinrich, on est parti de l'ouverture de la veine Blücher, soit 1,15 m : l'ouverture moyenne des veines des Mines d'État est du même ordre de grandeur.

La communication déjà citée concernant les tailles à rabot des Mines d'État ne mentionne qu'accessoirement l'ouverture de veine. La raison en est que dans ces Mines d'État la grande majorité des veines ne diffèrent pas suffisamment de cette valeur moyenne pour pouvoir influencer de façon déterminante sur la longueur de taille optimale.

En principe, dans des veines de même qualité, la longueur de taille optimale diminuera pour une ouverture de veine qui augmente. Ceci se produit principalement lorsque le rapport b/c diminue. Le paramètre b diminue parce que les voies deviennent moins coûteuses en raison de la diminution des travaux de forage et de minage dans les épontes. En outre, la valeur des charbons résultant du traçage des galeries, valeur qui peut être portée en déduction, augmente. Ceci est valable également en un certain sens pour les niches. Mais ici, des frais d'entretien de voies plus importants et des épis de remblai plus coûteux, nécessités par une convergence plus forte, peuvent conduire à une augmentation des coûts.

Le paramètre c , c'est-à-dire les coûts par mètre de longueur de taille et par jour, ira croissant en raison de l'augmentation, nécessaire pour les veines de grande ouverture, des coûts du soutènement par

mètre de longueur de taille, ce qui conduit également à des longueurs de taille plus courtes.

Pour un même avancement journalier, la production journalière augmente proportionnellement avec l'ouverture de veine. Mais, dans les veines de grande ouverture, le déblocage en taille peut constituer un goulot d'étranglement et amener une diminution du déhouillement journalier, au cas où la section et la vitesse du convoyeur ne suffisent pas à déblocquer les grandes quantités de charbon qui se présentent, en période de pointe (Wild. 4). Dans ce cas, lorsque la section du convoyeur est prédéterminée, la production journalière ne peut être accrue que grâce à une augmentation de la vitesse ou du coefficient d'utilisation du convoyeur de taille avec une capacité correspondante des moyens de déblocage en aval.

En principe, la tendance qui se fait jour actuellement, à réaliser un avancement journalier diminuant pour une ouverture de veine croissante, doit s'atténuer en raison des perfectionnements techniques. Pour une taille à rabot, il s'agit d'améliorer le coefficient d'utilisation du convoyeur de taille par une synchronisation optimale de la vitesse du rabot et de celle du convoyeur. Pour un chantier avec une haveuse à tambour, des vitesses suffisamment élevées du convoyeur de taille et des vitesses de coupe faibles influent favorablement sur la surface déhouillée brute (Ostermann 5).

Dès à présent, le grisou limite déjà la production journalière de certaines tailles. Le débit d'air qui passe dans la taille pour une vitesse d'aéragage maximale admissible, augmente avec l'ouverture de la veine. Si le dégagement de gaz qui s'y ajoute joue un rôle important — et c'est habituellement le cas — la limite admissible de méthane sera dépassée moins rapidement dans les veines de grande ouverture en raison du plus grand débit d'aéragage. Pour cette raison, le plafond du déhouillement journalier, pour autant qu'il soit conditionné par le dégagement de gaz, sera en général plus élevé pour les veines de grande ouverture que pour les veines minces.

En cas de dégagement de gaz important, la longueur de taille susceptible d'être atteinte peut de ce fait augmenter lorsque l'ouverture de veine s'accroît et être ainsi adaptée plus étroitement à la longueur de taille économiquement optimale.

5. IMPONDERABLES

Quelques auteurs mentionnent comme avantages pour les tailles courtes la plus grande mobilité escomptée (Willuda 3) pour exploiter des quartiers *failloux* par tailles courtes à avancement rapide — de préférence en rabattant. Il est incontestable que, dans des cas précis, des failles tectoniques connues

se laissent mieux contourner par des tailles courtes. Mais il est très douteux que les coûts supplémentaires occasionnés par les travaux préparatoires d'installation et de récupération d'une taille courte compensent les coûts supplémentaires, occasionnés par les failles, d'une taille longue.

A ce sujet, il faut tenir compte du fait que dans le cas d'une taille longue qui, comparée à une taille courte, demande un avancement journalier bien moindre pour réaliser la même production journalière, on doit s'écarter bien moins des conditions optimales pour traverser une petite faille en diagonale, dans laquelle on arrive toujours à maintenir un avancement journalier de quelques mètres, que dans le cas d'une taille courte, où il faut atteindre un avancement journalier de 10 m par exemple.

Jusqu'à présent, on n'a pas d'indications montrant que la *pression du terrain* dans des tailles plus courtes, de 100 - 150 m par exemple, avec un avancement proportionnellement plus important, a une influence sensiblement plus favorable que dans des tailles plus longues avec un avancement plus faible mais néanmoins toujours respectable.

Le *dégagement de gaz* est, en général, pour une même production journalière, indépendant de la longueur de taille. Il dépend bien plutôt d'autres facteurs. Nous avons déjà parlé de l'influence particulière de l'ouverture de veine sur la situation d'un chantier en ce qui concerne le problème du grisou.

Les très nombreuses mesures effectuées dans des chantiers en plateure du Limbourg n'ont montré aucune relation statistique entre la *teneur en poussières* de l'air et la distance existant jusqu'à l'entrée d'air de la taille.

Le *dégagement de poussières* doit être combattu avec un maximum d'efficacité, mais il est indépendant de la longueur de taille.

Pour pouvoir prédéterminer la *température au fond*, les Mines d'Etat ont effectué des recherches minutieuses. Il ressort des calculs que, pour une production qui reste constante, au-dessus de la profondeur à partir de laquelle un refroidissement de l'air est nécessaire dans la taille, la longueur de taille, pour un pendage allant jusqu'à 15°, n'exerce aucune influence sur les conditions climatiques.

Dans certaines mines plus petites, ou bien parce que les types de charbon sont différents, on est parfois obligé de renoncer, au profit d'une *production régulière*, à un important abattage journalier par taille et par là même aux avantages d'une concentration de chantiers. Au cas où la production en taille, donc le déhouillement journalier, doit être limitée pour de telles raisons, il est bien évident que ceci conduit à une longueur de taille optimale plus faible.

6. INFLUENCE DES PERFECTIONNEMENTS TECHNIQUES ULTERIEURS

61. Il est évident que les coûts d'un chantier d'exploitation ne peuvent plus être diminués que par une *mécanisation et une automatisation partielle plus intensives*, entraînant les dépenses de capital correspondantes. Mais ces investissements demandent pour leur amortissement une augmentation de la production du chantier, c'est-à-dire du déhouillement journalier. Cette augmentation du déhouillement journalier doit évidemment être obtenue tout d'abord par une augmentation de l'avancement du front de taille. Mais les coûts d'investissement plus élevés par mètre de taille sont plus que compensés, ainsi que le démontrent dès à présent les perfectionnements obtenus dans le passé, par le déhouillement journalier plus important auquel on peut prétendre. Il en résulte que, pour des conditions par ailleurs invariables dans les voies et aux extrémités de taille, les calculs donnent une longueur de taille optimale plus grande.

La seule possibilité de diminuer dans l'avenir la longueur de taille optimale réside dans une diminution relative de la valeur de *b*, c'est-à-dire des coûts par mètre d'avancement du front de taille.

62. Coûts par mètre d'avancement du front de taille.

Les frais par mètre d'avancement, représentés à la figure 5 et concernant la taille expérimentale de la mine Friedrich Heinrich, reposent déjà sur des conditions extrêmement favorables. Grâce à d'excellentes épontes et à un grand avancement obtenu ici en rabattant, il a été possible de se contenter de voies en veine sans frais d'entretien et d'une largeur utile de 5,50 m. Au départ de ces voies, la galerie de déblocage creusée exclusivement dans le charbon comme un montage a une section utile de 4 m², et la voie de tête, où sont installées également les têtes motrices, une section utile de 6,5 m².

Ces sections sont suffisantes pour une taille de 100 m de longueur. Il faut s'attendre à ce que, pour des raisons techniques d'aérage et de sécurité, des sections plus grandes soient nécessaires pour des longueurs de taille plus grandes, ce qui peut entraîner une augmentation des coûts par mètre d'avancement du front de taille. Les niches sont creusées par la haveuse elle-même ; le ripage du soutènement aux points de raccordement taille/voie, ainsi que les autres travaux aux deux extrémités de taille sont effectués par une petite équipe fixe, dont l'importance peut être indépendante de l'avancement grâce à la mise en œuvre d'installations hautement mécanisées.

Avec toutes ces conditions préalables, une somme de 1.192 DM par mètre d'avancement du front de

taille est suffisante pour le traçage, l'installation et le décadage des deux voies de chantier.

Cette valeur est déjà très favorable, de sorte qu'une diminution importante est difficilement pensable. Pourtant, pour la taille expérimentale de la mine Friedrich Heinrich, on a calculé que la longueur de taille optimale passerait de 325 m à 275 m, rien que si l'on réussissait effectivement un jour à diminuer de moitié les coûts actuels par mètre d'avancement.

Pour la taille à rabot des Mines d'Etat (fig. 1), on a escompté, ainsi qu'il a déjà été signalé, des coûts aussi favorables, soit 1.146 fl par mètre d'avancement du front de taille. Sur ce montant, 192 fl seulement par mètre sont affectés aux coûts de la main-d'œuvre aux raccordements taille/voie, coûts qui sont proportionnels à l'avancement. Avec l'exploitation par taille double utilisée dans ces mines, l'une des voies est utilisée deux fois; c'est pourquoi la moitié seulement des coûts est imputée au traçage et au décadage d'un panneau. On sait par expérience que les coûts d'entretien dans le bassin houiller du Limbourg sont moins une fonction de la durée des voies, mais qu'ils sont surtout conditionnés par la convergence après déhouillement. Ces coûts doivent donc être considérés comme dépendant de l'avancement du front de taille. Dans l'exemple précédent, on a escompté 300 fl par mètre d'avancement, valeur couramment admise pour les mines d'Etat. Au total, la somme de 1.146 fl par mètre d'avancement peut être considérée comme très basse pour les conditions des Mines d'Etat (1).

Si nous sommes tellement entrés ici dans les détails des chiffres de coûts par mètre d'avancement, c'est pour faire ressortir nettement la faible *marge disponible* pour une diminution ultérieure.

Dans le cas de Friedrich Heinrich, on ne peut probablement pas se contenter des faibles sections de galeries mentionnées ci-dessus pour réaliser des longueurs de taille économiquement optimales d'un ordre de grandeur de 300 m. Par ailleurs, l'influence de sections de galeries plus grandes sur les coûts par mètre d'avancement n'est pas si importante, qu'il faille, afin de les éviter, avoir des tailles sensiblement plus courtes.

(1) Pour les coûts du traçage et du décadage des voies en veine, on a utilisé les chiffres indiqués dans le rapport (2), mais dans un but de comparaison, sans tenir compte des travaux de préparation et de démantèlement hors quartier. Il en résulte une longueur optimale un peu plus petite que dans le rapport précité.

Ces travaux de préparation et de démantèlement n'ont pas été non plus estimés dans les chiffres concernant Friedrich Heinrich, figure 3, parce qu'ils sont conditionnés dans une large mesure par la découpe et la situation particulière du chantier dans le champ d'exploitation et qu'ils n'ont nulle relation avec la longueur de taille. Dans son rapport, Tillessen (1) avait englobé ces coûts dans les calculs des coûts totaux, mais de façon telle qu'ils ne pouvaient pas influencer sur la longueur de taille optimale.

Pour la taille à rabot des Mines d'Etat, on a calculé, pour une section utile de 7-8 m², des coûts peu élevés pour le traçage et le décadage. En cas d'augmentation de la production du chantier, on enregistre une tendance vers des sections plus grandes. Les conditions d'épentes sont ici en général si défavorables qu'on ne peut pas faire usage de sections plus petites ni simplement plus larges. C'est pourquoi les coûts par mètre de galerie, même en cas de mécanisation totale du traçage, ne peuvent plus être abaissés de façon sensible. Il ne faut pas s'attendre pour le moment à des développements de ce genre, qui devraient conduire pour le moins à une diminution de moitié des frais susceptibles d'être atteints actuellement, par exemple par une mécanisation totale. Il devient dès lors apparent que, du point de vue économique, on ne peut prendre la responsabilité d'une diminution importante des tailles.

7. RESUME ET CONCLUSIONS

Les exemples utilisés ne se laissent pas comparer en tous points, à cause entre autres des particularités différentes des terrains et des niveaux de mécanisation en taille différents; néanmoins, les résultats des calculs autorisent les conclusions suivantes:

1. Lors des perfectionnements de la technique d'abattage il faut, grâce à la mécanisation et à l'automatisation, synchroniser les différents moyens d'exploitation en taille de telle façon que l'augmentation de la production journalière que l'on s'efforce d'obtenir soit garantie par un déblocage continu et régulier du charbon de la taille.
2. Il résulte de l'accroissement de la production journalière une augmentation de la longueur de taille optimale théorique, malgré les investissements plus élevés par mètre de taille, au cas où on ne peut simultanément réduire les coûts par mètre d'avancement.
3. Pour les exemples de cet exposé, les coûts par mètre d'avancement présentent une structure différente.

En cas d'emploi d'une haveuse-chargeuse à tambour travaillant dans les deux sens, comme cela s'est fait dans la mine Friedrich Heinrich, les niches pour machines sont superflues, puisque la section des voies peut être choisie suffisamment large pour que les têtes motrices du convoyeur de taille et de la haveuse puissent être placées dans la voie.

A l'aide d'un système de soutènement et d'ancrage partiellement automatisés aux points de raccordement taille/voie et avec des conditions d'exploitation très favorables, un petit effectif fixe peut effectuer tous les travaux à la tête et au

pied de taille, indépendamment de l'ordre de grandeur de l'avancement du front de taille. Dans un tel cas, comme par exemple dans la taille expérimentale de la mine Friedrich Heinrich, le rapport des coûts fixes par jour aux coûts par mètre d'avancement de taille s'établit, en raison du degré de mécanisation plus élevé, à une valeur plus élevée que pour la taille à rabot des Mines d'Etat, qui présente des conditions d'épentes moins favorables et où, entre autres, les voies doivent être maintenues plus étroites. C'est pourquoi la courbe de la taille Friedrich Heinrich présente un profil plus horizontal dans la zone de valeur minimale.

Les autres coûts par mètre d'avancement du front de taille ressortissent des voies en veine. Ils dépendent essentiellement des particularités du terrain et de la méthode d'abattage. C'est pourquoi ces coûts doivent être considérés en liaison avec tout le système.

4. Le montant des coûts par mètre d'avancement détermine dans une large mesure la longueur de taille optimale. Il n'y a pas d'indication que ces coûts — même avec d'excellentes conditions d'exploitation et une importante mécanisation — puissent être diminués de façon que la longueur optimale d'une taille hautement mécanisée et partiellement automatisée, avec un rendement élevé, descende en dessous de 200 m.
5. En cas d'abattage par havage s'ajoute encore cette caractéristique essentielle que le déhouillement journalier s'accroît avec la longueur de taille. Par suite de la dégression des frais fixes par jour qui en résulte, frais particulièrement élevés en cas d'automatisation poussée, il se développe une tendance à des valeurs optimales calculées élevées pour la longueur de taille.
6. Les courbes de coûts présentent un plat relatif dans la zone de valeur minimale. Il y a de nombreux facteurs de nature pratique qui font appa-

raître avantageuse une longueur de taille plus courte, ou même qui y contraignent.

Les risques pratiques d'une taille plus longue doivent donc être toujours pesés en face des profits de coûts. Mais, après comme avant, le développement de la technique devrait s'orienter vers la possibilité de fronts de taille de grande longueur, supérieurs à 200 m.

7. Pour pouvoir utiliser pleinement les acquisitions des progrès de la technique d'abattage, il est nécessaire d'avoir des quartiers d'abattage sans failles, avec des conditions de terrain appropriées, permettant une exploitation par tailles longues avec un bon avancement du front de taille. Pour beaucoup de mines, de telles conditions n'existent que de façon limitée; là où ces conditions font défaut, seuls certains domaines partiels des travaux de développement indiqués pourront être utilisés en vue d'améliorer les résultats d'abattage. Mais, avec de telles conditions, il n'y a pas lieu de discuter de la longueur de taille optimale.

BIBLIOGRAPHIE

- TILLESSEN, R.: Die optimale Streblänge für einen hochgradig mechanisierten Abbaubetrieb, dargestellt am Beispiel des Versuchsstrebs der Zeche Friedrich Heinrich. Glückauf Forschungshefte Dezember 1966.
- MUYSKEN, P. J.: Die optimale Streblänge beim Hobelbetrieb. Glückauf Forschungshefte Dezember 1966.
- WILLUDA, W.: Möglichkeiten und Grenzen der Weiterentwicklung der Abbautechnik im Strebbau. Glückauf 102 (1966) H. 17 S. 881 f.f.
- WILD, H. W.: Erfahrungen mit schnellaufenden Hobelanlagen. Glückauf 102 (1966) H. 20 S. 1033 f.f.
- OSTERMANN, W.: Die Schrämlistung von Walzenschrämladern in Abhängigkeit von der Schnittbreite und der Drehzahl der Walzen. Glückauf 102 (1966) H. 4 S. 125 f.f.

Efforts en vue d'augmenter la rentabilité du roulage et de l'extraction du charbon, ainsi que du transport des matériaux dans le fond, dans les houillères d'Allemagne occidentale

Dr Ing. K. SCHUCHT,

Monopol Bergwerks-Gesellschaft mbH, Kamen (Westf.)

Dans tous les pays s'occupant de l'extraction de la houille, on peut subdiviser les différentes opérations au fond de la mine en opérations principales et opérations auxiliaires. Parmi les opérations principales, on compte dans ce classement surtout les travaux d'abattage proprement dits, ainsi que la confection des galeries nécessaires pour les travaux d'abattage. Toutes les autres opérations dans le fond de la mine sont en général classées comme travaux auxiliaires.

Le roulage et la remontée du charbon, ainsi que les transports de matériel comptent donc parmi les travaux auxiliaires, de même que l'entretien, la prévention des accidents, le déboisage, la récupération des cadres et leur reconformation, etc. Le système standardisé pour la ventilation des frais dans les mines, qui est en usage dans les houillères d'Allemagne occidentale, suit d'une façon très précise cette subdivision en travaux principaux et travaux auxiliaires dans sa répartition des frais par postes, cela à une exception près. En effet, aucun poste de frais spécial n'est prévu pour les transports de matériel, de sorte qu'en général on ne peut pas connaître d'une façon précise les frais de cette opération auxiliaire, ni les effectifs employés par poste. C'est pourquoi, dans cet exposé des efforts en vue d'augmenter la rentabilité du roulage, de la remontée du charbon, ainsi que du transport de matériel, je serai obligé de faire ressortir, à côté du poste représentant les frais de roulage et de remontée du charbon qui sont connus, les différents processus auxiliaires caractérisant approximativement le processus auxiliaire qui est représenté par le transport du matériel.

Ces processus auxiliaires — représentant autant de postes de frais — sont les suivants :

- Entretien des galeries.
- Récupération des cadres et reconformation.
- Réparation du matériel.
- Entretien des fronts de taille et des travers-bancs locaux.
- Autres opérations du fond.

Les houillères d'Allemagne occidentale et même de toute l'Europe occidentale s'efforcent depuis des années de réaliser une rationalisation poussée de leurs chantiers. Dans ce cadre, on retrouve tout naturellement toute une série d'efforts pour améliorer la rentabilité des opérations auxiliaires de roulage et d'extraction du charbon et des opérations auxiliaires caractérisant le transport de matériel dans le sens du présent exposé.

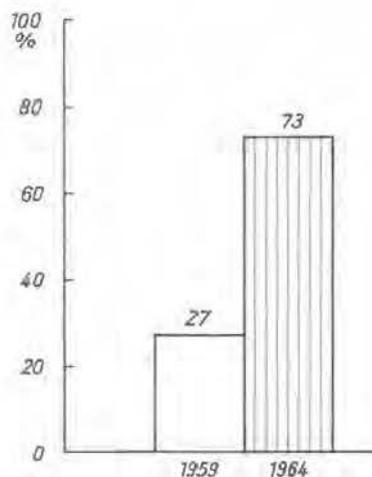


Fig. 1.

Augmentation des taux de mécanisation 1959 - 1964.

Avant de présenter en détail les efforts en vue de la rationalisation de ces deux opérations, je voudrais montrer les succès obtenus dans cette voie par le passé et les comparer avec les résultats concernant les autres opérations de la mine.

La figure 1 montre les résultats obtenus par la mécanisation des fronts de taille. Le degré de mécanisation de l'abattage a augmenté de 1959 à 1964 de 27% à 73%. En même temps, l'effectif par poste pour l'abattage a diminué de 25% comme le montre la figure 2. L'effectif par poste de l'ensemble des autres opérations dans

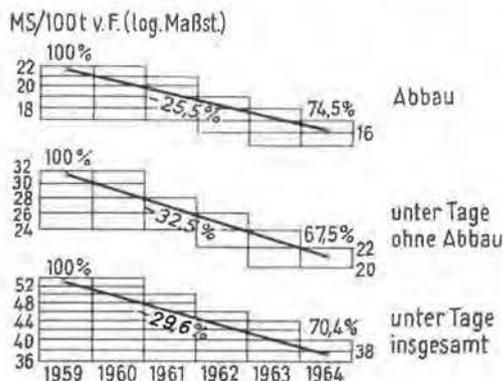


Fig. 2.

Dépenses en postes par 100 t dans le bassin de la Ruhr 1959-1964.

v.F. (log. Massst.): tonnes nettes (échelle logarithmique) - Abbau: abattage - Unter Tage ohne Abbau: fond sans l'abattage - Unter Tage insgesamt: fond global.

le fond, à l'exception de la taille, a cependant diminué en même temps de 32%. Ces chiffres permettraient donc de conclure que la rationalisation des processus auxiliaires est plus forte proportionnellement que celle des fronts de taille. Mais, si l'on compare les chiffres correspondants pour la période de 1957 à 1965 (fig. 3), on voit alors que les effectifs par poste aux fronts de taille ont diminué pendant cette période de 40,1%, tandis que l'on a pu réduire les effectifs par poste dans le fond de la mine, en excluant les fronts de taille, de 42,8%. La différence ne s'élève donc plus au cours de la période de 1957 à 1965 qu'à 2,7%. Dans l'ensemble des travaux d'exploitation du fond, les effectifs par poste ont diminué entre 1957 et 1965 de 41,7%. Ces chiffres montrent donc que, pour la période de 1957 à 1965, l'amélioration de la productivité et, par conséquent, la rationalisation des fronts de taille correspondent à peu près au progrès obtenu pour les opérations auxiliaires.

Mais, comme toujours, les résultats sont déterminés ici par la tendance affectant les groupements et le mode de représentation. C'est pourquoi les comparaisons mentionnées n'ont pas, à mon avis, une très grande signification. Si nous voulons démontrer quels sont les succès que l'on a obtenus

dans la rationalisation des différents processus auxiliaires désignés ci-dessus dans le détail, nous devons chercher d'autres voies.

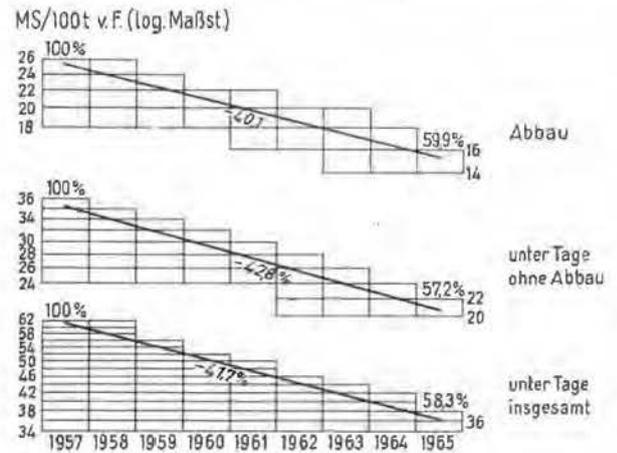


Fig. 3.

Dépenses en postes par 100 t dans le Bassin de la Ruhr 1957-1965.

On peut dire, en particulier, qu'il y a eu rationalisation, si — d'après Mellerowicz — on a :

1. Une augmentation de la production sans modification des frais. Le moyen consiste dans une utilisation optimale de la capacité en vue d'obtenir une réduction des frais unitaires à leur valeur minimale (frais fixes).
2. Une réduction du niveau des frais sans modification de la production. Le moyen consiste dans la recherche de la consommation minimale par unité produite, en vue d'obtenir les frais limites minima (frais variables).

En raison des importantes augmentations de salaires au cours des dernières années, il est difficile de démontrer qu'il y a eu un abaissement réel des frais, dans le sens de la définition que nous venons d'indiquer, pour démontrer le succès de la rationalisation.

Si l'on effectue le calcul avec les valeurs indexées de l'année 1966, on obtient pour les postes abattage et roulage dans les galeries principales un abaissement des frais d'environ 30% par rapport à 1957. Etant donné la quote-part élevée des salaires dans les frais d'extraction, il est permis, en vue d'une simplification, de remplacer les frais par les effectifs employés par poste pour l'extraction de 100 tonnes comme mesure pour juger du succès de la rationalisation. L'extraction des fronts de taille est caractérisée par l'évolution de l'extraction par chantier, ainsi que par l'évolution des équipes déplacées par poste et par chantier. Pour un même effectif par poste, les effectifs par chantier ont augmenté de 25%. En même temps, l'extraction journalière par

chantier a augmenté d'environ 130 %. Mais, dans l'ensemble, l'effectif par poste de cet ensemble de postes des frais de production a diminué de 46,5 %. Cette réduction s'explique largement par l'augmentation de 130 % de l'extraction par chantier. Le succès de la rationalisation dans l'extension des fronts de taille repose donc, dans le sens du cas 1, sur une augmentation de la production sans augmentation des frais.

Cette seule comparaison nous conduit au cœur même du problème de notre étude. Ce problème, c'est l'interdépendance des opérations principales et des opérations auxiliaires dans les mines. Cette comparaison sert à montrer que la modification des processus auxiliaires a créé la base et les conditions indispensables pour la rationalisation des opérations principales. Dans le cas concret qui nous intéresse, cela signifie :

Pour pouvoir charger 250 t/h en un point de chargement, il faut d'abord porter la capacité du point de chargement, si celle-ci était auparavant de 100 t/h, à la valeur désirée de 250 t. Cela crée donc tout d'abord la condition préalable indispensable pour les progrès du front de taille branché en amont, c'est-à-dire pour la rationalisation de l'opération principale, en vue d'obtenir une extraction horaire de 250 t. Il est évident que cette modification obtenue avec la même dépense et en mettant en œuvre les mêmes effectifs au poste de chargement intéressé se manifeste par une rationalisation du processus auxiliaire « Chargement du charbon » et cela, dans la même mesure où progresse la rationalisation de l'opération principale, à savoir dans la mesure où augmente l'extraction du chantier.

Mais, si l'on réussit en même temps à automatiser le poste de chargement de sorte qu'il n'y ait plus besoin de trois hommes pour le desservir, mais que ce poste puisse fonctionner abolument sans personnel, on a alors réussi une rationalisation du processus auxiliaire qui est en soi indépendante de toutes les opérations du processus principal qui se trouvent en amont.

Ce petit exemple met en relief les difficultés rencontrées lorsqu'on essaie de représenter d'une façon consciencieuse et compréhensive les efforts en vue d'augmenter la rentabilité du transport du charbon et du transport de matériel au fond de la mine. On est, en effet, amené, pour chaque cas particulier de rationalisation d'un processus auxiliaire, à séparer la quote-part conditionnée par la rationalisation du processus principal de la quote-part due à la rationalisation proprement dite du processus auxiliaire lui-même.

Il m'est impossible, dans ce qui suit, de détailler les études d'une façon logique et conséquente d'après ce schéma. Cela risquerait de nous entraîner beaucoup trop loin et de faire durer cet exposé pendant de trop longues heures. Cette étude est certai-

nement intéressante et je me contenterai de suggérer qu'elle soit reprise à l'occasion par les services intéressés de nos organisations de la Communauté.

Dans cet exposé concernant les principaux efforts, je m'efforcerai, dans la mesure du possible, de mentionner des cas particuliers.

Dans une conférence ultérieure, M. Boehm, du Steinkohlenbergbauverein (Service des Mines allemand), fera allusion à l'emploi de la technique de planification des réseaux pour résoudre les problèmes de recherche de la Communauté. Ce qu'il dit s'applique d'ailleurs également aux recherches faites par les différentes entreprises et sièges de mines, ainsi qu'aux efforts pour améliorer la rentabilité du transport du charbon et de matériel. C'est ainsi qu'on trouve à la base de tous les efforts pour améliorer la rentabilité des opérations auxiliaires, tout d'abord, un essai en vue de rassembler, classer, ventiler et analyser toutes les données concernant la question.

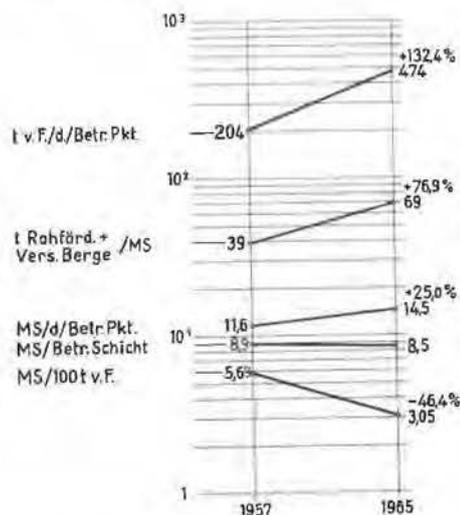


Fig. 4.

Caractéristiques du transport en voies dans le bassin de la Ruhr 1957-1965.

t.v.F./d/Betr. Pkt. : tonnes nettes par point de production - t. Rohförd. + Vers. Berge/MS : tonnes brutes + pierres/hp - MS/d/Betr. Pkt : hp/poste de production - MS/Betr. Schicht : hp/poste de production - MS/100 t.v.F. : hp/100 t nettes.

Étant donné l'organisation des houillères de l'Allemagne occidentale, le service qui paraît le mieux approprié pour réaliser un tel effort est constitué par le comité responsable du roulage et du transport de matériel du Steinkohlenbergbauverein, c'est-à-dire du Syndicat des Houillères. Ce service s'est déjà efforcé, depuis un certain temps, de définir, classer et ventiler toutes les fonctions caractérisant le processus auxiliaire « transport des matériaux », en vue d'élaborer une analyse à partir de cette classification, d'employer cette analyse pour déceler les points faibles, de définir ces points fai-

bles, de tirer les conclusions qui s'imposent à partir de ces définitions, de transformer ensuite ces conclusions en des résultats tangibles par une modification de la technique et de l'organisation, pour aboutir ainsi à une rationalisation du processus auxiliaire « Transport des matériaux ».

Le résultat des travaux de ce comité, qui ont duré plusieurs années, est concrétisé dans le domaine des transports des matériaux dans les « Directives pour le transport des matériaux ». Ces recommandations sont tenues constamment à jour et sont complétées au fur et à mesure. Dans le cadre de ces efforts, le comité s'occupe de la confection d'un manuel portant le titre « La Technique de l'Extraction ». Je compte pouvoir remettre la première partie de ce manuel aux différentes entreprises avant la fin de l'année. Étant donné que le roulage et l'extraction, ainsi que le transport des matériaux, s'imbriquent en pratique avec tous les domaines de l'exploitation de la mine, ces processus auxiliaires sont extrêmement complexes et difficiles à représenter. On rencontre déjà ces difficultés lorsque l'on s'efforce, par exemple, d'établir les projets de découpage en chapitres d'un manuel s'occupant de la technique du roulage et du transport du charbon. Un tel découpage doit se faire dans l'espace à trois dimensions si l'on veut a priori tenir compte de tous les facteurs qui interviennent. Le projet de classification des chapitres représenté à la figure 5 prévoit un tel mode d'examen à trois dimensions. On y voit trois axes désigné par A, B et C. Sur l'axe des A, se trouvent représentés les quatre principaux points de vue correspondant à une classification dans l'espace, à savoir la remontée du charbon par la cage d'extraction, le transport alternatif dans les galeries, le transport continu dans les galeries et le transport en taille. Selon l'axe des B, on a reporté les quatre types principaux de transport, à savoir transport de charbon, transport de pierres, transport de personnes et transport de matériel. Enfin, selon l'axe des C, on a reporté les quatre principaux points de vue à envisager pour la réalisation d'un projet de transport, à savoir l'étude du projet, son application, l'entretien et les réparations.

Si l'on considère les seuls transports par la cage d'extraction, cela correspond, pour ainsi dire, à prendre la tranche du dessus de ce cube. Il y a lieu d'étudier 16 points de vue connexes, à savoir la remontée du charbon, la remontée des terres, le transport des personnes par la cage et le transport du matériel par la cage. Pour chacun de ces points de vue, il y a lieu d'envisager séparément l'étude du projet, l'exploitation, l'entretien et les réparations. Il est évident que, dans un manuel, ces différents points de vue secondaires n'ont pas besoin d'être étudiés tous séparément, étant donné qu'ils se recourent partiellement.

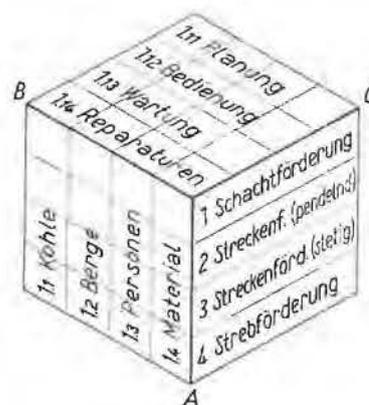


Fig. 5.

Structure articulée, destinée au manuel de Technique du transport.

Planung : planification - Bedienung : exploitation - Wartung : entretien - Reparaturen : réparations - Kohle : charbon - Berge : pierres - Personen : personnel - Material : matériel - Schachtförderung : extraction (puits) - Streckenf. (pendelnd) : transport en voie (navette) - Streckenförd. (stet'ig) : transport en voie (continu) - Strebförderung : évacuation en taille.

Après confection de ce manuel, grâce à la collaboration bénévole de spécialistes praticiens, on aura créé les conditions préalables, réalisables à l'heure actuelle, pour les efforts en vue d'une rationalisation sur une large base. Cette classification, que je vous montre, indique nettement dans quel sens doivent porter les efforts. Ils portent sur une amélioration de l'organisation, une amélioration de la technique, une amélioration de l'utilisation, c'est-à-dire sur des points qui visent tous à assurer un degré d'utilisation plus élevé.

Les efforts en vue d'améliorer l'organisation sont déjà connus, en partie par la conférence donnée par le professeur Fritsche lors du Congrès de la Houille en 1965. On prend de plus en plus l'habitude de faire traiter ces problèmes du roulage et du transport de matériel par un service central, la Section technique Extraction et Transport. A la tête de cette Section technique se trouve un sous-directeur indépendant, responsable vis-à-vis du directeur technique et qui a les mêmes droits que les sous-directeurs de l'abattage, des préparatoires et du service mécanique. Ce sous-directeur dirige son ensemble technique en tant qu'ingénieur. Il est responsable de l'exécution de tous les transports et de l'extraction dans la mine depuis le puits jusqu'au front d'abattage. La délimitation de ses compétences et de son domaine de responsabilité, aussi bien près du puits qu'au voisinage des fronts d'abattage, varie d'un siège à l'autre. Cette délimitation doit, d'ailleurs, suivre les conditions locales.

Il m'est impossible de décrire ici tous les efforts pour améliorer les moyens techniques. Il est évident qu'on n'a pas attendu que la Commission pour

L'Extraction et le Transport des Matériaux entreprenne une analyse de cet ensemble de questions pour chercher des points de départ en vue de procéder à une rationalisation sur un large front. Les efforts pour les améliorations techniques sont au contraire réalisés en même temps que l'on rassemble les données et ils ont même commencé bien avant que l'on se soit efforcé de rassembler toutes les données d'une façon scientifique et de présenter une vue d'ensemble.

C'est pourquoi j'ai choisi arbitrairement parmi le large éventail de mesures réalisées ou à entreprendre quelques exemples d'extraction et de transport qui sont représentatifs de tous les autres projets de rationalisation pour montrer comment nous procédons à l'étude technique et les résultats que l'on peut obtenir.

1. Automatisation du transport par convoyeur à courroie.

L'automatisation du transport par convoyeurs à courroie n'est possible que par un système d'interverrouillage logique de tous les convoyeurs pour transport continu en cascade. Après une étude de toute la documentation portant sur le sujet et après plusieurs visites dans les mines, la Commission a tout d'abord défini toutes les fonctions exigées d'un ensemble de convoyeurs automatiques, ainsi que toutes les causes de pannes possibles, et, partant de là, elle a établi un catalogue des conditions constructives à réaliser qui sont les suivantes :

1. Le convoyeur doit comporter un contrôleur surveillant le démarrage et l'accélération jusqu'à la vitesse de régime, le glissement et la rupture de la courroie.
2. Le convoyeur doit comporter un système de sécurité contre les déviations latérales de courroie ou un système avertisseur de ces déviations latérales.
3. Le transfert d'un convoyeur au suivant doit être contrôlé d'une façon efficace. Un engorgement de la trémie de transfert doit être rendu impossible ou doit être signalé, et il en est de même de tous les engorgements par blocage en amont du point de transfert sur les côtés de la tête motrice.
4. Il faut contrôler la température des tambours moteurs et des paliers.
5. Il faut que l'installation possède un système de détection d'incendie.
6. Il faut que l'installation comporte des tuyères d'arrosage pour abattre les poussières. Les tuyères doivent être branchées de telle sorte qu'elles ne fonctionnent que lorsque le transporteur tourne et qu'il est chargé.
7. Il doit exister un déclenchement d'urgence avec signalisation optique ou acoustique.

8. Il doit exister un système d'alarme annonçant le démarrage au moyen d'un clignotement de l'éclairage de la galerie ou bien d'un klaxon.
9. Il doit exister une liaison téléphonique entre tous les points de transfert et le poste de commande, avec en cas de besoin une installation d'appel optique ou acoustique.
10. Il doit exister un contrôle et un système de sécurité pour les freins de marche avant ou les freins de marche arrière.
11. Il doit exister un poste de commande avec des organes de commande centralisés et un tableau lumineux signalant l'état de fonctionnement et les pannes, ainsi qu'une communication directe avec le poste central de la mine.
12. Le système de sécurité et le système de commande séquentielle doivent inclure également les transporteurs à raquettes montés en amont dans les galeries avec concasseurs à charbon, ainsi que les postes de chargement ou les trémies ou groupes de trémies.
13. Sur chaque motrice de transporteur à courroie, doit se trouver un appareil de commande du transporteur, avec possibilité de commutation pour passer de la commande automatique à la commande manuelle (par exemple pour les essais, les réparations, les transports de matériel ou le transport de personnel, etc.).
14. L'ensemble des courroies doit pouvoir, en principe, être prévu pour le transport de personnel.
15. Il doit être possible de surveiller les points de transfert avec des appareils de télévision en circuit fermé.

Ce catalogue a été transmis pour étude au Comité pour la Technique des Télécommandes. Ce Comité a élaboré le système de liaison électrique et électronique le plus favorable pour les différentes fonctions et a lui aussi consigné ses recommandations. Le résultat de ce travail en commun est présenté à la figure 6. Dans celle-ci, on a représenté encore une fois les principaux critères ainsi que les principales fonctions. Depuis la sortie du front de taille jusqu'au point de chargement, il y a trois convoyeurs à courroie avec inter-verrouillage total. En partant du point de chargement, on trouve les dispositifs de commande et de contrôle suivants :

Il est prévu, en premier lieu, un poste de commande central au point de chargement, à partir duquel l'ensemble de l'installation peut être mis en route ou arrêté. Ce poste de commande est relié à toutes les têtes motrices des convoyeurs à courroie de la galerie par une ligne téléphonique et une ligne de commande. Les postes téléphoniques se trouvent à chaque point de transfert. On y trouve en outre un appareil de commande relié à la commande de secours. De plus, l'ensemble de la galerie est équipé d'un système d'éclairage qui annonce la

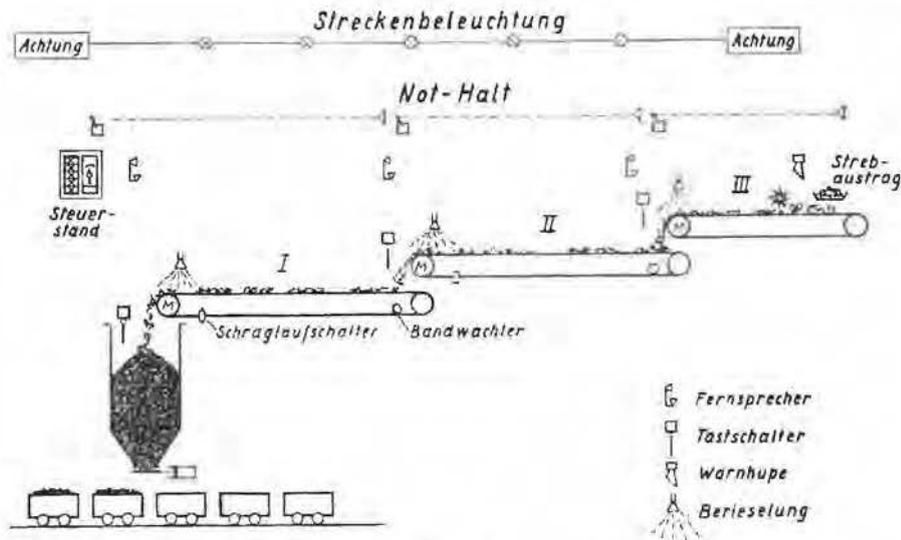


Fig. 6.

Représentation schématique d'une série de convoyeurs à courroie automatiques.

Achtung : attention - Streckenbeleuchtung : éclairage de voie - Not-Halt : arrêt d'urgence - Steuerstand : poste de commande - Strebaustrag : déversement de taille - Schräglaufschalter : interrupteur de déviation latérale de courroie - Bandwächter : surveilleur de courroie - Fernsprecher : téléphone - Tastschalter : interrupteur à contact - Warnhupe : avertisseur sonore - Berieselung : arrosage.

mise en route automatique de l'installation. Avant que le convoyeur à courroie automatique soit démarré, l'éclairage de la galerie clignote pendant plusieurs secondes. Aux différents points de transfert, nous trouvons d'abord le moteur avec le système de contrôle de température du tambour moteur et des paliers. Au-dessus, se trouve schématisé le système de tuyères d'arrosage des poussières, branché de façon à n'entrer en action que lorsque l'ensemble des convoyeurs fonctionne. En dessous, on aperçoit le commutateur de sécurité, qui arrête l'ensemble de l'installation si la courroie dévie fort latéralement. Au point de transfert du convoyeur 2 sur le convoyeur 1, que nous venons de décrire, on voit l'ensemble des fonctions du transfert : un contrôleur de la courroie 1, une électrode pendulaire pour le contrôle de la goulotte de transfert, le commutateur de déviation latérale, le système de contrôle du moteur et les tuyères d'arrosage.

On retrouve les mêmes installations à chaque nouveau point de transfert, de sorte qu'il est inutile de les décrire toutes en détail.

Le dernier convoyeur 3 est censé représenter un convoyeur blindé. Ici, il y a lieu de contrôler en plus la sortie du charbon de la taille, ainsi que le concasseur monté au-dessus du convoyeur. Mais, comme il y a un danger particulier au voisinage du concasseur, un klaxon placé à faible distance du concasseur donne un signal acoustique avant le démarrage automatique de la série des convoyeurs. L'installation ainsi branchée permet d'arrêter les convoyeurs à partir d'un point quelconque de la gale-

rie. Le verrouillage des convoyeurs est réalisé de telle sorte qu'ils ne peuvent être remis en route que si l'interrupteur de sécurité qui a été actionné est à nouveau réarmé.

2. Locomotives sans conducteur.

Ce qui vient d'être dit pour l'automatisation des convoyeurs à courroie s'applique également à la marche des locomotives sans conducteur : la formulation exacte de toutes les fonctions exigées et des conditions marginales constitue la condition nécessaire sans laquelle il est impossible d'entreprendre ultérieurement une étude. Pour la marche de locomotives sans conducteur, nous avons évidemment procédé, ainsi que nous l'avons fait également pour les autres projets de rationalisation que nous décrivons plus loin, de la même façon que pour le transport par convoyeurs à courroie. Je voudrais toutefois éviter, pour chacun des exemples cités plus loin, de vous décrire les différentes démarches et opérations de la même façon que je l'ai fait plus haut ; c'est pourquoi je me contenterai de donner le résultat de nos réflexions.

Le roulage dans les galeries représentées à la figure 7 est assuré d'une façon entièrement automatique par des locomotives à accumulateurs prévues pour les galeries principales. Les locomotives sont équipées des équipements supplémentaires suivants : commande de démarrage avec contrôleur servo-commandé par moteur électrique - contrôle de vitesse - dispositif de frein hydraulique avec accumulateurs - dispositif de réception et de traduction des ordres.

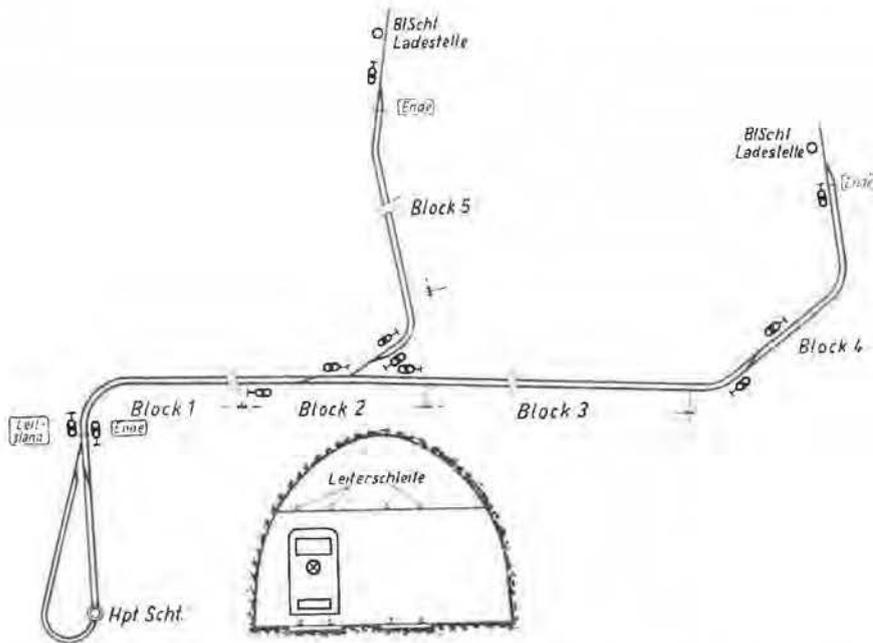


Fig. 7.

Commande de locomotives sans conducteur.

Bl. Scht. Ladestelle : point de chargement au burquin - Leitstand : poste de conduite -
Hpt. Scht. : puits principal - Leiterschleife : boucle de guidage.

L'ensemble de la galerie est subdivisé en sections (découpeur blocs). Pour la signalisation d'entrée et de sortie dans les différentes sections, on emploie des dispositifs de comptage d'essieux qui permettent de constater si la totalité du train a évacué la section précédente. Ces informations sur l'entrée et la sortie dans les différentes sections sont transmises au poste directeur et explicitées par un système logique en signaux « voie libre » ou « voie occupée ».

Le système directeur est conçu de telle sorte qu'il ne peut y avoir qu'un seul train par bloc-section. Lorsqu'une section est occupée, le train suivant est arrêté à la fin de la section précédente.

La transmission des ordres à la locomotive est assurée par une ligne inductive formant une boucle au-dessus de la voie.

La commande et le contrôle de la marche automatique des trains sont assurés au poste directeur situé dans les contours du puits. A partir de ce poste, il est possible d'arrêter des trains qui circulent le long de la ligne ou de les faire redémarrer. La vitesse prévue dans les différentes sections peut être prescrite à partir du poste directeur et, aux différents embranchements, on peut bloquer l'entrée des sections. Un synoptique des voies représente l'occupation des différentes sections.

A l'extrémité de la ligne à marche automatique, les trains sont composés par le personnel qui est chargé, près du puits, de la surveillance automatique de l'extraction ou de la surveillance des points de chargement automatiques près des burquins. Ce personnel, qui possède la formation de conducteur

de locomotive, amène les trains par conduite manuelle jusqu'à l'entrée sous la boucle de commande inductive. A ce moment, la locomotive est commutée sur « fonctionnement automatique » et est mise en route par un commutateur placé à la paroi de la voie. La circulation le long du reste du trajet se fait sans intervention de machiniste, par commande automatique jusqu'au point de destination fixé. Là, le train s'arrête sous l'autre extrémité de la boucle de la ligne de commande et une signalisation lumineuse indique que le train est prêt à être pris en charge par un conducteur.

Les trains circulent à la vitesse normalement admise de 4 m/s. L'ensemble de la ligne automatique est équipée d'un dispositif de commande de secours qui permet d'arrêter un train à partir d'un point quelconque de la ligne.

Une installation téléphonique est prévue avec appareils aux extrémités de la ligne, à l'embranchement nord et tout le long de la ligne à certains intervalles. La commande automatique n'est admise que pour le transport régulier de produits et matériels. Les trains de transport du personnel sont conduits manuellement. Pour cette conduite manuelle, la voie est équipée de signaux optiques de voie et de dispositifs pour la commande des aiguillages actionnés à partir de la locomotive.

3. Accouplement automatique.

La plupart des berlines utilisées dans les mines doivent être désaccouplées avant de passer dans le basculeur en cas d'extraction par skip, ou avant

d'être enfournées dans les cages en cas d'extraction classique et elles doivent être réaccouplées après ces opérations. A l'heure actuelle, on ne peut éviter ce travail d'accouplement et de désaccouplement que si les berlines peuvent être basculées sans désaccoupler le train. Cela n'est pas possible avec les berlines normales classiques et lorsqu'on emploie des accouplements à crochets. Il faut employer des berlines de modèle spécial à déchargement latéral, ou par le fond ou à benne basculante, etc. On ne connaît qu'un seul cas où l'on a réussi à équiper la berline normale avec un accouplement rotatif et ainsi à la basculer en restant accouplée dans le train. Mais cela ne résout pas le problème du désaccouplement et de l'accouplement des berlines à la sortie ou à l'entrée de la cage.

Depuis longtemps, on s'est intensivement efforcé de mettre au point des dispositifs d'accouplement et de désaccouplement ne serait-ce qu'en raison du risque d'accidents élevé que comporte ce travail. On connaît depuis un certain temps des modèles parfaitement étudiés et mis au point.

On peut séparer en principe les dispositifs permettant l'accouplement ou le désaccouplement des berlines en mouvement des dispositifs où il faut d'abord arrêter le train. Les dispositifs d'accouplement et de désaccouplement agissant sur un train en mouvement doivent avoir un facteur de sécurité de 100 %, si l'on ne veut pas que l'ensemble du dispositif soit inutilisable. Mais, comme un rendement de 100 % est techniquement impossible à obtenir, on pallie cet inconvénient en branchant deux ou trois dispositifs en série, de sorte que le rendement global atteint cette fois près de 100 %. Mais ces dispositifs n'ont pas pu encore s'imposer en raison justement de l'insécurité résiduelle qui est de l'ordre de 1 ‰.

Comme nouveauté, il faut citer le dispositif pour accouplement et désaccouplement présenté par un constructeur, où l'opération a lieu train arrêté. Ce dispositif doit comporter une sécurité ne permettant une nouvelle opération que lorsque l'accouplement a été libéré ou réalisé. Quoique le rendement soit ici également inférieur à 100 %, il ne peut pas se produire de panne parce que l'opération de désaccouplement ou d'accouplement est répétée jusqu'à la réussite. Seulement alors le dispositif automatique permet au train de se remettre en mouvement. Si la répétition de l'opération n'est pas couronnée de succès, le dérangement est signalé sur un tableau lumineux ou par un dispositif acoustique. On doit alors l'éliminer manuellement.

Ce dernier dispositif doit être décrit ici. Comme le montre la figure 8, les berlines à désaccoupler sont retenues pendant un instant par un dispositif de blocage anti-retour, de sorte que l'accouplement de la berline se détend légèrement. Ensuite, un vérin pneumatique disposé verticalement entre les rails



Fig. 8.

Dispositif de découplage avec berlines accouplées.

pousse brusquement vers le haut sa tige de piston dotée d'une tête à escaliers qui vient heurter le crochet d'accouplement. Cela a pour effet de chasser le crochet de l'étrier (fig. 9).

L'écran lumineux visible également sur la figure 8 contrôle cette opération. En cas d'échec, la berline ne peut pas continuer son trajet et l'opération est répétée jusqu'à ce que la berline soit effectivement désaccouplée. Si l'opération échoue pendant un certain temps, la panne est signalée acoustiquement. Dans ce cas, l'accouplement doit être ouvert à la main.



Fig. 9.

Le marteau éjecte le crochet (de la première berline) de l'étrier (de la seconde).

Lors de l'accouplement, les berlines sont également maintenues à une certaine distance par un dispositif de blocage. Le dispositif d'accouplement est constitué de deux systèmes de levage, l'un

entre les rails, l'autre à côté de la voie (fig. 10). Le bras pivotant extérieur comporte, à son extrémité, une tige ronde à l'aide de laquelle le crochet et l'étrier de l'un des accouplements sont relevés (fig. 11). Le levier qui se trouve entre les rails bascule vers le haut dans un plan vertical passant par l'axe de la voie et il com-

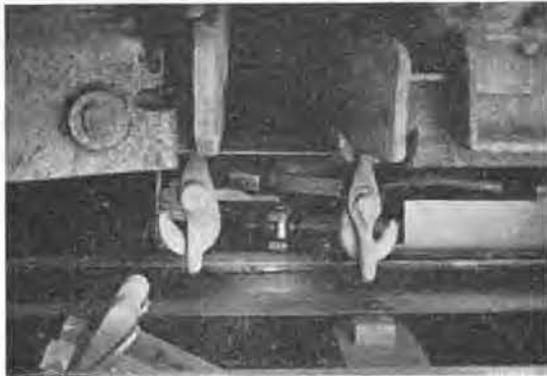


Fig. 10.
Berline et accouplements prêts à être accouplés.



Fig. 11.
Le levier de crochet a soulevé le crochet de l'accouplement de la berline à droite.



Fig. 12.
Le levier d'étrier a placé l'étrier de l'accouplement (berline à gauche) sous le crochet (berline à droite).

porte à son extrémité une chape qui saisit l'étrier d'accouplement sans relever le crochet (fig. 12). Le bras basculant 1 est alors éclipsé, de sorte que le crochet de la 1re berline qui a été relevé tombe vers le bas dans l'étrier préparé de la 2e berline (fig. 13). L'étrier de la 1re berline, qui a été relevé en même temps que le crochet, reste sur l'accouplement formé. Les bras pivotants reviennent ensuite à leur position initiale (fig. 14).

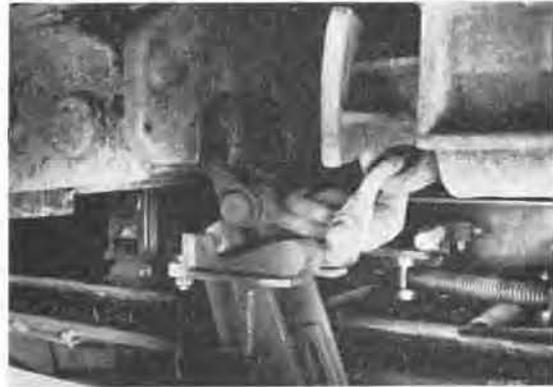


Fig. 13.
Le levier est retiré du crochet verticalement et pivote en position initiale. Le crochet tombe dans l'étrier.



Fig. 14.
Le levier de l'étrier pivote en position initiale. Le processus d'accouplement est terminé.

La commande de toutes ces opérations et le contrôle du déroulement normal sont assurés par des écrans lumineux et par des commutateurs magnétiques de voie. Des lampes témoin signalent les différentes phases de l'opération ainsi que les pannes. En cas d'échec de l'opération d'accouplement ou de désaccouplement, l'opération est répétée plusieurs fois à de courts intervalles. Après le troisième échec ou après un nombre d'échecs que l'on peut fixer à l'avance, la panne est signalée par des dispositifs optiques et acoustiques pour provoquer une intervention manuelle.

4. Introduction du transport par palettes et containers dans les mines.

Avec l'extension de la mécanisation, on a vu se poser, au fond de la mine, des problèmes de transport d'une nature inconnue jusque là. L'effectif employé par poste ainsi que les frais de transport de matériel prenaient une importance de plus en plus grande. Afin de réduire cette tendance vers l'augmentation des effectifs et, par conséquent, des prix de revient, tous les efforts des sièges et du comité compétent du Syndicat des Houillères ont porté sur la recherche des possibilités de grouper les matériaux transportés en unités de charge. La mécanisation des transports exige impérativement des unités de charge composées d'une façon appropriée pour les transports. Elle permet d'économiser du personnel et de réduire les frais. En partie, cette mécanisation constitue une condition préalable indispensable de mécanisation et d'augmentation du rendement d'autres processus. Ceci s'est manifesté d'une façon particulièrement impressionnante dans le creusement des galeries selon le système CM. Les rendements maxima de 70 m/jour ne sont devenus possibles qu'après une rationalisation poussée des transports de matériel.

Le Comité pour le transport du matériel a établi l'année dernière, comme nous l'avons déjà mentionné, des directives pour la réalisation des travaux de transport. Le groupage en unités de charge peut se faire par bottelage, ainsi qu'à l'aide de palettes et de containers. Les points de vue généraux concernant les dimensions et les poids les plus rationnels pour ce bottelage ont été groupés dans une recommandation. Cette recommandation a été publiée dans la revue Glückauf 1963, p. 1354/55.

Partant de là, plusieurs sociétés minières ont rassemblé, entre-temps, des listes de bottelage détaillées et très complètes pour les différents matériaux groupables, tels que les pièces de soutènement, les accessoires de convoyeurs, etc. Elles utilisent en partie ces prescriptions de bottelage pour leurs livraisons.

Après une étude pratique étendue et après une enquête auprès des sociétés minières, on a réussi à déterminer une palette normalisée pour toutes les mines. Les conditions concernant la résistance du matériau et les dimensions sont groupées dans le projet de norme DIN 20 591 « Palettes pour les transports dans les mines ». Cette palette en acier possède une ouverture pour reprise par chariot à fourche. Elle mesure 750 x 1500 (fig. 15). En doublant cette cote, on obtient la palette longue de 750 x 3000, qui est également normalisée. En outre, on peut évidemment employer les autres dimensions normalisées utilisées couramment dans l'industrie de 800 x 1200 et 800 x 1600. Toutefois, il s'est avéré que ces dimensions ne peuvent pas être employées au fond dans la plupart des sièges,

étant donné que la largeur des cages d'extraction limite en général la largeur de la palette à 750. De même, il est impossible, dans la grande majorité des mines, de placer l'une derrière l'autre deux palettes de 1600 mm de longueur dans une cage d'extraction, tandis que cela est presque partout possible avec une longueur de 3000 mm.



Fig. 15.

Palette plane conforme à la DIN 20.591.

Dans le projet de norme DIN 20 591 « Dispositif de fixation sur châssis des palettes pour les mines », on a fixé d'une façon précise les cotes pour les bossages de fixation des palettes courtes et longues. Correspondant à ces bossages sur les châssis, on a prévu sur la face inférieure des palettes des évidements avec surfaces d'appui qui s'adaptent sur les bossages des châssis (fig. 16). On est ainsi assuré que toutes les palettes normalisées, même lorsqu'elles proviennent de fabricants différents, peuvent être mélangées les unes aux autres. On a commencé récemment à établir les normes pour une palette caisse, c'est-à-dire un container (fig. 17). Le projet de norme correspondant DIN 20 592 « Palette caisse pour les mines » prévoit essentiellement les mêmes dimensions principales et la même base que pour les palettes normalisées mentionnées ci-dessus, de sorte que ces palettes caisses présentent les mêmes



Fig. 16.

Châssis de transport avec dispositif de retenue pour palettes, DIN 20.590.

systèmes de fixation et les mêmes passages pour les fourches des chariots.

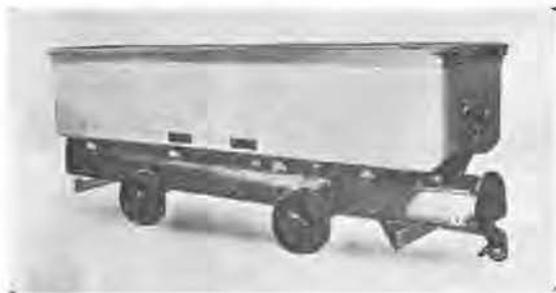


Fig. 17.

Container conforme à la DIN 20.592.

Je mentionne ces projets de norme et le fait que les palettes pour les mines peuvent être normalisées dès à présent, parce qu'on pouvait craindre, lors de

l'introduction du transport par palettes, de retrouver les conditions existant pour les berlines, c'est-à-dire qu'en pratique chaque mine ait des palettes de dimensions différentes et, surtout — ce qui est beaucoup plus important — que chaque mine se procure ces palettes avec d'autres cotes pour le système de fixation sur les châssis. D'après ce que nous savons, ce danger a pu être écarté dans une large mesure par la présentation en temps utile d'un projet de norme DIN.

D'après la documentation dont je dispose concernant les différentes mines, on peut escompter que l'introduction des mesures de rationalisation mentionnées pour le transport du matériel permettra d'économiser 1 à 2 mineurs par 100 t. Et nous comptons que, grâce à d'autres mesures de rationalisation prises sur une large base, on pourra obtenir une économie supplémentaire de 1 à 2 mineurs par 100 t.

Premiers essais de la méthode des réseaux pour la planification de la recherche et du développement dans les mines de houille de la République fédérale allemande

Dipl. Ing. H. BOEHM,
Steinkohlenbergbauverein, Essen-Kray

Au cours des dernières années, les ventes des charbonnages de la République fédérale allemande n'ont cessé de régresser. Durant la même période, les dépenses de recherche et de développement ont considérablement augmenté. Cette augmentation du coût de la recherche et du développement ne se justifie que si elle permet d'augmenter la rentabilité des exploitations et de contribuer ainsi à surmonter la crise actuelle.

Evidemment, dans la situation actuelle, il est très difficile de mettre au point les moyens propres à intensifier les travaux de recherche et de développement. D'une part, ces travaux doivent être constamment renforcés pour maintenir les charbonnages en vie ; d'autre part, il est certes difficile en temps de crise de financer les travaux à long terme. Il s'agit donc d'utiliser les moyens réduits dont on dispose de façon que l'on obtienne des résultats aussi efficaces que possible et, en outre, de tirer profit de l'utilisation de ces moyens en un minimum de temps. Mais cela n'est possible, entre autres, que grâce à une planification approfondie et très prudente des travaux de recherche et de développement.

En premier lieu, il faut prévoir le déroulement technique et dans le temps, des travaux de recherche et de développement et les frais afférents. En outre, il convient, en se basant sur une analyse, de faire un choix entre les projets possibles de travaux de recherche et de développement afin de déterminer quelle est la meilleure utilisation des moyens disponibles. Cela revient à dire qu'il convient de se préparer à décider quels projets seront réalisés, lorsqu'on ne peut disposer des moyens nécessaires à l'exécution du programme d'ensemble.

Plus particulièrement, il s'agit de répondre aux questions suivantes par une planification, c'est-

à-dire par une étude méthodique des différents projets de recherche et de développement :

1. Quels sont les projets en discussion et leurs chances de succès ?
2. Comment ces projets seront-ils réalisés ?
3. Combien de temps leur réalisation demandera-t-elle ?
4. Quels seront les besoins en personnel et en matériel ?
5. Quels sont les frais à prévoir ?
6. Quels avantages ou économies peut-on attendre des projets après leur mise en pratique ?
7. Quel est l'ordre de préférence des différents projets possibles du point de vue de la rentabilité ?
8. Quels projets doivent être réalisés si les moyens mis à disposition pour le programme d'ensemble ne suffisent pas ?

Toute planification suppose l'existence d'une méthode. La méthode de planification habituelle et la plus utilisée jusqu'à présent dans le domaine de la recherche et du développement est celle du « diagramme-poutre » (graphique de Gantt) (fig. 1), suivant laquelle les différents processus de travail sont portés en fonction d'une échelle de temps. Celle-ci permet en même temps de relier le planning d'exécution, c'est-à-dire le planning des processus de travail, au planning des délais d'exécution. Toutefois, le diagramme-poutre ne peut, précisément en raison de l'échelle de temps, fournir qu'une planification approximative. Pour le déroulement harmonieux d'un projet, il n'est souvent pas possible de recourir aux processus de travail nécessaires n'exigeant qu'un temps réduit. Si, donc, on applique cette méthode de planification à des projets de recherche et de développement, le planificateur est conduit par la méthode à établir ses prévisions

Raidisseurs et porteurs de tenue puisard.
 Porteurs de tenue. tour.
 Bois pr descenseur, câble inférieur
 Dimension. et cde des bâtis. tour.
 Bâti en béton pr châssis de treuil etc...
 Garniture de la poulie Koepe
 Bâti tour
 Cde et livr des échelles et paliers d'éch.
 Ensemble compartimentage
 Décalages du descenseur.
 Puisards etc...
 Cde et livr. tableaux signalis.
 Placem. tableaux signalis.
 Prép. des trav. ajust. aux portes puits
 Portes puits. cage.
 Placem. inst. signal. réception câble
 Cde, livr. et transp. du descenseur
 Point de charg. du descenseur
 Et. 960 m. trav. de raillage et ravanceur
 Inst. descenseur
 Aliment. descenseur
 Equip. voie aliment.
 Déviat. compart.
 Creus. traçages
 Déhouillement préalable
 Percement traçages
 Soutènement canars
 Modification transporteur
 Inst. convoyeur répartiteur
 Inst. électr dans voie aliment.

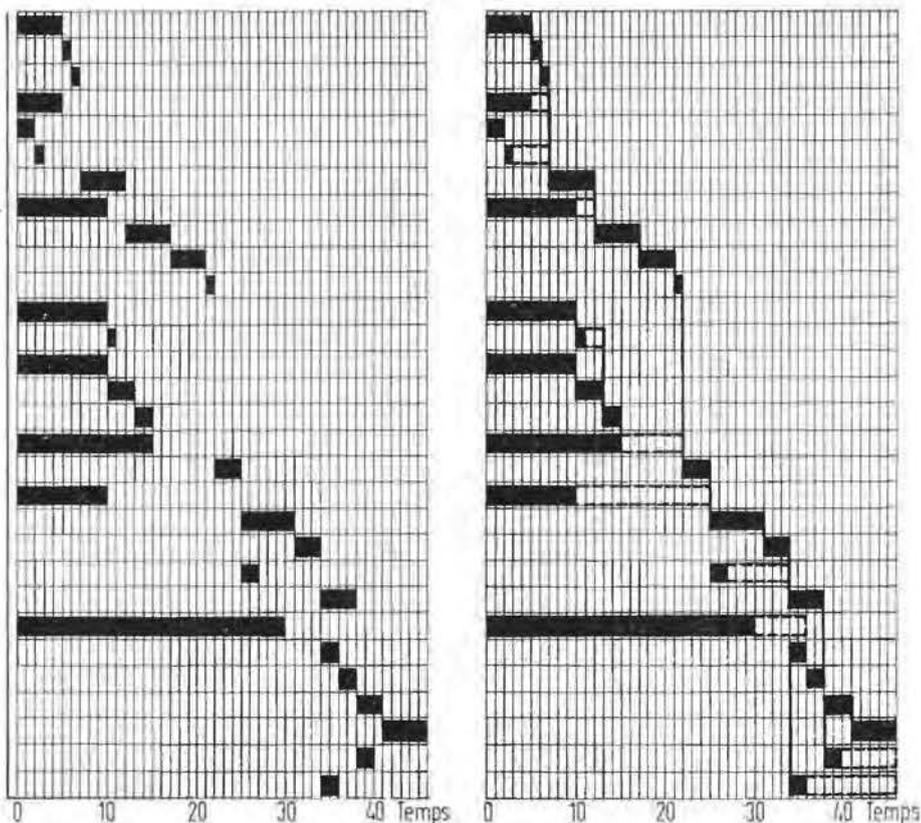


Fig. 1. — Planification à l'aide du diagramme-poutre (diagr. de Gantt).

uniquement dans l'ordre de grandeur que le diagramme-poutre permet de représenter. De plus, le diagramme-poutre ne montre que de façon insuffisante :

- les relations existant entre les différents processus de travail ;
- les processus de travail exerçant une influence directe sur le terme final.

Depuis quelques années, une méthode de planification est née sous le nom de « méthode des réseaux de planification » qui trouve déjà d'importantes applications aussi bien dans les travaux de planification de l'exploitation que dans le domaine de la recherche et du développement.

Il s'agit ici avant tout d'une méthode de planification de projets (fig. 2) dans laquelle on considère la séquence obligatoire des processus de travail. Dans le réseau, on représente donc les relations logiques — conditionnées par la technologie — entre tous les processus et événements nécessaires à l'exécution des tâches. Plus particulièrement, la planification s'effectue à l'aide d'un réseau suivant les phases ci-après :

1. Planning d'exécution.
2. Planning des délais d'exécution.
3. Planning des frais et planning des capacités.

Le planning d'exécution est réalisé en décomposant idéalement chaque élément de planification

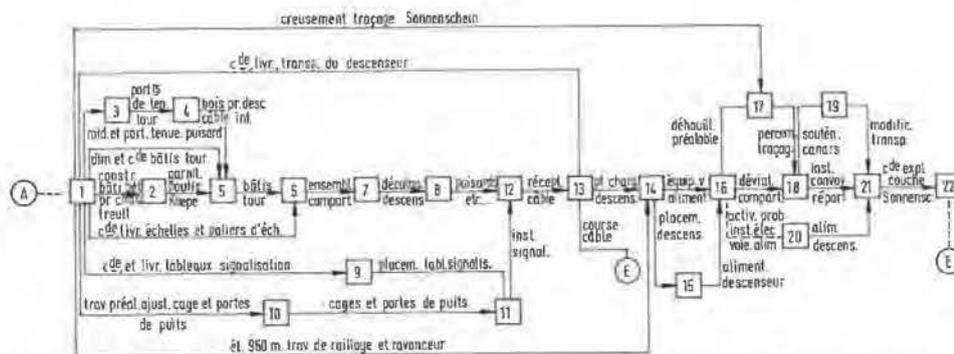


Fig. 2 — Représentation à l'aide d'un plan de réseau, d'un projet de planification.

suivant les processus partiels (activités) et événements qui doivent se produire (fig. 3) successivement dans un certain ordre ou parallèlement, pour constituer le projet d'ensemble. Le processus de travail et l'événement constituent les éléments fonda-

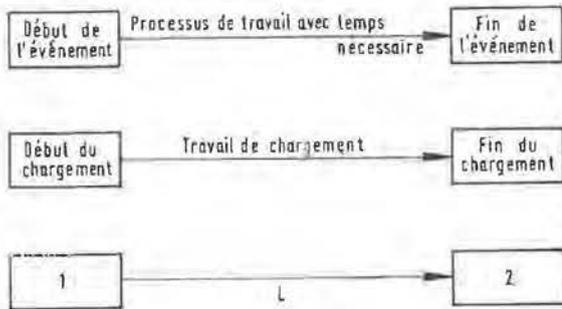


Fig. 3 — Eléments de base de la planification par la méthode des réseaux.

mentaux de la méthode des réseaux. Le processus de travail (fig. 4) est symbolisé dans le plan de réseau par une flèche qui n'est pas à l'échelle, mais qui indique seulement le sens du déroulement. Le processus de travail demande toujours un certain

Notion	Symbole	Remarques
Processus de trav. Action Activité Job	Flèche	- Nécessite un laps de temps pour l'accomplissement - Indique la direction - N'est pas à l'échelle
Événement	Rectangle	- Indique un instant dans le temps - Ne nécessite aucune consom. de temps
	Cercle	- Ne nécessite aucune consom. de temps
Action, Activité probable	Flèche (pointillée)	- Ne nécessite aucune consom. de temps - Montre des connexions technologiques

Fig. 4. — Symboles utilisés dans la méthode de planification par réseau.

temps. Un événement symbolise, par contre, un point dans le temps ; il ne requiert donc aucun temps et on le représente dans le plan de réseau sous la forme d'un cercle ou d'un petit carré. Une activité est toujours limitée par deux événements, l'événement initial et l'événement final. La représentation du planning d'exécution ou de l'analyse d'un projet théoriquement mis au point donne le plan de réseau proprement dit. On rassemble dans celui-ci tous les processus partiels avec leurs relations réciproques. A cette fin, on demande :

- quel processus doit être exécuté ;
- quelle est la condition préalable directe de ce processus, c'est-à-dire quelle activité doit être terminée auparavant ;

— ce qui suit immédiatement ce processus, c'est-à-dire quelle activité doit être entreprise immédiatement après.

C'est ainsi que l'on établit peu à peu le plan de réseau ou le déroulement du projet avec tous les détails correspondant aux exigences du projet et de sa réalisation. Il est donc clair que la qualité du plan de réseau dépend essentiellement de l'aptitude du responsable à dresser, après réflexion, le plan de son projet avant le début de l'exécution.

Dans un deuxième temps, le planning d'exécution est suivi du planning des délais d'exécution. A cette fin, on évalue, pour chaque processus de travail, le temps nécessaire. On a ici la possibilité de ne pas se contenter d'un temps prévu mais d'établir une valeur moyenne statistique à partir de plusieurs valeurs et de s'en servir comme base pour le planning des délais d'exécution.

La première analyse dans le cadre du plan de réseau est le calcul du « chemin critique » (fig 5). Celui-ci est caractérisé par la suite de toutes les activités dont l'ensemble constitue le chemin le plus

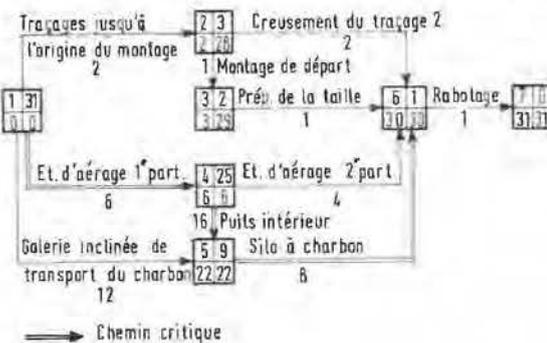


Fig. 5 — Calcul du chemin critique.

long dans le temps sur le réseau. La durée du chemin critique détermine donc le moment de la fin du projet. Le calcul du chemin critique s'effectue de la façon la plus simple par addition des temps prévus d'une voie donnée dans le réseau. Si plusieurs voies convergent sur un même événement, le délai le plus long détermine toujours le commencement de l'activité suivante. C'est ainsi que, dans le premier calcul, on détermine les termes initiaux possibles, au plus tôt, pour chaque processus de travail. Pour un calcul en retour correspondant, on part du terme final à calculer et on calcule quand, au plus tard, une activité pourra encore commencer sans que le terme final ne s'en trouve prolongé. Sur le chemin critique, le terme initial possible au plus tôt et le terme initial possible au plus tard coïncident alors, Sur les chemins parallèles aboutissant au chemin critique, le calcul d'aller et le calcul de retour donnent pour chaque événement des

temps différents. Cette différence est constituée par des temps de réserve, ou temps-tampons. Un décalage dans les termes, par exemple un délai de livraison retardé, est sans effet sur le terme final du projet, dans la mesure où il reste dans le cadre de ce temps de réserve. D'un autre côté, tout décalage de terme sur le chemin critique entraîne un retard du terme final.

Outre le calcul du chemin critique, il existe une possibilité complémentaire d'analyse, suivant laquelle on réalise de façon simple, à l'aide du plan de réseau, un planning des coûts. Comme le planning des délais d'exécution, celui-ci est un planning d'imputation. On impute, en effet, à toute activité du réseau, des coûts au lieu de délais. Ces coûts prévus au plan donnent par addition le coût total du projet. De plus, on peut, en se fondant sur le planning des délais d'exécution préalablement effectués, réaliser toute analyse en termes de frais par période de temps donnée (année, mois).

Une autre planification d'imputation est possible si, au lieu de frais, on insère dans le plan de réseau des capacités quelconques (fig. 6) comme, par exemple, la main-d'œuvre ou les moyens d'exploitation. Ici encore, dans le plan de réseau, on impute aux différents processus de travail la main-d'œuvre ou les moyens d'exploitation nécessaires à leur réalisation.

Comment peut-on maintenant utiliser la méthode des réseaux de la façon qui vient d'être décrite pour les travaux de planification dans le domaine de la

recherche et du développement ? Ceux-ci passent par plusieurs stades, qui sont :

- l'étude et la caractérisation de problèmes ;
- la recherche de solutions possibles à ces problèmes ;
- le premier filtrage ou tri des solutions qui s'offrent ;
- l'étude approfondie des solutions retenues ou des projets ;
- l'analyse de ce planning en se basant sur un étalon de rentabilité (détermination d'un ordre d'urgence ou de priorité des projets) ;
- la réalisation du plan avec contrôle permanent du temps et des frais ;
- l'essai des premiers résultats en laboratoire ou sur un champ d'essai ;
- la mise en application dans les services, dans le cas d'un essai satisfaisant.

Ces différents points sont passés en revue, aussi bien pour les projets ou prévisions de la recherche fondamentale que pour les travaux de développement pur. En fonction de cela, il s'agit uniquement de savoir quelle est l'importance des différentes phases et comment on peut établir une distinction entre elles.

La méthode des réseaux intervient maintenant dans l'établissement des plans. Le plan de réseau lui-même est donc la condition préalable à toutes les phases suivantes et devient donc aussi bien un accessoire de l'exécution qu'un instrument de contrôle.

La planification suivant la méthode des réseaux s'effectue exactement dans l'ordre indiqué lors de l'exposé du principe de cette méthode. On établit tout d'abord le planning d'exécution ou l'analyse du projet, c'est-à-dire qu'on dresse le plan proprement dit du projet. Fondamentalement, ce planning d'exécution doit être aussi détaillé que possible, car, plus le plan de réseau est précis, mieux il se prête ultérieurement à l'analyse et plus il est efficace comme base ou accessoire de planification. Le choix des activités ne doit se faire ici que sur la base du critère de l'importance, ce qui signifie qu'il faut également englober des activités ne nécessitant que très peu de temps ou n'entraînant que des frais négligeables, mais importantes pour le projet d'ensemble. Suivant ce principe, la prise en main d'un outil peut figurer dans le plan de réseau au même titre que le montage de toute une installation d'essai. Les deux activités sont, dans ce cas, symbolisées par une flèche de même longueur. Dans le domaine de la recherche et du développement, sont intéressants pour l'établissement des plans :

- les considérations fondamentales de la planification (études bibliographiques, sondages relatifs à d'éventuels essais parallèles à l'étranger) ;

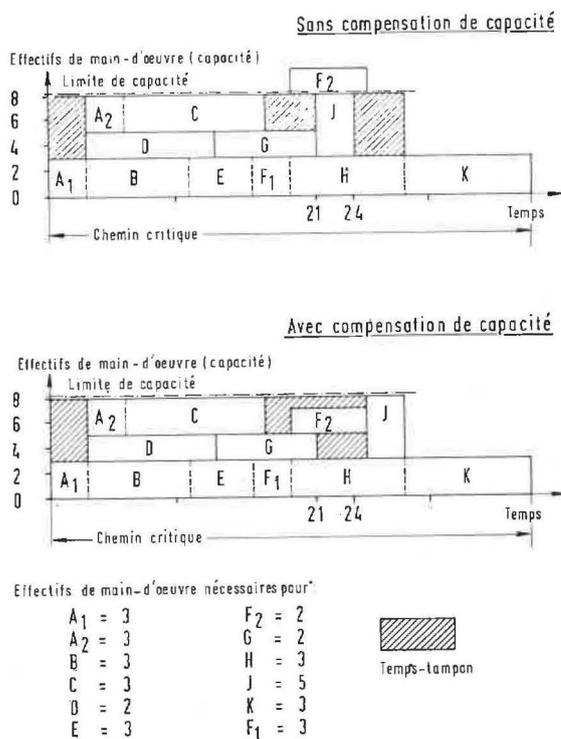


Fig. 6 — Compensation de capacité en recourant à des temps-tampons.

- les décisions nécessaires au début de l'exécution (comité consultatif pour la recherche, comité technique de la Haute Autorité, demande auprès du bailleur de fonds) ;
- les activités dans la conception et la réalisation des essais ;
- la caractérisation des structures propres ou étrangères ;
- les repères de l'harmonisation avec des projets parallèles dans d'autres secteurs spécialisés et d'autres branches ;
- l'acquisition d'installations de mesure ;
- les décisions relatives à des essais ultérieurs.

L'analyse du projet ou, aussi, le planning d'exécution, est peut-être, pour le responsable, la partie la plus importante du planning général : s'il réussit à établir un planning d'exécution correct, l'analyse ultérieure du réseau est incomparablement moins problématique. Le planning d'exécution est donc en tout état de cause le noyau de la méthode des réseaux de planification. Lors de l'analyse du projet, on voit déjà nettement apparaître les avantages de la méthode des réseaux de planification dans le domaine de la recherche et du développement. En effet, si elle est correctement utilisée, on parvient le plus souvent à représenter clairement même des projets complexes et qui semblent tout d'abord échapper à une vue d'ensemble. Cela est particulièrement important lorsqu'il s'agit, par exemple, de familiariser avec le projet des personnes qui n'y sont pas directement intéressées en vue de préparer ainsi d'éventuelles décisions. Naturellement, un planning d'exécution se révèle, dans le domaine de la recherche et du développement, très différent quant à son importance, suivant qu'il s'agit de recherche fondamentale ou de développement. Cependant, il faut établir un plan de réseau, même dans le domaine de la recherche fondamentale, pour chaque projet concret, ne serait-ce que pour inciter le responsable à représenter les premières mesures à prendre. Cela permet au moins d'obtenir que l'opération prévue et ses conséquences possibles aient fait l'objet d'une réflexion avant le début des essais. Les essais sont à cet égard extraordinairement fructueux, et des exemples pris dans la recherche sur le cancer, où l'on a prévu des processus de recherche pure à l'aide de la méthode des réseaux de planification, montrent que, dans la recherche fondamentale également, l'application de cette méthode permet d'apporter des améliorations considérables à la planification.

Plus particulièrement, l'application de la méthode des réseaux apporte déjà en tant que planning d'exécution les avantages suivants :

- Le problème doit faire l'objet d'une étude complète et détaillée de la part du responsable au début des essais.

- Les relations technologiques entre les différentes activités sont prises en considération et représentées.
- Le planning d'exécution oblige à peser soigneusement et à fixer les détails et, d'autre part, à prendre des décisions partielles. Il montre à tous les intéressés l'interdépendance des individus. Il permet de reconnaître les relations avec des projets parallèles, si bien qu'une harmonisation devient alors possible.

Si la planification dépasse cette représentation de l'exécution technologique, on arrive alors au planning des délais d'exécution.

La fixation de temps prévu au plan est particulièrement difficile dans le domaine de la recherche et du développement, étant donné qu'en général il n'est pas possible de se référer à des bases statistiques. Tout planning des délais d'exécution ne peut donc être fondé que sur des estimations purement subjectives des temps, qui présentent naturellement un degré très élevé d'incertitude. Un tel planning des délais d'exécution est cependant utile, car il fournit au moins une représentation des ordres de grandeur des temps nécessaires. A cela s'ajoute qu'il n'est possible de déterminer le chemin critique du projet que par le planning des délais d'exécution. Malgré les graves incertitudes liées à l'évaluation des temps, la connaissance du chemin critique fournit des renseignements qui constituent une aide importante dans la suite du planning et dans le contrôle du projet. C'est ainsi que le directeur du projet sait quelles sont les activités auxquelles il doit veiller en particulier. De plus, il est possible de calculer rapidement les effets d'une modification des temps prévus au plan sur le terme final du projet d'ensemble. De même, la connaissance des temps de réserve, ne fût-ce que par leurs ordres de grandeur, est également d'une grande importance pour la réalisation du projet. Toute mesure relative à un projet est évaluée en vue de déterminer la rentabilité possible. L'évaluation qui se situe au deuxième point de la planification, et que nous avons déjà mentionnée, s'effectue donc en principe par la comparaison des économies et des dépenses, étant entendu que, pour le calcul exact du critère d'évaluation, on utilise des procédés particuliers d'économie d'entreprise. Ici, seule est intéressante, en liaison avec la méthode des réseaux, la question de savoir dans quelle mesure il est possible de déterminer les dépenses. Sans entrer dans une discussion sur la difficulté de ce calcul, il est certain qu'un plan de réseau est parfaitement utilisable comme base de calcul. Pour toute activité du réseau, on détermine et on impute la dépense en frais de personnel et en frais de matériels. Par addition, il est alors facile de calculer le montant total des frais prévus pour le projet. En outre, on peut, en se basant sur le planning détaillé des délais d'exécution, établir un

plan de dépenses par unité de temps pour n'importe quelle période.

Tant qu'il s'agit de l'analyse simple d'un plan de réseau décrite jusqu'ici — planning d'exécution, planning des délais d'exécution et planning des frais — la méthode des réseaux est également d'une manipulation simple au point de vue calcul. Ce n'est que lorsque par la suite un « plan normal » doit être transformé pour répondre à des exigences particulières qu'il convient de recourir, même pour de petits plans de réseau, à des programmes de calcul. Les questions types qui peuvent se poser dans l'analyse poussée d'un plan de détail sont par exemple :

- Comment peut-on atteindre le plus rapidement possible le terme final ? (temps total minimal ?).
- Quelle durée de projet obtient-on pour un coût minimal du projet ? (coût total minimal ?).
- Quelle durée de projet obtient-on pour une exécution optimale du projet ?

La présente étude ne peut entrer dans le détail de ces problèmes qui présentent un intérêt particulièrement exceptionnel précisément pour les travaux de recherche et de développement. On indiquera plutôt dans quelle mesure et avec quel résultat la méthode des réseaux de planification est utilisée pour nos propres travaux de recherche et de développement.

Le Steinkohlenbergbauverein utilise depuis environ un an la méthode des réseaux pour tous ses travaux de planification. On a tout d'abord cherché à établir en détail le plan de projets déjà en cours d'exécution. Il est apparu dès ce stade, que l'application de la méthode des réseaux conduit presque obligatoirement à une meilleure planification. Par exemple, on a pu fréquemment améliorer des représentations de l'exécution d'un projet qui comportaient jusqu'alors des lacunes. Cette première planification et cette représentation méthodiques des opérations technologiques ont également montré que, souvent, les représentations adoptées jusqu'à présent étaient purement et simplement irréalisables. Mais il est apparu surtout qu'en général les projets ont été planifiés trop isolément, c'est-à-dire que, le plus souvent, on n'a pas tenu compte de l'harmonisation avec d'autres spécialistes, d'autres secteurs spécialisés et d'autres projets. Or, c'est précisément pour une planification harmonisée (intégrée) de cette nature que la méthode des réseaux est remarquable. Par planification harmonisée, on entend ici que des secteurs comme, par exemple, l'abattage, l'extraction, le soutènement, ne font plus l'objet d'une planification indépendante, mais commune. L'encouragement à une planification harmonisée est parfaitement justifié puisque, précisément dans les services hautement mécanisés, une coordination en-

tre tous les secteurs est plus nécessaire que jamais, étant donné qu'un rendement élevé ne peut raisonnablement être atteint que si, par exemple, les capacités de tous les moyens de production sont harmonisées les unes par rapport aux autres en vue d'assurer une bonne exploitation. Toutefois, il faut tenir compte de cette harmonisation dès le stade de la planification de nouveaux moyens d'exploitation et de nouveaux procédés.

Deux exemples rapidement présentés montreront comment nous avons utilisé la méthode des réseaux et ce que nous entendons en obtenir dans le proche avenir.

Exemple 1.

On montre ici le planning d'exécution d'un projet de développement dans lequel les secteurs principaux de l'exploitation que sont :

- l'abattage,
- le soutènement,
- le transport,
- la liaison taille/galerie et les mesures nécessaires, doivent être développées et soumises à des essais suivant les méthodes les plus récentes. Ici, il est important pour le projet d'ensemble, que les opérations individuelles ne soient entreprises d'une façon autonome que dans la mesure où il n'existe pas de liaison technologique avec d'autres développements exigeant une harmonisation.

Le plan de réseau (fig. 7) montre un premier réseau approximatif dans lequel on reconnaît toutefois déjà les phases principales du développement. On obtient 5 branches correspondant aux 5 secteurs intéressés de l'exploitation des couches :

Branche I :

Développement de la technique de mesure aussi bien pour les essais individuels que pour l'essai général.

Branche II :

Liaison taille/galerie : mise au point d'une station de transfert (événement 22 à 62).

Branche III :

Transport : élimination des fines dans le processus de ripage et sur le brin inférieur de convoyeur, chargement complet, etc. (événements 64 à 136, 142).

Branche IV :

Soutènement : mise au point d'un soutènement hydraulique à cadres, en tenant compte particulièrement des forces de mise hors tension et du système automatique de progression.

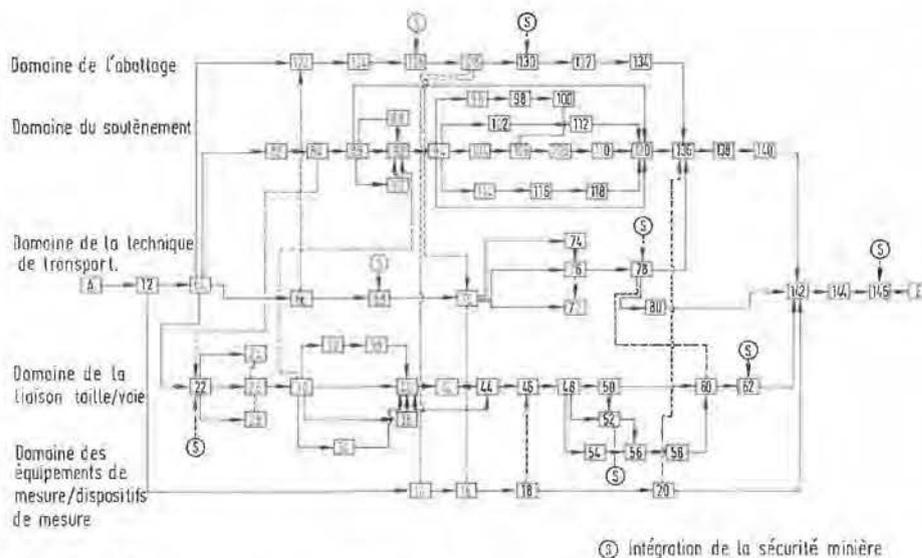


Fig. 7 — Réseau simplifié pour la planification et la prise en compte de divers projets de recherche et de développement.

Branche V :

Abatage : mise au point d'une machine d'abatage appropriée en harmonisation avec le soutènement et les moyens de transport.

Pour tous les secteurs, il faut retenir que les développements font tout d'abord l'objet d'un essai individuel et ne sont incorporés à l'essai général qu'après cette vérification. Etant donné que cet exemple ne reflète qu'une structure grossière, on renonce à poursuivre ici l'analyse du réseau. Il apparaît cependant, dès l'analyse de la structure, qu'il est difficile, sans plan de réseau, de prévoir clairement et complètement le déroulement d'un tel essai. Les points dans le temps, pour lesquels une harmonisa-

tion des opérations individuelles doit intervenir, peuvent être clairement établis par la méthode des réseaux et il est alors possible de reconnaître en temps voulu les points critiques.

Dans l'exemple 2, on se propose de montrer comment, à l'aide de la méthode des réseaux, on a représenté et établi le plan complet d'un programme d'ensemble.

Le planning comprend au total 93 projets individuels qui ressortissent à 3 secteurs :

1. Principes miniers et sécurité dans les mines.
2. Technique minière au fond et champ d'essai au jour.
3. Valorisation et utilisation du charbon.

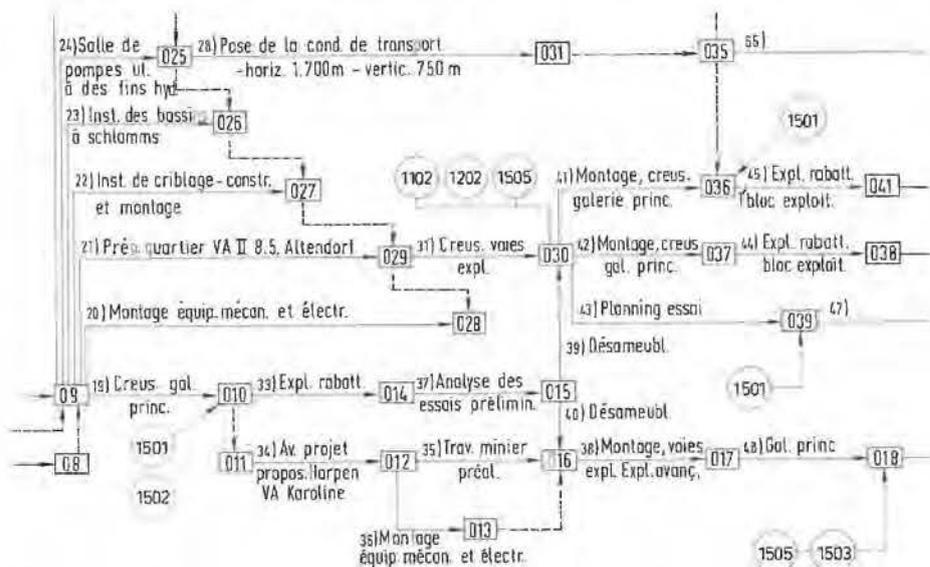


Fig. 8 — Extrait du plan de réseau « Abatage hydromécanique du charbon » (projet 2106).

Les projets existant dans ces secteurs, dont certains sont déjà en cours d'exécution et d'autres uniquement au stade de la planification, ont été établis par les différents responsables — souvent en collaboration avec les directeurs des essais dans les mines — à l'aide de la méthode des réseaux (fig. 8). La condition préalable était que tous les responsables aient reçu, au sujet de cette méthode des réseaux, une formation telle qu'ils soient capables d'établir eux-mêmes le plan d'exécution de leurs projets. A cette fin, certains cours ont été nécessaires. Les différents projets ont été établis compte tenu des objectifs indiqués. On a surtout cherché à englober et à représenter toutes les liaisons transversales et les mesures nécessaires d'harmonisation en rapport avec d'autres essais. Les projets individuels ont donc été groupés et — classés suivant les trois secteurs précédemment indiqués — inclus dans le plan d'ensemble. Etant donné la dimension du réseau général (il comprend un peu moins de 3.000 activités) les différentes activités n'ont pu être décrites en clair dans le réseau.

C'est pour cette raison qu'on a choisi, aussi bien pour la répartition des différents projets dans le

plan d'ensemble que pour la caractérisation des activités dans le plan de détail, une représentation numérique. Chaque projet est ainsi caractérisé par un nombre à 4 chiffres :

le 1^{er} chiffre correspond au secteur,

le 2^e chiffre correspond au groupe dans le secteur,

les 3^e et 4^e chiffres correspondent au projet lui-même.

Le code 2 106 signifie donc :

2	1	06
Secteur :	Groupe :	Abattage hydro-
Technique minière	Technique d'abattage	mécanique du charbon

Pour que le plan d'ensemble soit lisible on a établi, d'une part, un *plan-guide* et, d'autre part, une liste d'activités. Le plan-guide indique, dans le même ordre que le plan d'ensemble, les différents projets caractérisés aussi bien par leur numéro que par leur désignation en clair. Le plan-guide montre donc où on peut trouver un projet donné dans le plan d'ensemble.

LISTE DES ACTIVITES. — Abattage hydromécanique du charbon.

Projet N°	Activité N°	Désignation	Evénement N° du... au ...	Temps nécessaire M = mois	Remarques
2106	19	Creusement des galeries d'exploitation	09-010	14 M	
	20	Montage de l'équipement mécanique et électrique	09-028	17 M	
	21	Préparation du chantier VA II 8.5. Altendorf	09-029	17 M	
	22	Installation de criblage, construction et montage	09-027	17 M	
	23	Installation des bassins à schlamms	09-026	17 M	
	24	Salle des pompes devant être utilisée à des fins hydrauliques	09-025	17 M	
	28	Pose de 1.700 m de tuyauteries horizontales et de 750 m de tuyauteries verticales	025-031	12 M	
	31	Creusement des voies d'exploitation	029-030	5 M	
	33	Exploitation retraitante	010-014	5 M	15.4.1967
	34	Avant-projet. Proposition Harpen. Chantier Karoline	011-012	6 M	
	35	Ouvrages miniers préalables	012-016	12 M	
	36	Montage de l'équipement mécanique et électrique	012-013	12 M	
	37	Dépouillement et analyse de l'essai	014-015	1 M	
	38	Montage en veine, voies d'exploitation, débouillement avançant	016-017	4 M	
	39	Désameublement	015-030	4 M	
	40	Désameublement	015-016	4 M	
	41	Montage, creusement de galeries d'exploitation	030-037	18 M	

Les listes d'activités permettent de suivre chaque projet dans le plan d'ensemble. Ce point appelle toutefois une explication : le plan de réseau établi par le responsable est transcrit sur une feuille normalisée DIN A 1. Ce plan sert de base de travail et fait l'objet d'une correction et d'une mise à jour constantes. Toute activité est décrite en clair, c'est-à-dire directement lisible. Mais chaque activité est également pourvue d'un chiffre. Ce chiffre apparaît aussi dans la liste d'activités avec le texte en clair et la durée de l'activité. A l'aide d'une liste d'activités, tout projet est donc lisible sur le plan d'ensemble dans son contexte technologique. Au moyen des réseaux individuels, du plan-guide, des listes d'activité et du plan d'ensemble, on est parvenu à établir le plan détaillé des travaux de recherche et de développement du Steinkohlenbergbauverein et à représenter ces derniers avec clarté.

Nous n'en sommes qu'au début de nos expériences avec la méthode des réseaux de planification dans le secteur de la recherche et du développement. Jusqu'à présent, nous n'avons réalisé que le planning d'exécution, le planning des délais d'exécution et l'analyse qui en résulte. Aucun planning des coûts n'a encore été fait. Bien que la mise en application de la méthode des réseaux soit liée à une dépense de temps plus importante pour les différents responsables, il apparaît que le résultat est infiniment supé-

rieur. En résumé, par l'utilisation de la méthode des réseaux, on obtient dans le secteur de la recherche et du développement comme d'ailleurs dans la pratique, les avantages suivants :

- le projet doit obligatoirement faire l'objet d'une préparation détaillée de la part du responsable ;
- les problèmes d'harmonisation peuvent être reconnus et représentés ;
- les activités critiques — en fonction du temps et ultérieurement en fonction des coûts également — peuvent être reconnues ;
- il s'ensuit que d'importantes décisions préalables sont possibles ;
- la planification devient claire pour tous, y compris les non-responsables ;
- une mise à jour est facilement réalisable sans que le plan doive être modifié.

Le seul inconvénient qui s'oppose actuellement à ces avantages est la dépense supplémentaire de temps qu'exige l'établissement graphique du réseau. Toutefois, cet inconvénient ne devrait guère entrer en ligne de compte. Les premières expériences réalisées dans le domaine de la recherche et du développement miniers avec la méthode des réseaux montre qu'elle constitue un auxiliaire précieux pour la planification puisque à elle seule elle permet une planification systématique et méthodique.

DISCUSSION

C. Berding.

Messieurs, je tiens à remercier cordialement M. le Dipl.-Ing. Boehm pour la communication intéressante qu'il a exposée à cette Journée sur les premiers essais d'application de la technique de planification par réseau, dans le cadre du développement de l'industrie minière de l'Allemagne de l'Ouest. Je constate avec joie que les moyens et méthodes les plus modernes, susceptibles d'exercer une influence sur la structure technique et économique de l'industrie houillère, n'ont pas été négligés. M. Boehm a judicieusement fait remarquer que nous nous trouvons encore au premier stade de nos expériences dans le domaine de la technique de la planification par réseau, appliquée aux mines. Cependant, nous pouvons dès maintenant envisager des résultats très prometteurs du développement de cette technique.

M. Loison.

Je voudrais demander à M. Berding s'il avait examiné certains aspects particuliers qui, a priori, semblent devoir se poser pour les problèmes de recherche proprement dite. En particulier, il y a une difficulté qu'il a signalée au passage, c'est la difficulté à estimer des temps. D'une façon générale, pour certaines opérations de recherches, il faut introduire, il me semble, une considération de probabilité de réussite, de probabilité de délai, la réalisation pouvant être impossible dans certains cas. Ce qui fait qu'en matière de recherche, on doit être amené dans bien des cas, à envisager plusieurs chemins parallèles et ayant des probabilités de réussite différentes. Est-ce que cet aspect a été examiné ? A-t-on trouvé des solutions particulières pour perfectionner la méthode classique de la méthode des réseaux pour l'adapter à des problèmes spécifiques de recherche ?

H. Boehm.

Si j'ai bien compris votre question, celle-ci est de savoir si, lors de l'application de la technique de planification par réseau dans le domaine de la recherche et du développement, nous avons tenu compte des impondérables, tels que, par exemple, la question de probabilité de réussite de certains délais et échéances. Naturellement, nous avons mis à l'épreuve d'une manière détaillée et précise cette question et nous en sommes arrivés à la conviction que, avant tout, nous ne pouvions accorder crédit qu'à des analyses de projets proprement dites et que nous devons nous limiter uniquement à celles qui initient le travailleur isolé dans la théorie de la pro-

babilité et des calculs des probabilités, en connexion avec la technique de planification par réseau. Ce n'est que lorsqu'on réussit à élaborer des analyses de projets correctes et à prouver l'applicabilité de la technique des réseaux, que nous pouvons prendre en considération les impondérables subséquents. Nous n'en sommes pas encore à ce stade. En outre, il se pose également une question, à savoir : à quelle fréquence nous mettons à jour nos travaux de réseau. Nous aimerions discuter cette question avec les spécialistes professionnels, mais il nous semble que c'est tous les trimestres qu'il convient d'adapter les timings prévus au déroulement effectif des opérations.

Ouverture d'un nouvel étage dans la mine intégrée Minister Stein/Fürst Hardenberg et organisation des travaux préparatoires au rocher à l'aide de nouvelles méthodes de planification

Ass. d. Bergf. R. BALSTER,

Dortmunder Bergbau A.G., Dortmund-Eving

La première partie de cet exposé traite de l'ouverture d'un nouvel étage d'exploitation dans la mine intégrée Minister Stein/Fürst Hardenberg, d'une capacité journalière de 10.000 tonnes, tandis que la deuxième partie est consacrée à l'organisation des travaux préparatoires au rocher nécessaires, à l'aide de nouvelles méthodes de planification.

Les considérations essentielles qui ont présidé à la découpe du nouvel étage, ont été les conditions de gisement qu'il fallait s'attendre à rencontrer en profondeur ainsi que les progrès les plus récents de la technique minière et son évolution dans le proche avenir.

La figure 1 représente en coupe l'un des quartiers d'abattage dont les conditions tectoniques majeures sont celles qui prédominent dans l'ensemble de la concession. Au sud, on aperçoit les couches rocheuses horizontales de l'anticlinal de Kirchlinde. C'est cette partie qui, des dizaines d'années durant, a

fourni la plus grande part de la production du siège intégré. Le dernier chantier y a été abandonné cette année, si bien que la production globale provient actuellement de l'aile nord de l'anticlinal de Kirchlinde représenté dans la figure. Dans le quartier représenté, le pendage atteint environ 25°; à l'ouest de cette zone, à la limite du champ d'exploitation, il est d'environ 15° et à la limite est du champ d'exploitation, il augmente jusqu'à 50°. Au flanc nord de l'anticlinal de Kirchlinde commence le synclinal de Bochum.

La coupe montre également la méthode retenue pour les travaux préparatoires au rocher en vue de la découverte des veines existantes.

Pour le gisement en plateure, c'est la distance entre les burquins qui a déterminé la longueur de la taille, tandis que dans le gisement incliné, celle-ci est déterminée par la distance verticale entre les étages.

Du fait de la progression de l'abattage dans le flanc nord de l'anticlinal de Kirchlinde, la distance verticale entre l'étage de retour d'air actuel et l'étage d'exploitation a été fixée à environ 200 m. Dans les quartiers d'exploitation, des burquins ont été creusés d'un étage à l'autre et les parties du gisement situées entre eux ont été recoupées par deux étages intermédiaires partant des burquins.

La hauteur d'étage indiquée de 200 m répondait à la conception alors couramment rencontrée, selon laquelle l'ouverture d'un nouvel étage devait donner accès à une réserve de charbon aussi grande que possible. Par ailleurs, l'aménagement de l'étage d'exploitation actuel avait déjà été commencé dans

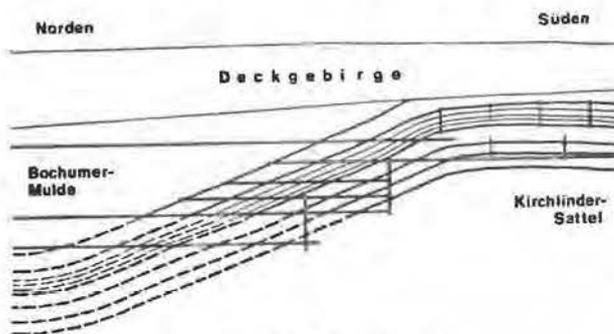


Fig. 1. — Coupe 3e division.

Deckgebirge = Morts-terrains
Bochumer-Mulde = Synclinal de Bochum
Kirchlinger-Sattel = Anticlinal de Kirchlinde

une partie de la concession appartenant aujourd'hui à la mine intégrée, lorsqu'on décida de fusionner les deux mines indépendantes Minister Stein et Fürst Hardenberg et de faire de cet étage un étage de liaison.

En faisant avancer les chantiers d'abattage dans le flanc nord de l'anticlinal de Kirchlinde, on s'était rendu compte que l'exploitation des réserves de charbon ne pouvait se faire dans d'aussi bonnes conditions qu'auparavant dans le gisement en plateaux de l'anticlinal. Les chantiers ont été modernisés et regroupés avec la création, en 1959, du siège intégré.

L'exploitabilité que l'on prévoyait moins favorable a sensiblement influé sur notre planification du nouvel étage dans le but d'organiser les postes suivant l'abattage d'une façon nettement plus rentable. D'ailleurs, il a fallu tenir compte du développement impressionnant que la technique minière a connu ces dernières années, auquel notre société a sensiblement participé.

Je me contenterai de citer :

- 1°) la mécanisation de l'abattage tant dans les gisements en plateaux que dans ceux dont le pendage atteint la limite supérieure des inclinaisons modérées (36°) ;
- 2°) la mécanisation du soutènement en taille jusqu'au soutènement hydraulique ;
- 3°) le transport continu dans les voies de chantier et en partie aussi dans les travers-bancs de quartier à l'aide de convoyeurs rapides à courroie ;
- 4°) le transport par berlines de grande capacité de grand écartement avec attelages automatiques, locomotives électriques à trolley de 100 kW avec liaison radio, cabine d'aiguillage et poste de chargement automatique.

Deux conséquences essentielles en ont découlé pour la découpe du nouvel étage :

- 1°) Simplification du tracé, le nombre de coudes dans les voies de transport et de points de transbordement de matériel étant réduit au minimum.
- 2°) Diminution des possibilités de perturbation d'exploitation ayant des incidences sur l'abattage qui devient de plus en plus coûteux en raison de l'équipement nécessaire.

Selon les rapports de notre télévigie, près de 40 % de l'ensemble des perturbations d'exploitation se produisent en dehors de l'exploitation en veine.

En ce qui concerne la distance entre l'ancien et le nouvel étage d'exploitation, c'est-à-dire l'étage actuel, la gestion se posait de savoir si l'exploitation d'un niveau unique, à savoir un panneau entre les deux étages, était plus rentable que l'exploita-

tion de plusieurs panneaux superposés comportant les étages intermédiaires et les burquins nécessaires.

Nous avons étudié la rentabilité des différentes solutions possibles dans le cadre de la recherche sur les procédés d'exploitation minière, et cela en étroite collaboration avec l'Institut für Bergbaukunde und Bergwirtschaftslehre de Clausthal, ainsi qu'avec le centre de calcul de notre société. Les trois problèmes suivants se sont posés :

- 1°) calcul de la hauteur d'étage optimale ;
- 2°) calcul de la meilleure liaison de transport avec le nouvel étage, compte tenu de la hauteur d'étage retenue ;
- 3°) vérification de l'exactitude de la conception globale pour une planification à long terme, sur la base de calculs selon la méthode de la valeur actuelle.

Dans les trois cas, les coûts fonctionnels ont été pris en considération. C'est pourquoi la comparaison des résultats en valeur absolue est impossible. Nos investigations sur la hauteur d'étage optimale ont révélé que l'exploitation par étages intermédiaires coûte près de 50 % de plus que l'exploitation sans étages intermédiaires, compte tenu d'une hauteur d'étage assurant une exploitation techniquement réalisable.

Les principaux facteurs de coût retenus ont été les suivants :

- 1°) amortissement et intérêts pour l'approfondissement du puits ;
- 2°) travaux préparatoires au rocher ;
- 3°) entretien des chantiers ;
- 4°) traçage et entretien des galeries en veine ;
- 5°) travaux préparatoires au charbon ;
- 6°) transport ;
- 7°) exhaure.

Il a été décidé de retenir une distance entre étages de 120 m, valeur qui se situait dans la zone optimale des résultats et qui rend possible une hauteur d'exploitation moyenne de 240 m. Dans la zone à pendage modéré (18 - 36°), qui couvre environ les deux tiers de notre panneau, l'exploitation pourra être menée en une seule tranche.

Dans les parties où le pendage varie entre 25° et 15° environ, il sera nécessaire de subdiviser à nouveau l'étage. Le nouvel étage donne accès à 26 millions de tonnes de charbon exploitable. La durée de vie relativement courte (environ 10 ans) qui en résulte, présente notamment le grand avantage de permettre une meilleure adaptation au progrès de la technique minière.

En étudiant davantage la liaison la plus favorable pour le nouvel étage du point de vue de la technique des transports, compte tenu de la distance choisie

entre étages, la question se posait toutefois de savoir s'il était rentable d'aménager le nouvel étage en tant que niveau principal de roulage, en dépit de sa durée d'existence relativement brève alors que les puits d'extraction, y compris une grande desserte à l'étage de liaison, ont été mis en service pas plus tard qu'en 1959 à l'occasion de la création du siège de liaison, et que le service principal de roulage a encore été modernisé dans l'intervalle. Nos recherches ont révélé qu'en raison de la distance entre étages choisie et du raccourcissement de la durée de vie qui en résulte pour le nouvel étage, son aménagement en niveau de roulage principal n'était pas rentable. Comme, d'ailleurs, le passage à l'exploitation du nouvel étage ne peut s'opérer régulièrement, l'adaptation de la capacité de transport à l'ancien et au nouvel étage à la capacité d'extraction des puits aurait été difficilement réalisable et aurait nécessité un transport compensatoire supplémentaire entre l'ancien et le nouvel étage.

Pour acheminer le charbon provenant du 6e étage, c'est-à-dire du nouvel étage, vers le 5e étage, c'est-à-dire le niveau de roulage actuel, entraient donc en ligne de compte :

- a) l'extraction par skips dans les burquins ;
- b) le transport par plans inclinés à courroie.

La dernière possibilité citée résulte du progrès technique réalisé dans le domaine des convoyeurs continus, en particulier la mise au point des courroies à filins d'acier au cours des dernières années.

L'étude a montré que le transport entre l'ancien et le nouvel étage par plans inclinés à courroie est nettement plus rentable, quant aux frais d'installation et de fonctionnement, que le transport par skips de capacité équivalente dans les burquins. Pour une capacité journalière de 6.000 t, par exemple, le transport par convoyeurs à bandes ne coûte que 60 % de ce que coûte l'exploitation d'une installation à skips comparable.

Pour l'ensemble du projet, c'est-à-dire le transport entre l'ancien et le nouvel étage, la différence de coût atteint près de 20 % au profit des convoyeurs à courroie, y compris toutes les dépenses significatives. Nous avons examiné en dernier lieu l'exactitude de notre planification à long terme en effectuant une comparaison des frais selon la méthode de la valeur actuelle. A cet effet, les deux possibilités d'aménagement suivantes ont été confrontées :

- la distance entre étages étant de 120 m, aménager chaque niveau de roulage, ou
- utiliser un niveau sur deux comme niveau d'exploitation, celui-ci communiquant avec le niveau de roulage supérieur par plan incliné à courroie.

Les résultats ont montré que la solution du « niveau d'exploitation avec plan incliné à courroie » est plus intéressante du point de vue coût.

Dans les deux cas, il a été tenu compte de la différence des dépenses pour les travaux préparatoires au rocher et le transport. La différence représente environ 20 % en faveur du niveau d'exploitation.

Les dépenses d'aménagement du nouvel étage, y compris les deux plans à convoyeurs prévus, seront inférieures d'environ 8 millions de DM à celles qu'aurait entraînées l'aménagement d'un nouveau niveau de roulage communiquant avec les deux puits à skips.

Les avantages particuliers de l'exploitation du nouvel étage en niveau d'exploitation dans le siège intégré Minister Stein/Fürst Hardenberg, dans les circonstances exposées, résident dans les points suivants :

Comme déjà mentionné, la durée de vie relativement courte de l'étage permettra une meilleure adaptation au progrès technique en ce qui concerne la découpe et l'équipement de l'étage.

En ce qui concerne le *roulage* et la *circulation du personnel*, il en résultera :

- une concentration du transport du personnel, du matériel et des produits en verticale dans les puits principaux seulement, en horizontale dans l'étage de roulage ou l'étage d'exploitation seulement ;
- la suppression du transport vertical intermédiaire dans les quartiers ;
- la diminution du nombre de coudes dans le transport ;
- la simplification de l'organisation du transport ;
- l'accélération et la simplification de l'arrivée et de l'évacuation du matériel ;
- la possibilité dans les étages d'amener par trains le personnel jusqu'aux voies de taille.

Abattage.

- Visibilité d'ensemble plus claire des chantiers d'abattage et simplification de l'organisation. Les galeries de chantier partent des niveaux d'exploitation et débouchent sur ces niveaux.

Aéragé.

- Simplification de l'aéragé. Tous les chantiers d'abattage sont montés en parallèle ; l'air frais y arrive sans être chargé de CH₄, ni de poussière, et sans être réchauffé.

C'est l'exploitation par niveaux alternés qui a conditionné le plan du nouvel étage (fig. 2).

Le raccordement au puits de translation du personnel, qui amène d'ailleurs la plus grande partie

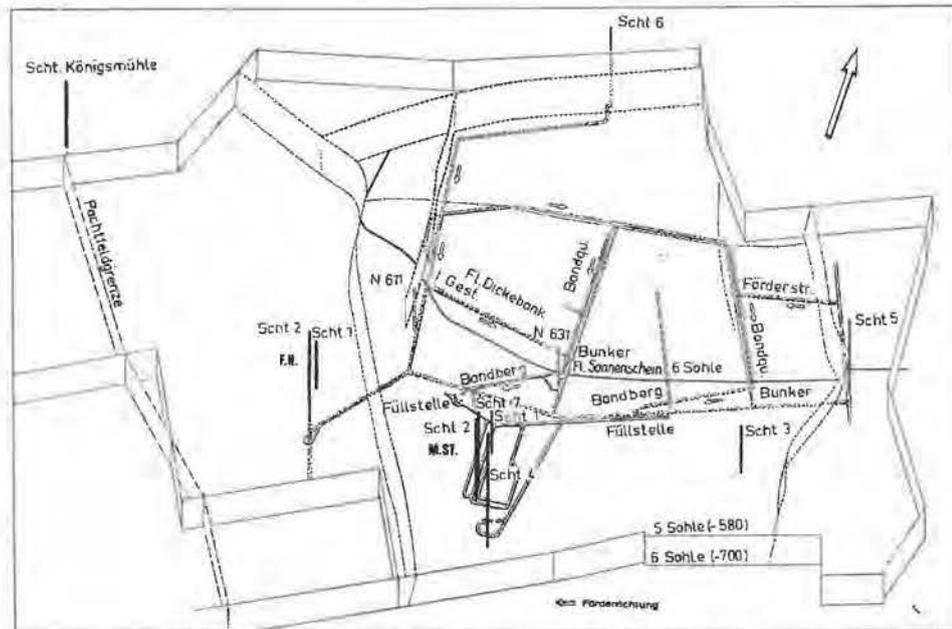


Fig. 2. — Représentation spatiale des travaux préparatoires du 6^e étage. Steinkohlenbergwerk, ver. Stein u. Hardenberg.

Scht. = Puits
 Pachtfeldgrenze = limite du champ d'exploitation
 Fl. = couche
 Sohle = étage
 Bandqu. = travers-bancs avec transporteur à bande
 Förderstr. = galerie de transport

Bunker = silo accumulateur
 Bandberg = plan incliné à courroie
 Füllstelle = point de chargement
 Gest. = galerie en roche
 Förderrichtung = sens du transport

de l'air frais au nouvel étage, se fait par l'intermédiaire d'une simple boucle, comme on peut le voir dans la figure 3. Comme l'étage n'est pas raccordé aux puits d'extraction et que, par conséquent, il n'y a ni recettes ni dérivations, nous avons pu réaliser,

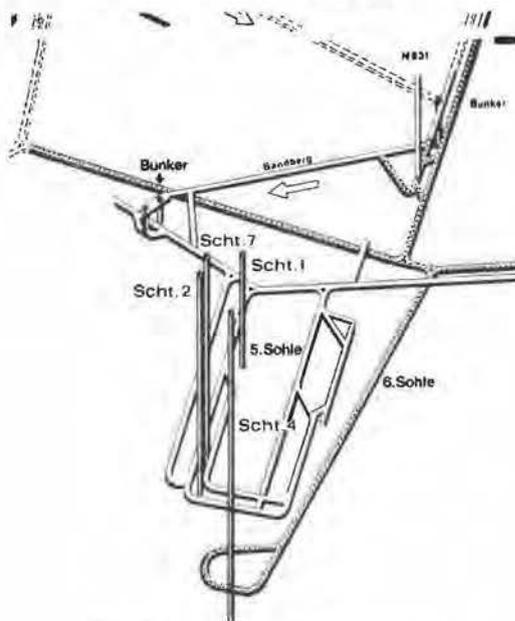


Fig. 3. — Envoyage et contours.

Bunker = silo accumulateur
 Bandberg = plan incliné à courroie

par rapport à l'ancien étage situé au-dessus, une économie d'environ 3.000 m de voie pour la zone allant jusqu'au point de départ des galeries est de ouest en direction au rocher. A raison de 1.000 DM par mètre de voie, l'économie ainsi réalisée atteint déjà 3 millions de DM.

La découverte des réserves de charbon dans les quartiers s'opère par des travers-bancs de quartier. Leur emplacement est conditionné par les limites d'exploitation présumées, elles-mêmes déterminées par les accidents tectoniques existants (cf. fig. 2).

Nous ne voulons plus aménager les travers-bancs de quartier au centre d'une zone délimitée par deux dérangements, mais le plus possible en marge de ladite zone, cependant à une distance suffisante pour pouvoir procéder sans perturbation au défilage en rabattant sur la plus grande partie des longueurs de chasse ainsi délinées. L'exploitation successive des diverses veines permet d'obtenir une rentabilité maximale des quartiers.

Comme l'ancien étage 5 est raccordé directement aux voies d'aérage et le nouvel étage 6 aux voies à convoyeurs, aucun transport intermédiaire n'existe dans les quartiers — comme nous l'avons déjà dit — si bien que les burquins au sens traditionnel du terme sont également superflus.

Dans le seul quartier d'abattage représenté à la figure 1, nous avons eu besoin d'un burquin afin de

disposer, en plus du puits de translation du personnel, d'un second point de départ pour le creusement du nouvel étage. A la limite ouest du panneau, un burquin supplémentaire sera nécessaire, étant donné que, comme cela a déjà été signalé plus haut, nous devons scinder les relevées dans cette zone.

Dans les autres quartiers, toutefois, une liaison verticale — par ascenseurs à self-service — est prévue.

Ce moyen de transport paraît nécessaire principalement pour le personnel de surveillance et les spécialistes, ajusteurs, électriciens, etc., dans le cadre d'un quartier.

Grâce aux progrès réalisés entre-temps dans la technique de forage, il sera possible de forer cette voie de transport au diamètre d'environ 3 m sans travaux de fonçage.

Les sections des voies ont été déterminées en fonction des problèmes à résoudre. En ce qui concerne l'aéragement et l'empoussiéragement, des calculs minutieux ont été effectués avec le calculateur numérique de la société, et des essais pratiques ont été effectués.

Dans deux des travers-bancs de quartier prévus, le transport horizontal du charbon provenant des chantiers situés respectivement à l'est et à l'ouest doit être concentré par des convoyeurs collecteurs à courroie. Pour ceux-ci, on a envisagé l'utilisation de courroies de 1.000 mm de largeur, d'une vitesse de 2 m par seconde et au besoin de 3 m par seconde, et ayant une capacité nette d'environ 850 t/h. D'après les données de notre télévigie, cette capacité est nécessaire pour pouvoir assurer le transport de la quantité maximale de charbon susceptible d'être abattue dans trois chantiers mécanisés.

Dans nos travers-bancs de quartier, l'aéragement et le transport se font normalement en direction opposée. Dans un quartier qui devra produire 3.000 t par jour et dont le travers-banc présente une section de B 18 ou de B 16 respectivement, les quantités d'air nécessaires de 1,8 m³/min par t/jour circuleront à une vitesse de 5 m par seconde.

Comme le convoyeur collecteur de quartier prévu devra être animé d'une vitesse d'au moins 2 m/s, la vitesse relative atteindra 7 m/s. D'après nos observations pratiques, la poussière qui s'était déjà déposée est remise en suspension lorsque la vitesse dépasse 4 m/s. Cela signifie un empoussiéragement indésirable de l'air destiné aux chantiers d'abattage et entraîne des dépôts considérables de poussières dans les chantiers. C'est pourquoi les convoyeurs de quartier seront placés dans un travers-banc spécial, pouvant être isolé, de faible section et où la vitesse d'aéragement sera modérée. Le transport séparé dans un travers-banc isolé en contrebas présente des avantages considérables du point de vue de l'empoussié-

rage et de la sécurité et, partant, des avantages économiques.

D'autre part, cette solution permet d'économiser plus d'un tiers de la section de voie qui serait nécessaire dans le cas contraire.

Pour permettre d'aménager sans croisement l'accès, à partir des quartiers, aux voies à convoyeur des chantiers d'abattage, les travers-bancs des convoyeurs sont creusés à un niveau qui se situe à environ 4,40 m sous le niveau d'étage proprement dit et à partir duquel on tracera ultérieurement les voies d'aéragement des panneaux situés au-dessous du nouvel étage. C'est ce qu'illustre la figure 4.

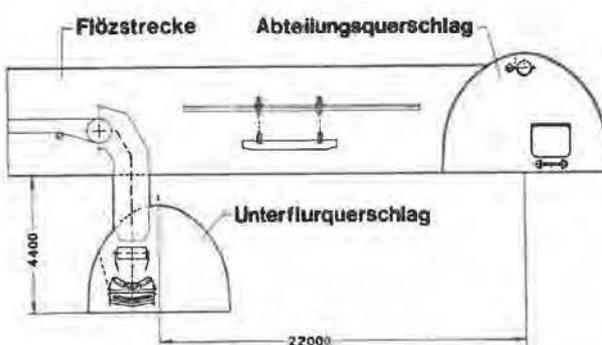


Fig. 4. — Situation du chargement au 6e étage.

Flözstrecke = voie en veine
 Abteilungsquerschlag = travers-bancs de quartier
 Unterflurquerschlag = travers-bancs sous le mur de la couche

La remontée du charbon du nouvel étage jusqu'à l'étage actuel se fera par l'intermédiaire de 2 plans inclinés à courroie d'une inclinaison de 11° et 15° respectivement, d'une longueur d'environ 1.000 m (fig. 5). Une des installations de convoyeurs à courroie sera équipée d'une courroie à filins d'acier ST 2.500, large de 1.000 mm et dotée d'une puissance installée de 3 x 185 kW. La capacité brute de trans-

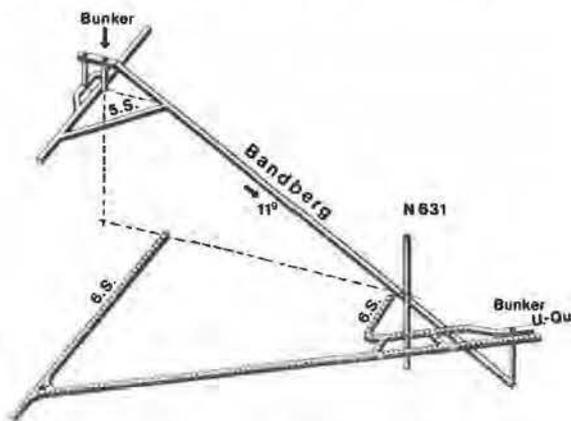


Fig. 5. — Plan incliné entre le 5e et le 6e étage.

S. = étage
 U.Qu. = travers-bancs sous le mur de la couche.

port à une vitesse de 2,5 m/s s'élève à 700 t/h, ce qui représente une capacité journalière nette de 6.000 t pour une durée de transport de 16 h et compte tenu d'une teneur en stériles du charbon brut de 30 %.

L'exactitude de notre projet nous a été confirmée par une expertise du professeur Vierling de l'École Technique Supérieure de Hanovre.

La capacité indiquée du plan incliné à courroies peut être augmentée sans trop de frais en ajoutant aux trois unités d'entraînement une quatrième unité et en augmentant la vitesse du convoyeur, la sécurité restant inchangée. C'est pourquoi on se demande depuis quelque temps si on ne pourrait pas se passer d'un autre plan incliné à courroies de plus faible capacité, qui avait été prévu initialement. Cet examen n'est pas encore terminé. Pour obtenir un fonctionnement sûr de l'installation de convoyeurs à courroie dans le plan incliné, l'alimentation du convoyeur et le déversement doivent être aussi réguliers que possible. A cet effet, un accumulateur est monté à l'entrée du convoyeur, au nouvel étage, ainsi qu'un autre à sa sortie, à l'étage actuel.

L'accumulateur disposé à l'entrée du convoyeur, à l'étage actuel, a une capacité utile d'environ 500 m³. Il sert en premier lieu à régulariser les débits de charbon provenant des quartiers d'abattage, avant leur chargement sur le plan incliné. Selon les données de notre télévigie et les calculs effectués, il faut s'attendre pendant de longues périodes à des débits de pointe de 18 m³ par minute. La différence de débit possible, avant et après l'accumulateur de 7 m³/min peut être emmagasinée pendant environ 1 heure.

La capacité utile de la trémie de transbordement entre le plan incliné et le point de chargement situé à l'étage actuel s'élève à environ 235 m³. Environ 100 m³ de la trémie servent à équilibrer le rythme de chargement ; 100 m³ restent constamment libres pour permettre d'absorber une charge entière du convoyeur.

Au niveau de roulage, le produit est transbordé dans des berlines de 4.000 litres à l'aide d'une descente automatique. Outre l'économie que permet de réaliser le transport par berlines, les avantages suivants méritent d'être signalés :

- 1^o) La répartition du charbon entre les deux puits d'extraction peut être opérée, selon les besoins de l'exploitation, grâce au transport intermédiaire par berlines. Deux systèmes de lavage différents sont rattachés aux puits d'extraction.
- 2^o) Les installations d'extraction, qui ne datent que d'environ 5 ans et qui ont été entièrement modernisées, peuvent être maintenues.
- 3^o) Grâce à l'intercalation du transport par berlines, on obtient un « tampon » supplémentaire favorable au fonctionnement.

Le projet de creusement d'un nouvel étage dans la mine intégrée Minister Stein/Fürst Hardenberg tiendra compte des conditions géologiques présumées ainsi que des progrès les plus récents de la technique minière. Nous nous étions efforcés de réaliser rationnellement nos conceptions et ce que nos calculs font apparaître comme un optimum, dans le dessein de rendre l'abattage plus rentable, grâce à une meilleure mise à profit, et de diminuer sensiblement les frais de fonctionnement des différents services après l'abattage par une découpe judicieuse.

La réalisation d'un nouvel étage, de l'élaboration du projet et du creusement jusqu'à la mise en service, englobe, comme on le sait, un grand nombre de projets particuliers qui doivent être reliés ensemble suivant l'ordre exact et de façon à entraîner le minimum de dépenses possible.

Conformément à une vieille coutume, nous avons déjà essayé de parvenir à ce résultat à l'aide du diagramme-poutre (Balkendiagramm). Mais, dès le début des travaux d'aménagement du plan incliné à convoyeur, nous avons constaté que des projets avaient été mis en route qui, après mûre réflexion, pouvaient être remis à beaucoup plus tard et qui étaient sans influence sur la date d'achèvement des travaux. D'autre part, un délai de trois ans jusqu'à la mise en service ne devait en aucun cas être dépassé.

A cette occasion, nous avons abordé pour la première fois la technique de planification dite des « réseaux » pour constater que celle-ci, utilisant le « diagramme-poutre », est insuffisante dans le cas de grands projets comprenant de nombreuses opérations, et cela pour les raisons suivantes :

- 1^o) Le « diagramme-poutre » ne fournit aucun renseignement sur les relations technologiques des diverses opérations. Lorsqu'une opération n'est pas terminée à un moment donné, le « diagramme-poutre » ne permet pas de constater quelles sont les conséquences qui en résultent et quelles sont les mesures qui doivent être prises pour éviter de telles conséquences.
- 2^o) Le « diagramme-poutre » ne révèle qu'une seule des nombreuses possibilités de réalisation d'un projet. Il ne renseigne aucunement sur la voie optimale possible. On ne peut en déduire aucune possibilité d'amélioration concernant l'utilisation de la main-d'œuvre, la date d'achèvement, etc.
- 3^o) Le « diagramme-poutre » ne permet pas de déceler les goulots d'étranglement et les points critiques susceptibles de retarder la réalisation du projet.

C'est notamment à cause des inconvénients précités que la technique de planification traditionnelle ne permet plus de satisfaire aux exigences fortement

accrues, rencontrées à notre époque caractérisée par les progrès extrêmement rapides de la technique. C'est pourquoi la mise au point d'une nouvelle technique de planification, plus précise et plus révélatrice — la technique de planification dite des « réseaux » — s'avérait indispensable.

La figure 6 représente une partie du plan de réseau concernant la réalisation de notre plan incliné à courroie qui constitue un projet partiel pour la préparation des travaux au rocher du nouvel étage. Ce plan couvre près de 100 opérations. Outre les travaux purement miniers, il contient également toutes les autres opérations telles que, par exemple, le montage d'installations électrotechniques et mécaniques.

L'objectif de ce plan de réseau est le respect du délai maximum prévu pour la mise en service du dispositif de transport du produit provenant du premier chantier d'abattage en opération dans le nouvel étage.

L'extrait du plan de réseau pour le plan incliné à courroie montre jusqu'à quel point les travaux de détail ont été pris en considération.

Les données qui ont pu être tirées du plan du réseau ont permis de résoudre les problèmes suivants :

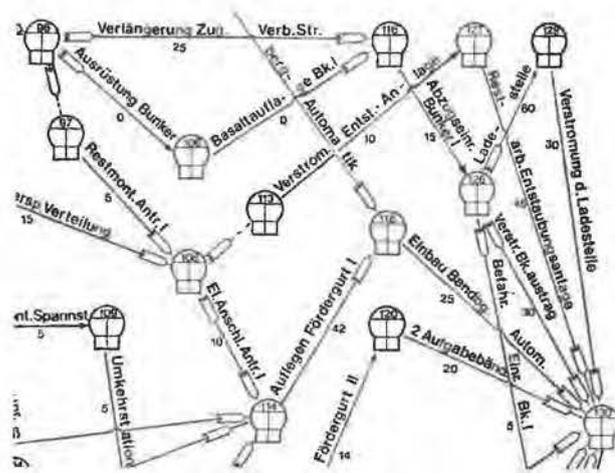


Fig. 6. — Réseau relatif au plan incliné liant le 6e au 5e étage.

- Verlängerung Zug. = allongement des voies
- Verb.Str. = élargissement de galerie
- Ausrüstung Bunker = équipement du silo accumulateur
- Basaltaufblage Bk.I = revêtement du silo I au moyen de basalte
- Restmont. Antr. = achèvement du montage des installations
- Umkehrstation = station de retour
- Auflegen Fördergut I = mise en place de la bande de transport
- Ladestelle = point de chargement
- Aufgabebänd. = bande d'alimentation

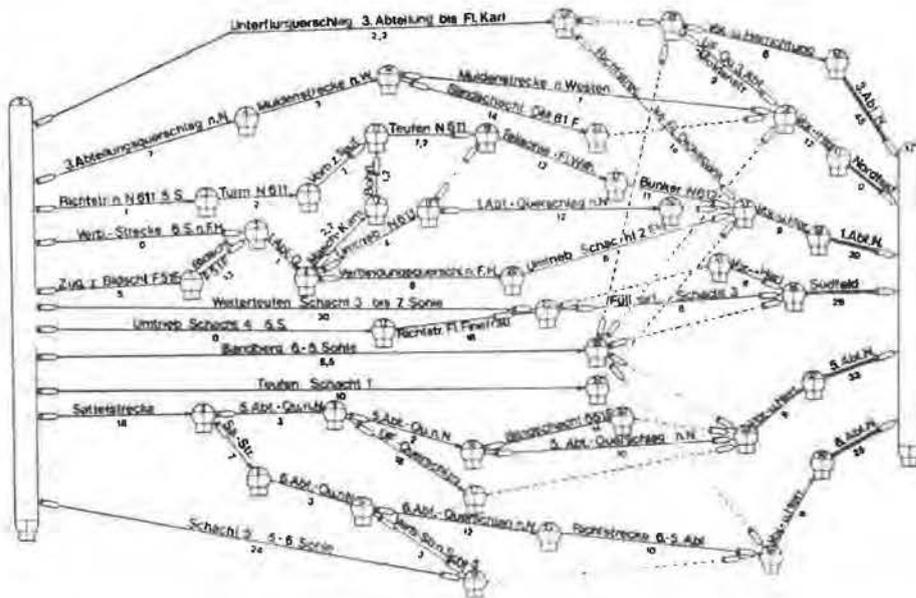


Fig. 7. — Préparation du 6e étage.

- Unterflurquerschlag 3. Abteilung bis Fl. Karl = travers-bancs sous la couche, 3e division, jusqu'à la couche Fl.Karl
- Blindschacht = burquin
- Strecke = voie
- Füllort = envoi
- Richtstrecke = voie en direction
- Bandberg = plan incliné à courroie
- Teufen = fonçage
- Querschlag = travers-bancs
- Weiter-teufen = approfondissement
- Verbindungsquerschlag = bureau de liaison
- Turm = tour
- Muldenstrecke = voie synclinale
- Satteltrecke = voie anticlinale
- Nordfeld = champ nord
- Südfeld = champ sud
- Sohle = niveau d'étage
- Masch-Kam = salle des machines
- Vorb. z. Teuf. = travaux préparatoires au fonçage
- Verb. = élargissement
- Herrichtung = aménagement

- 1^o) Mise en évidence du « chemin critique », c'est-à-dire l'ordre des opérations qui influençaient de façon décisive la date d'achèvement.
- 2^o) Utilisation optimale de la main-d'œuvre, en particulier des spécialistes, tels que les équipes de montage des différentes firmes.
- 3^o) Surveillance des temps de montage des firmes, fixés conventionnellement.

Comme il a déjà été dit, nous avons établi également un plan de réseau pour l'ensemble du projet de préparation des travaux au rocher du nouvel étage, plan qui est représenté à la figure 7. Ce plan de réseau fournit un aperçu détaillé des travaux partiels nécessaires et révèle leur interdépendance. La date d'achèvement de ce plan de réseau correspond à l'évacuation de la production du dernier chantier ouvert dans le nouvel étage, c'est-à-dire pratiquement à l'achèvement des travaux d'aménagement de cet étage.

Le projet global d'aménagement du nouvel étage, et en particulier la réalisation du plan incliné à courroie avec ses multiples travaux partiels, a pu être réalisé jusqu'ici sans retard, plus de deux ans s'étant écoulés depuis le début des travaux, bien que plusieurs incidents imprévisibles se soient produits au cours de cette période.

Grâce au plan de réseau, nous avons pu respecter jusqu'ici le délai prévu, étant donné que les conséquences des incidents imprévus ont pu nettement

être décelées et que nous avons pu, dès lors, en commun, prendre les mesures qui s'imposaient.

La technique du plan de réseau a déjà pu être appliquée également dans d'autres domaines. Je tiens à signaler brièvement que nous employons aussi cette technique pour l'établissement des plans de traçage, d'aménagement et de désameublement et que nous envisageons d'autres possibilités d'application.

Il va sans dire que tous les services d'exploitation et tous les services techniques doivent manifester de l'intérêt pour ce genre de technique de planification, ce qui demande de la part de la direction de l'entreprise un effort intensif de formation et de promotion.

La planification exposée ci-dessus pour la mise à découvert de réserves de charbon dans un nouvel étage ne doit pas évidemment être considérée comme un ensemble de règles d'application générales. Il s'agissait uniquement de mettre en lumière la solution paraissant la plus efficace, compte tenu des circonstances exposées. Les conditions qui prévalent dans les différents sièges du bassin de la Ruhr diffèrent trop les unes des autres pour qu'il soit possible de mettre au point des règles de portée générale. Il s'agit d'en tirer, dans chaque cas, le meilleur parti possible. La planification à l'aide des réseaux est un moyen approprié qui permet d'obtenir un résultat optimal dans la préparation et la réalisation de tels projets.

DISCUSSION

C. Berding.

Je remercie vivement M. Balster pour son exposé très intéressant.

M. Proust.

M. Balster nous a annoncé qu'en raison des progrès de la technique de forage au cours des dernières années, il sera possible d'obtenir ce qu'il a appelé une voie de transport d'un diamètre d'environ 3 m, et ce sans autres travaux de fonçage en dehors du forage proprement dit. Faut-il entendre par là que l'on est en mesure de réaliser un puits d'un diamètre de 3 m uniquement par forage ?

R. Balster.

Il s'agit ici du forage de trous circulaires qui, moyennant l'implantation d'équipements appropriés, sont utilisables en tant que passage pour personnel. A notre siège Germania, on a procédé au forage de trous de sonde rectilignes d'un diamètre de 2,40 m. Les prix de revient de ces trous de sondage ne nous

permettent pas encore d'être satisfaits. Nous utiliserons ces trous de sondage comme emplacements pour monte-charges pour la première fois dans le courant de l'année prochaine et nous espérons qu'à ce moment nous serons techniquement à même de forer des trous de sonde rentables.

Il n'est pas absolument nécessaire que ces trous aient un diamètre de 3 m. D'après nos toutes dernières conceptions, des trous d'un diamètre de 2,40 m suffiraient aussi.

C. Berding.

Vous n'êtes pas sans ignorer que la Grande-Bretagne a réalisé de très grands progrès dans le domaine de la recherche opérationnelle. Je souhaiterais inviter nos amis anglais à nous faire part des expériences recueillies en Grande-Bretagne.

M. King.

M. Berding me demande de vous parler des travaux d'étude entrepris à l'aide des techniques de ré-

seaux et de l'emploi des techniques de réseaux et d'autres nouvelles techniques au Royaume-Uni. Je ne suis pas un expert dans ce domaine et je ne suis pas particulièrement préparé à en discuter en compagnie des deux experts que sont MM. Boehm et Balster, mais je vais vous donner un aperçu de ce que nous faisons en Angleterre. Avant tout, je voudrais indiquer que, dans le cas des travaux de recherche et de développement, à mon avis, l'emploi du procédé dit « chemin critique » est très délicat pour l'étude des travaux de recherche. Ce procédé peut s'utiliser avec beaucoup plus de facilité dans les projets de développement. Si le procédé est utilisé également pour des projets séparés, il offre l'avantage de permettre la détermination, au plus tôt, du jour de l'achèvement du projet. Ceci est un problème délicat pour nos nouvelles études et cette détermination facilite la coordination avec d'autres projets connexes.

Un grand avantage de la technique des réseaux réside dans le fait que des projets isolés sont suivis avec attention d'une manière continue. L'état-major des collaborateurs intéressés, qui s'occupe des particularités de l'entreprise, est obligé de surveiller constamment l'état d'avancement des travaux. Je pense qu'il est excessivement délicat de mettre en place un organigramme qui soit satisfaisant pour de tels travaux d'étude. J'envisage surtout la répartition de la main-d'œuvre, du matériel et des ressources entre différents projets d'un institut de recherche. Ceci est un problème que nous n'avons pas encore pu résoudre. Nous ne sommes pas sûrs qu'il sera résolu d'une manière générale.

Nous utilisons la technique des réseaux, d'une manière assez courante, lors de l'étude et de l'exécution des opérations au fond. Nous l'utilisons dans des proportions importantes. A titre d'exemple, tous les travaux d'étude du siège Bevercotes, siège qui est très largement automatisé, sont exécutés à l'aide de la technique de réseaux. Cette technique a donné de bons résultats, spécialement en ce qui concerne nos efforts en vue de réduire au minimum la durée des travaux séparés.

Nous utilisons également dans une très large mesure la technique des réseaux lors de l'étude des déplacements au fond, par exemple celui d'une taille mécanisée, pourvue de soutènement mécanisé et aussi de tous les autres équipements très coûteux.

Nous avons trouvé que l'étude de telles transformations, grâce à l'emploi de la technique des réseaux, permettait de ramener le temps nécessaire de 3 semaines à 2 ou 3 jours. Et ceci représentait pour nous une économie réellement considérable. Nous étudions actuellement un autre point : c'est l'utilisation du modèle mathématique pour la représentation des zones d'exploitation souterraines et, par exemple, la représentation du transport sur rail ou

des transporteurs continus. Dans notre programme, nous nous efforçons de serrer au plus près ces variables qui sont nécessaires pour trouver la représentation la mieux adaptée, vis-à-vis du régime antérieur insuffisant.

Par l'emploi de cette technique, nous sommes maintenant en mesure d'élaborer un modèle mathématique dans la recherche de la meilleure solution et cela avant de devoir dépenser de l'argent. Nous cherchons à construire des modèles qui pourraient être utilisés pour le calcul des processus de transport en tenant compte des variables.

Je voudrais encore mentionner un autre fait qui, je le crois, est d'un intérêt général. Le National Coal Board a, depuis environ 2 semaines, modifié complètement son organisation, passant notamment de 5 niveaux d'administration à 3. Les divisions ont été supprimées, tout comme les groupes. Nous avons effectué une concentration en passant de 43 areas à 17. Chaque directeur de ces areas est responsable vis-à-vis du NCB et chaque area a une production d'environ 10 millions de tonnes par an. Chaque area doit élaborer un programme budgétaire, compte tenu de sa production et de son écoulement. L'area doit établir un plan et chaque siège séparé doit avoir ses objectifs. Au sein de l'area dans notre nouvelle étude de l'entreprise, nous avons eu recours au service des techniques de recherche opérationnelle. Ceci signifie un élargissement de la programmation linéaire. Pour toutes les solutions, nous considérons les différentes possibilités de production du marché, des transports, de la disponibilité en main-d'œuvre, en matériel et capitaux. Nous prenons un modèle mathématique de l'area et nous sommes en mesure d'apporter des modifications à ce modèle et de découvrir pour l'area la meilleure solution qui comporte le bénéfice optimal. Dans beaucoup de cas, ce procédé conduit à des résultats surprenants. Dans certains cas, nous trouvons une possibilité d'augmenter le bénéfice d'un siège et même d'une area. Cette technique est déjà utilisée, depuis de nombreuses années, dans l'industrie pétrolière, dans une mesure qui n'est pas négligeable.

Ceci ne constitue qu'une brève esquisse de la question et je ne puis que répéter qu'en ce domaine je ne suis pas un expert. J'ai cependant tenté de traiter ces choses d'une manière générale et j'espère, M. Berding, avoir répondu à votre question.

C. Berding.

Certainement, M. King, nous vous remercions vivement de nous avoir aimablement fourni un exposé assez documenté des travaux qui sont actuellement exécutés au Royaume-Uni. Je voudrais associer à ces paroles MM. Balster et Boehm et les remercier une fois encore pour leur contribution.

Combustion directe d'eau et de charbon en suspension dans une centrale (*)

Dr. Ing. O. SCHWARZ

Steinkohlenbergbauverein, Essen

RESUME

Avec la mise en marche réussie de la première chaudière industrielle de 90 t/h convertie de chaudière traditionnelle au charbon pulvérisé en chaudière à suspension, se trouve réalisé le premier objectif de longues années de travaux de mise au point. Ainsi se confirme la possibilité en principe d'alimenter avec une suspension les chaudières actuelles ou celles qui seront construites ultérieurement. Les mesures prévues au cours des prochains mois dans l'installation expérimentale en service continu permettront de juger définitivement des possibilités d'emploi économique du nouveau procédé et fourniront en même temps les données nécessaires à la conception de centrales thermiques fonctionnant avec une suspension charbon/eau. On travaille parallèlement à l'incorporation d'un brûleur de réserve dans une

chaudière de la mine Prosper, à Bottrop, afin de poursuivre la mise au point de ce brûleur et d'appliquer les résultats ainsi acquis au foyer de la chaudière Steag équipée de 8 brûleurs et de les expérimenter également en marche continue. On pense que, d'ici à la fin de 1967, on disposera d'un matériel d'étude suffisant.

Dès à présent, la combustion directe d'une suspension charbon/eau laisse entrevoir une simplification et un abaissement du coût des installations de combustion des centrales au charbon. On escompte ainsi que les avantages résultant de la diminution des investissements, du personnel et de l'entretien et d'une meilleure possibilité d'automatisation compenseront très largement l'inévitable augmentation des pertes à la cheminée si bien que la compétitivité de la houille s'en trouvera améliorée.

La mise en service réussie à la centrale Steag Kellermann, à Lünen, le 28 juin 1966, de la première chaudière industrielle, modèle modifié de la chaudière conventionnelle au charbon pulvérisé en vue de son alimentation par une suspension charbon/eau (fig. 1), a confirmé les possibilités de réalisation pratique du projet de recherche fondamentale : « Combustion directe d'une suspension charbon/eau dans une centrale électrique » présenté en 1965. Il est donc possible de donner maintenant les premiers résultats et les expériences sur la préparation, le stockage, le transport et la combustion d'une suspension charbon/eau.

1. Préparation de la suspension charbon/eau.

Pour pouvoir opérer avec la suspension de la même manière qu'avec du mazout dans les centrales thermiques, cela suppose que la teneur en eau et la composition granulométrique assurent à la suspension une stabilité suffisante, la possibilité de pompage dans les conduites et une combustion économique dans le foyer. En outre, la suspension ne doit contenir aucun corps étranger et particule grossière afin d'exclure tout encrassement des brûleurs. Les centrales thermiques minières en tant qu'utilisateurs finals possibles des sous-produits de la préparation peuvent sans doute, dans ce domaine, autoriser quelques exceptions, mais non pas les centrales du réseau public d'approvisionnement en électricité, clients indépendants, qu'il importe de conquérir ou de reconquérir.

* Un article similaire a paru dans le n° 5/1967 de la revue Glückauf sous le titre « Direkte Verbrennung von Kohle-Wasser-Suspension im Kraftwerk », par MM. Schwarz et Merten.

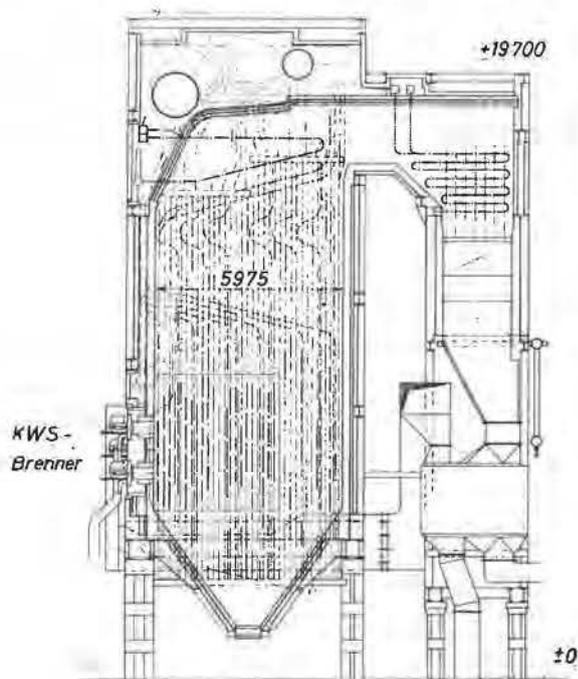


Fig. 1.

Chaudière à suspension charbon/eau.

Capacité d'évaporation: 90 t/h - 75 kg/cm² à cendres sèches.
 Surchauffe: 500° C.
 Eau d'alimentation: 150° C.
 Air de combustion: 300° C.
 KWS-Brenner: brûleur à suspension.

Comme produits de départ pour la préparation d'une suspension, on peut en principe envisager toutes les catégories et toutes les sortes de houille, mais de préférence les schlamms préparés de la manière traditionnelle ou provenant de l'extraction hydromécanique du charbon, car leurs coûts d'assèchement sont très importants en raison de leur teneur élevée en eau si on veut les utiliser comme charbons à coke ou charbons de centrales. En général, la concentration de ces schlamms est de 350 à 550 g de matières solides par litre alors que, pour la combustion directe, une concentration de 700 à 750 g de matières solides par litre est nécessaire pour des raisons de rentabilité. S'il n'était pas possible de remplir la condition requise d'une stabilité suffisante de la suspension, l'intérêt du projet de recherche sur la combustion directe d'une suspension charbon/eau resterait limité aux mines.

Dans le projet de mise au point il s'agissait donc d'englober, dans le programme expérimental, la préparation d'une suspension combustible et stable comme cela a été fait, par exemple, depuis des années, pour la préparation du charbon pulvérisé utilisé comme combustible dans les centrales. On a donc monté sur le carreau de la centrale Kellermann une installation de préparation des suspensions charbon/eau (fig. 2) conçue de telle manière que la sus-

pension, prête à la combustion dans le rapport 60 % en poids de matières solides, 40 % en poids d'eau, puisse être préparée en un seul passage à partir de fines brutes.



Fig. 2.

Vue de l'installation de préparation et d'entreposage de la suspension charbon/eau.

L'énergie nécessaire et la longueur du broyeur à boulets dépendent entre autres facteurs de la composition granulométrique du charbon utilisé ainsi que le montre la figure 3 où est portée, en ordonnée, le résidu de criblage des classes granulométriques 200, 90, 60 et 40 μ en fonction de la longueur du broyeur portée en abscisse. On peut lire, sur l'ordonnée gauche à l'aide de la courbe p, les besoins en énergie pour chaque longueur de broyeur. Pour le broyage des fines brutes en une suspension combustible, il faut par exemple une longueur de 15 m et 25 kWh/t d'énergie. Si l'on dispose au départ de schlamms bruts, la longueur nécessaire n'est plus que de 8,5 m environ et l'énergie de 14 kWh/t

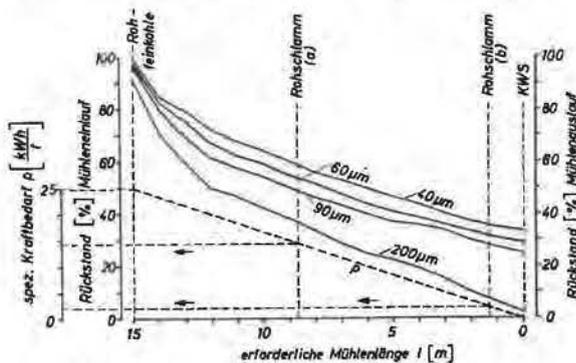


Fig. 3.

Consommation d'énergie et longueur du broyeur en fonction de la granulométrie du charbon.

Spez. Kraftbedarf p (kWh/t): consommation d'énergie p (kWh/t) - Rückstand (in %) Mühleneinlauf: refus (en %) de l'alimentation du broyeur - Rohfeinkohle: fines brutes - Rohschlamm: schlamm brut - KWS: suspension charbon/eau - Erforderliche Mühlenlänge: longueur de broyeur nécessaire.

(exemple A). En utilisant des schlamms décantés (exemple B) on peut, dans certaines conditions, se passer d'un broyage à l'état humide si la suspension est suffisamment stable. On n'a pas encore déterminé clairement quelle classe granulométrique détermine la stabilité de la suspension, mais il est possible de transformer tous les schlamms provenant des ateliers de préparation des mines en une suspension stable par broyage à l'état humide. Les valeurs numériques reproduites dans le diagramme ne doivent être considérées que comme provisoires et ne peuvent être reportées telles quelles sur des broyeurs à boulets d'autres dimensions, les essais de broyage n'étant pas encore suffisamment avancés.

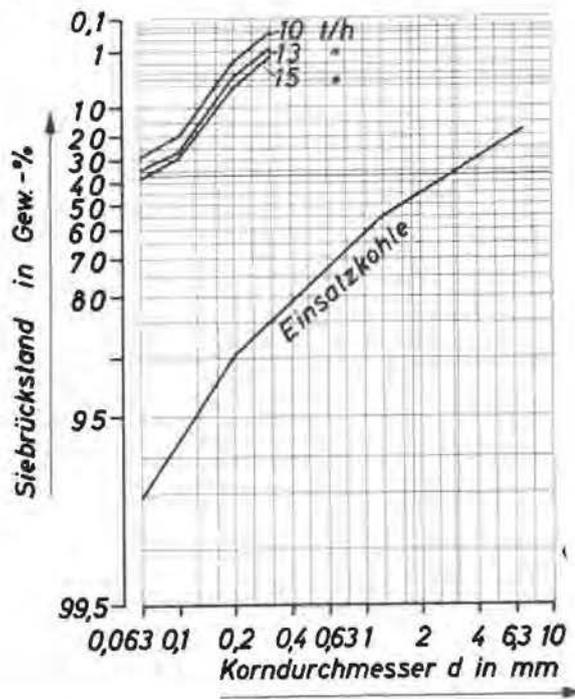


Fig. 4.

Granulométrie du charbon brut et du charbon en suspension dans l'eau.

Siebrückstand in Gew.-%: refus en % - Korndurchmesser d in mm: diamètre de grain d en mm - Einsatzkohle: charbon alimenté.

Il en va de même pour l'influence illustrée à la figure 4 du débit du broyeur sur la finesse du produit broyé. Ici on a porté dans un réseau Rosin-Rammer la composition granulométrique des fines brutes et de la suspension préparée à partir de ces fines pour un rendement de 10, 13 et 15 t/h. On voit nettement que, lorsque le débit du broyeur augmente, le pourcentage de particules fines de la suspension diminue. D'autres essais systématiques de broyage n'ont pu être réalisés jusqu'ici qu'en nombre limité, car il n'y a possibilité d'emploi de la suspension que depuis la mise en service de la chaudière transformée. En outre, le déclassé supérieur contenu dans le produit de départ a rendu plus difficile au début la comparaison entre les dif-

férents résultats de broyage. Afin de déterminer l'influence intéressante de la granulométrie du produit de base sur le broyage à l'état humide, un crible vibrant a été incorporé dans l'installation d'alimentation en charbon pour arrêter des petites pierres qui venaient obstruer les buses du brûleur et empêchaient le bon fonctionnement de la chaudière.

Dans cette installation expérimentale, on a renoncé jusqu'ici à un calibrage derrière le broyeur humide, étant donné que, dans les conditions de mélange utilisées, il n'est guère possible de limiter le déclassé supérieur à l'aide d'un hydrocyclone ou d'un crible de classement situé derrière. Si, au cours des essais, un calibrage par voie humide s'avérait indispensable, cela grèverait de manière non négligeable le coût de la préparation de la suspension dans la centrale, car un épaisseur serait nécessaire. Pour l'instant, nous estimons qu'il convient de suivre cette évolution et, s'il le faut, de limiter le déclassé supérieur au moment du chargement lorsque le débit du broyeur ou la finesse de broyage l'exigent.

2. Stockage de la suspension charbon/eau.

Les résultats expérimentaux ont montré que la suspension stable et prête à la combustion peut être stockée pendant des mois, aussi bien dans des réservoirs à fond conique que dans des réservoirs à fond plat.

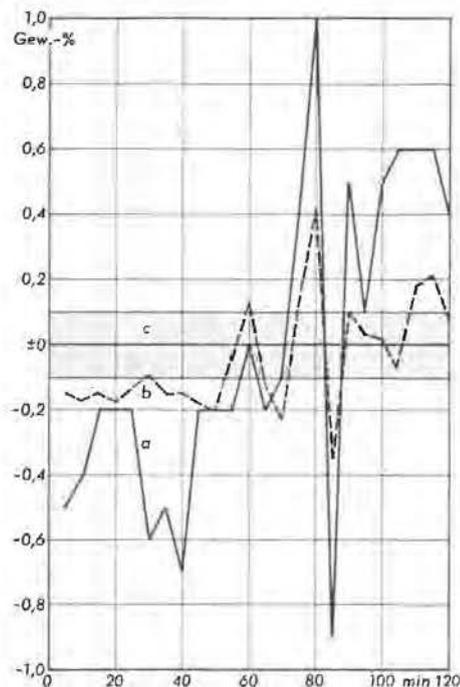


Fig. 5.

Variation de la teneur en cendres et de la teneur en soufre dans le poussier de charbon et dans la suspension charbon/eau.

- a: teneur en cendres sur sec d'après DIN 51719.
- b: teneur en soufre sur sec d'après DIN 51724.
- c: domaine de fluctuation des teneurs en cendres et en soufre dans la suspension charbon/eau.

Pour maintenir la stabilité, il suffit de simples éjecteurs d'air à l'intérieur des réservoirs qui, reliés aux pompes de circulation, mélangent en peu de temps le contenu des réservoirs et contribuent ainsi à régulariser favorablement son pouvoir calorifique, ainsi que le montre le diagramme (fig. 5). Pendant une période de deux heures, on a prélevé toutes les cinq minutes des échantillons de charbon avant le broyeur et ensuite des échantillons de la suspension à la sortie du réservoir et déterminé leur teneur en inertes et en soufre. Alors que, pour le charbon brut, les variations absolues de la teneur en cendres sont de l'ordre de $\pm 1\%$, pour la suspension, la variation n'est plus que de $\pm 0,1\%$. Les variations de la teneur en soufre de la suspension ne peuvent plus être représentées dans le diagramme, car elles sont inférieures à $0,05\%$. C'est là un facteur favorable pour la marche du foyer et son automatization. En outre, on a pu constater que le contenu du réservoir pourrait rester au repos jusqu'à 72 heures, les agitateurs étant à l'arrêt, sans qu'il se produise d'importante ségrégation; celle-ci disparaît d'ailleurs aussitôt après remise en marche du mécanisme de brassage.

3. Pompes pour le transport de la suspension charbon/eau.

Pour le transport de la suspension, on peut utiliser des pompes à vis, des pompes centrifuges et des pompes à pistons. Leurs possibilités d'emploi sont fonction de la fluidité de suspension, ainsi que des quantités à écouler et des distances à parcourir.

Les pompes à vis devraient être utilisées comme pompes de refoulement là où les pressions de refoulement à produire sont faibles, où la fluidité du produit à transporter n'est pas uniforme et où la quantité à écouler doit être réglée. Dans l'installation expérimentale, elles sont utilisées à la sortie du broyeur humide, dans les réservoirs comme pompes de circulation et dans les brûleurs comme pompes de dosage. Suivant les conditions d'exploitation, on a déterminé des temps de marche de 1.000 à 2.000 heures. L'entretien et le remplacement des pièces usées ne demandent que peu de temps, le rotor et le stator de la pompe formant un tout interchangeable.

Des pompes centrifuges à un ou plusieurs étages, comme on en trouve depuis des années dans les ateliers de préparation des mines, sont utilisées pour des hauteurs de refoulement jusqu'à 250 m. Cependant, pour assurer l'étanchéité aux ondes agissant sur le carter des pompes, il n'est pas possible d'avoir recours au procédé traditionnel des bourrages annulaires en étoupe, étant donné qu'ils imposent d'importantes quantités d'eau de bourrage. Pour maintenir le rapport matière solide/eau, on a donc mis au point des joints à anneaux glissants qui ne laissent pénétrer dans la pompe que de faibles quantités d'eau. Les travaux de mise au point ne sont

pas encore terminés. Si, au cours de ces travaux, on se heurte à des problèmes difficiles à résoudre, on renoncera à ce type de pompe pour le transport de la suspension, en particulier pour les exploitations en circuit fermé.

Pour de plus grandes distances, il faut nécessairement renoncer aux pompes centrifuges en raison de leur faible pression de refoulement. On dispose alors de pompes à pistons conçues pour des pressions jusqu'à 200 atm. En choisissant judicieusement le plan de circulation et les sections, ces types de pompes sont d'un fonctionnement sûr. Il conviendrait d'éviter un contact direct entre produit à transporter et pistons et cylindres, sinon il risque d'y avoir rapidement usure. Dans la pompe à piston à membrane, ces conditions sont remplies du fait que cylindre et piston sont séparés du produit transporté par un coussin d'eau et une membrane flexible. On envisage de monter une telle pompe dans l'installation expérimentale d'ici à la fin de l'année.

4. Transport de la suspension charbon/eau dans des conduites.

La canalisation expérimentale a montré qu'aucune mesure particulière n'est nécessaire pour le transport de la suspension par rapport au transport de liquides proprement dits, en ce qui concerne le mode de pose. Les conduites peuvent être réalisées avec les tuyaux coudés et embranchements ordinaires. Toutefois, pour que les conduites puissent fonctionner convenablement, il faut bien choisir la vitesse d'écoulement. Si une conduite fonctionne un certain temps en régime laminaire, il se produit peu à peu des dépôts qui, dans certaines conditions, peuvent provoquer des engorgements. Un régime inférieur à la vitesse minimale est néanmoins admissible si l'on peut ensuite augmenter passagèrement la vitesse d'écoulement, ce qui correspond à peu près à un effet de purge.

Cela vaut en particulier pour les conduites allant des réservoirs de travail à la centrale qui, comme pour le mazout, sont des conduites circulaires et, par suite de la différence d'absorption des diverses chaudières en fonction de la charge, doivent nécessairement fonctionner à des vitesses variables.

Pour une conduite d'acheminement de la suspension sur de grandes distances, par exemple d'une mine à une centrale, au début et à l'extrémité de laquelle se trouvent des réservoirs, on peut négliger les augmentations passagères de vitesse, car il est toujours possible dans ce cas d'alimenter la conduite avec la quantité optimale. Si l'on interrompt l'écoulement pendant moins de 72 heures, l'expérience montre qu'il ne se produit pas d'engorgement si la suspension est stable. Les traces d'usure intéressant les coudes étroits et les raccords d'embranchement en particulier peuvent être notablement réduites à l'aide de pots-tampons.

TABLEAU I.

Mesures de l'usure des conduites de transport de la suspension.

Diamètre nominal (mm)	100	150	200
Vitesse d'écoulement (m/s)	4,0	1,4	0,8
Durée d'utilisation (h)	2400	2600	1750
Usure (mm)	0,3	0,4	0,25

Le tableau I montre la réduction de l'épaisseur des parois contrôlées au cours des deux années de fonctionnement, à l'aide de mesures aux ultra-sons. La vitesse moyenne d'écoulement dans la conduite NW 100 était de 4 m/s. Dans les conduites NW 200 et NW 150, la vitesse d'écoulement était comprise entre 0,8 et 1,4 m/s.

La vitesse d'écoulement, c'est-à-dire le débit dans les conduites, peut être déterminée à l'aide de rhéomètres magnétiques.

Le diagramme (fig. 6) montre sur une courbe étalonnée l'écart absolu, en pourcentage de l'indication, par rapport à la valeur théorique ; cet écart est inférieur à $\pm 1\%$. Cela permet notamment de faire parvenir à chaque brûleur une quantité exactement mesurable de combustible, condition favorable pour une automatisation du foyer.

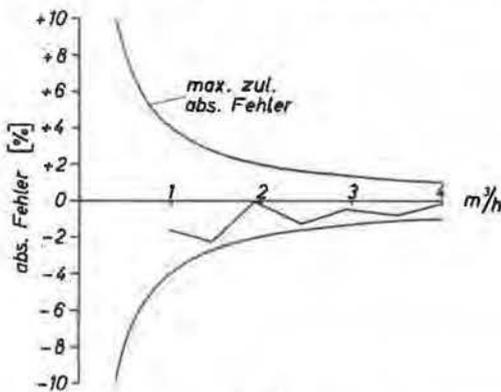


Fig. 6.

Courbe d'étalonnage du débitmètre magnétique. Abs. Fehler (%) - erreur % - max. zul. abs. Fehler : erreur maximum possible.

Pour montrer l'effet sur le foyer d'une alimentation régulière en combustible, on a mesuré sur une chaudière au charbon pulvérisé et sur une chaudière de même type transformée pour alimentation par une suspension, la teneur en CO₂ ainsi que la température des fumées. Les résultats des mesures enregistrés sur bande sont reproduits à la figure 7. On voit nettement que l'alimentation par une suspension stabilise le processus de combustion.

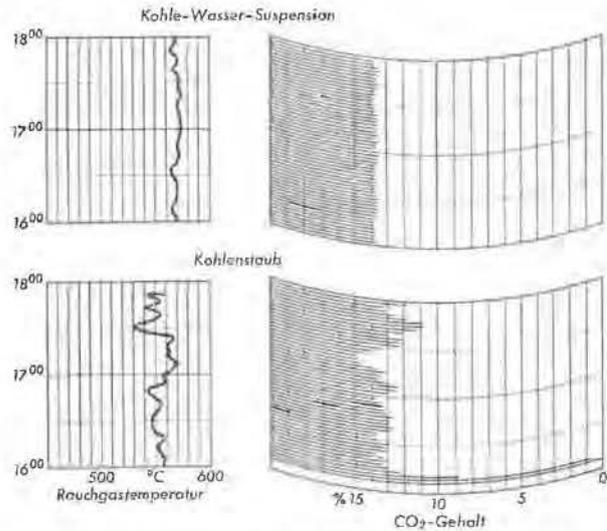


Fig. 7.

Température des fumées et teneur en CO₂ dans la chaudière à suspension et dans la chaudière à charbon pulvérisé.

Kohle-Wasser-Suspension : suspension charbon/eau - Kohlenstaub : charbon pulvérisé - Rauchgastemperatur : température des fumées - CO₂-Gehalt : teneur en CO₂.

5. Combustion directe d'une suspension charbon/eau dans des générateurs de vapeur.

Il s'agit ici (fig. 8) d'un pulvérisateur rotatif du type de ceux utilisés depuis des années pour les foyers à mazout. La suspension est refoulée avec une pression de 2 à 5 atm dans le moyeu du godet où elle est accélérée et répartie uniformément par des trous dans le godet pulvérisateur. Un moteur électrique entraîne l'arbre et le godet. Un éjecteur à air, alimenté par une soufflerie à air primaire, entoure le godet du pulvérisateur. L'air primaire a pour effet de transformer en un cône de pulvérisation la suspension pulvérisée à un angle de 180°.

Grâce à des modifications peu importantes dans leur principe mais décisives pour l'utilisation que l'on veut faire de l'appareil, on a pu mettre à profit les caractéristiques avantageuses du pulvérisateur rotatif tournant à 6.000 tours/min pour les suspensions. A cette vitesse, le mélange charbon et eau se sépare par suite des forces centrifuges et s'écoule en deux couches concentriques vers la lèvre du godet. Pendant la marche, il y a à l'intérieur du pulvérisateur une dépression de 80 mm d'eau, par laquelle des gaz chauds provenant du foyer sont aspirés ; ces gaz amorcent l'évaporation de l'eau distribuée principalement dans la couche intérieure et accélèrent le préchauffage de la matière solide préégoûtée. Ainsi s'explique que, pendant la marche, le brûleur fonctionne de manière satisfaisante et stable et que la longueur de la flamme soit plus courte que dans les brûleurs à charbon pulvérisé. Le

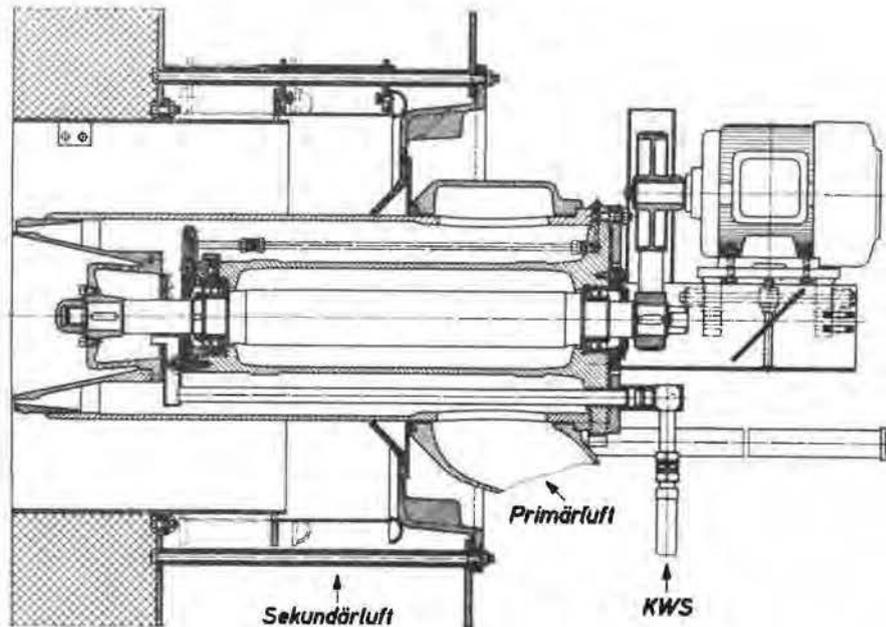


Fig. 8.

Pulvérisateur rotatif pour suspension charbon/eau.

Sekundärluft: air secondaire - Primärluft: air primaire - KWS - suspension.

risque initial de voir le pulvérisateur rotatif prendre du balourd en cas de dépôt de matières solides ou d'usure irrégulière du godet, a pu être éliminé par l'adoption d'un roulement à assise élastique du côté du godet. Suivant le choix des constantes d'élasticité, on peut désormais neutraliser des forces de plus de 100 kg. Alors que, dans les pulvérisateurs à mazout, il n'y a pratiquement pas d'usure, le glissement des matières solides érode nécessairement la paroi intérieure du carter.

Une conception spéciale des conduites d'amenée du combustible et l'utilisation de matériaux résistant à l'usure permettent toutefois d'atteindre une durée de marche de 2.000 heures environ. Dans ce domaine, on tend à employer en particulier des godets coulés, d'autant plus que la disposition élastique déjà mentionnée de l'arbre, expérimentée dans l'intervalle, n'exige plus d'équilibrage dispendieux. Contrairement aux brûleurs à mazout, dans les brûleurs à suspension, la finesse de la pulvérisation est déterminée par la granulométrie du charbon. On peut donc espérer que, lorsque d'autres travaux de mise au point auront été réalisés, le brûleur à suspension pourra fonctionner sans air auxiliaire de pulvérisation. Si l'on réussit, en outre, à éliminer entièrement ou en partie la quantité d'eau qui, dans le godet, se sépare de la matière solide, il en résultera une nette amélioration.

Les brûleurs à suspension en cours d'expérimentation ont actuellement un débit maximum de 2,5 m³/h environ, la section pour l'air de combustion étant mesurée de façon qu'une quantité double de

charbon puisse être brûlée. On espère que les travaux ultérieurs de mise au point du brûleur permettront, grâce à l'utilisation de godets de plus grand diamètre et de tuyaux d'arrivée plus perfectionnés, d'obtenir un rendement maximal à 3,5 m³/h au moins. On envisage en outre des mesures qui, tout en maintenant les dimensions extérieures du brûleur, porteront le débit à 6 m³/h environ.

Le foyer traditionnel de la chaudière modifiée, avec décentrage à sec, se composait de 5 broyeurs ventilés alimentant, chacun, 4 tubes à poussière placés sur deux étages, sur le devant de la chaudière. Le dispositif d'alimentation commune en air, y compris les 12 brûleurs de charbon pulvérisé, a été démonté et remplacé par 8 brûleurs pour suspension qui, en raison des dimensions de la chaudière, ont été à leur tour équipés d'une réserve d'air commune.

La photo (fig. 9) montre, vu du foyer, le devant du brûleur de la chaudière convertie pour alimentation en suspension liquide. Au plan supérieur et au plan inférieur, on trouve respectivement sur de mêmes axes verticaux trois brûleurs et, dans le plan médian, deux brûleurs dans les intervalles. On ne peut pas encore dire dans quelle mesure les écarts entre les brûleurs et l'écart entre les brûleurs et les parois latérales du tube ont été par hasard, faute de connaissances plus précises, judicieusement choisis. Il se peut que ce soit là une des causes principales de la combustion encore incomplète du combustible. Des essais complémentaires avec un seul brûleur doivent permettre d'élucider ce point.



Fig. 9.

Disposition des brûleurs à suspension charbon/eau.
Vue de la chambre de combustion.

Aujourd'hui, pour la mise au point d'une même chaudière, on choisirait certainement 4 à 5 brûleurs seulement au lieu de 8 ; il serait toutefois prématuré et aussi relativement trop coûteux de modifier dans ce sens la chaudière actuelle. La transformation du foyer d'une ancienne chaudière en vue d'une alimentation par une suspension a toutefois montré qu'il est en principe possible de transformer les foyers traditionnels au charbon pulvérisé en vue de leur alimentation avec une suspension. Si les travaux de mise au point se déroulent conformément au programme et si les fonds nécessaires sont accordés, une ancienne chaudière à fusion pourra, en mai-juin de l'année prochaine, être transformée en chaudière à suspension grâce à la collaboration de la Steag. Pour des raisons de place uniquement, on envisage le montage de 4 brûleurs à suspension seulement. Dans ce cas également, on espère réussir cette transformation.

En dehors de cet usage, le brûleur à suspension peut fonctionner pour l'allumage ou, en cas de faible charge, avec de l'huile de goudron de houille ou avec du fuel-oil.

Tout foyer traditionnel au charbon pulvérisé exige pour la mise en marche un foyer d'allumage qui, en règle générale, est alimenté au gaz ou au fuel-oil. Celui-ci est en général conçu de manière à pouvoir également servir de foyer d'appoint lorsque la chaudière marche à faible régime. Après avoir mis au point le pulvérisateur rotatif pour suspension, on a essayé de déterminer dans quelle mesure on pouvait également l'utiliser comme brûleur à mazout. Des essais de combustion avec du fuel léger et du fuel lourd ont donné des résultats extrêmement satisfaisants. Pour la chaudière à convertir en chaudière à suspension, cela signifie la suppression de brûleurs supplémentaires pour l'allumage. Lors de la mise en marche du foyer à suspension, on allume tout d'abord à l'aide de mèches les deux brûleurs situés au centre avec de l'huile de goudron de houille,

puis l'on met successivement en marche les brûleurs à suspension situés tout autour et, pour terminer, on branche également des brûleurs d'allumage sur la suspension. Il en résulte qu'un foyer équipé de brûleurs à suspension fonctionne en même temps comme un foyer bivalent.

En outre, le brûleur à suspension peut être incorporé comme brûleur supplémentaire dans les installations de chaudières existantes en vue de l'utilisation des schlamms combustibles sans séchage préalable.

Compte tenu de la situation actuelle des ventes, de nombreuses sociétés minières s'intéressent sans aucun doute à la combustion directe des schlamms sans séchage thermique coûteux, en l'absence de meilleure possibilité d'utilisation. Dans de nombreux cas, compte tenu des variations de régime du côté des producteurs et du côté des consommateurs, seuls les brûleurs supplémentaires à suspension susciteront de l'intérêt.

Le brûleur à suspension mis au point se prête également à de tels emplois, étant donné que, tout comme un brûleur à mazout, il peut être installé dans les chambres primaires et dans les chambres secondaires (fig. 10). La figure montre deux projets de montage de brûleur à suspension pour une chaudière à cyclone. A droite, sur la figure, on voit le cyclone et, au centre, deux brûleurs à suspension montés dans les chambres secondaires.

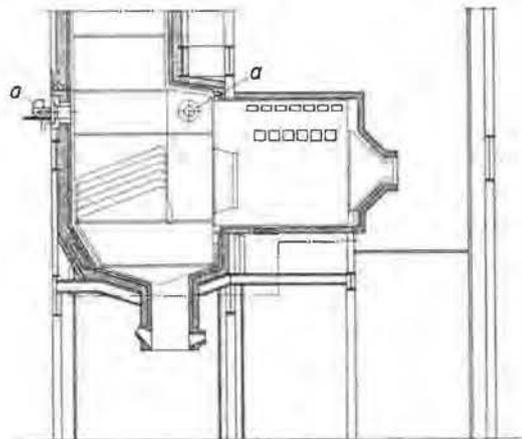


Fig. 10.

Brûleur supplémentaire à suspension charbon/eau pour chaudière. Cyclone à fusion de cendres.
a : brûleur à suspension.

Sur la base des premières mesures, en fonctionnement à l'échelle industrielle, on peut dire qu'il n'est pas nécessaire de modifier les surfaces de chauffe des chaudières alimentées par une suspension, si l'on admet une faible augmentation de la température des gaz résiduels. Lors de la mise en marche de la chaudière, on a pu constater que la température de surchauffe de la vapeur correspondait aux

caractéristiques de la chaudière. Derrière le pré-surchauffeur, la température de la vapeur n'était que de 10° supérieure, ce qui ne pose pas de problème. Cette observation confirme que, lors de la combustion d'une suspension, le rayonnement de H₂O augmente et que la chaleur cédée par les fumées est presque retombée à la valeur normale avant leur entrée en contact avec les surfaces de chauffe. Il est possible, qu'après éloignement des grandes surfaces de chauffe de 4 x 4 m utilisées provisoirement le long des deux parois latérales du foyer pour stabiliser la combustion, l'ancien niveau de température soit rétabli.

Ainsi, pour l'instant, rien ne permet de dire que, dans les chaudières alimentées en suspension, les dimensions du foyer doivent être plus importantes

que dans les foyers traditionnels au charbon pulvérisé. Comme prévu, à cause du volume plus important de gaz qui se dégage lors de la combustion d'une suspension, après la transformation de la chaudière, la température des gaz résiduels a augmenté de 15-20°. Dès qu'il sera possible de faire passer la totalité de l'air de combustion par le réchauffeur d'air, l'installation s'en trouvera améliorée. En outre, le tirage par aspiration s'est trouvé trop faible pour le nouveau volume de gaz de combustion, si bien que la charge de la chaudière a dû être limitée pour l'instant à 80 t/h. Les résidus de combustion, au début plus importants que dans les anciennes chaudières, sont, après quelques petites modifications dans l'arrivée d'air, de l'ordre de 10 à 20% de particules combustibles dans les cendres, malgré une mise en marche et un arrêt quotidiens.

DISCUSSION

M. Berding.

Messieurs, le Dr Schwarz vous a donné connaissance des résultats d'un projet de recherche couronné de succès. Il s'agit de la combustion directe d'une suspension de charbon et d'eau et avec cela, d'un procédé qui peut avoir une grande importance pour l'utilisation rationnelle du charbon. Sans aucun doute, les procédés d'abattage hydraulique profiteront également de cette nouvelle technique de combustion.

Je voudrais remercier cordialement M. Schwarz de son exposé et ouvrir la discussion.

M. Debets.

Je voudrais demander au Dr Schwarz si les essais ont déjà conduit à une connaissance globale des limites qui peuvent être fixées à la combustion directe des suspensions charbon-eau, au point de vue des teneurs en cendres et en matières volatiles.

O. Schwarz.

Les limites ne sont pas encore déterminées avec précision. A partir des résultats obtenus jusqu'à présent, je puis cependant fournir les renseignements suivants : nous avons utilisé des charbons avec des teneurs en cendres jusque 27-28 %, sans rencontrer de difficultés de combustion. Plus faible est la teneur en cendres et plus élevé est le pouvoir calorifique de la suspension, et mieux elle se comporte à la combustion ; il reste à expérimenter si l'on peut dépasser sensiblement la limite de 27 %. Si l'on maintient un brûleur de soutien, je pense qu'il doit être possible d'opérer avec 30% de cendres, ou un peu plus de 30 %. Nous ne le savons pas encore.

Concernant les matières volatiles, je puis dire que nous avons expérimenté des charbons entre 27-28 % comme limite supérieure, et 15 % comme limite inférieure ; nous n'avons constaté aucune différence notable en ce qui concerne la stabilité de la combustion.

Ces essais seront poursuivis. Ces messieurs des Charbonnages de France ont aimablement proposé de mettre tout d'abord à notre disposition de petites quantités de charbons à plus faible indice de matières volatiles et à diverses teneurs en cendres, pour faire des essais avec des charbons à 12 %, 10 % et 8 % de matières volatiles. A partir des résultats expérimentaux obtenus jusqu'à présent, on peut penser qu'avec le pulvérisateur rotatif, qui fournit des conditions de combustion toutes différentes de celles d'un brûleur radial, comme nous en avons pour le chauffage normal au pulvérisé, il pourrait être possible que de très bons résultats de combustion puissent être obtenus sur des charbons maigres.

Nous espérons que de nouveaux essais pourront être réalisés en mai/juin 1967. Si nous obtenons de bons résultats, nous les mettrons volontiers à votre disposition.

M. Grand'Ry.

Je voudrais demander à M. Schwarz si l'on a cherché à appliquer des produits tensioactifs pour stabiliser la suspension. Si oui, cela peut-il affecter le rapport charbon/eau ?

O. Schwarz.

En ce qui concerne la stabilité, nous sommes d'avis qu'aucune addition n'est nécessaire. Nous

connaissions les essais qui ont été réalisés avec ce que l'on a appelé les « charbons fluides », mélanges d'huile et de charbon ; mais avec les granulométries telles que nous les obtenons à l'aval du broyeur à boulets, on dispose d'un spectre granulométrique si serré que la suspension de charbon dans l'eau est suffisamment stable sans qu'on y ajoute des additifs. Au cours de nos essais, nous avons pu laisser la suspension sans mouvement jusque pendant 72 heures dans le réservoir et dans les conduites, sans que l'on puisse observer des signes appréciables de décantation. Une pression sur le bouton poussoir de la pompe suffisait pour remettre la circulation en marche. Un autre problème est celui des pertes de charge, qui se produisent forcément lors du transport d'une suspension dans les conduites. Avec notre rapport de mélange, 60 % en poids de solide et 40 % d'eau, et avec la granulométrie que nous utilisons, les pertes de charge sont assez élevées et,

pour les réduire, c'est-à-dire pour diminuer la viscosité de la suspension, nous avons fait des essais avec des additions de lessive sulfiteuse ; ceci nous a donné de très bons résultats. Comme je l'ai dit précédemment, nous nous proposons d'effectuer des essais combinés de pulvérisation et de réduction de la teneur en eau de la suspension, alors que je vous ai déjà dit, au sujet des conduites de transport, si nous pouvons utiliser 5 ou 10 % d'eau en plus pour le broyage humide et pour le transport, les essais, avec lessive sulfiteuse ou autres additifs, pourront être différés, car nous pensons alors obtenir des conditions optimales en ce qui concerne l'économie du transport et du broyage humide.

Pour répondre à nouveau à votre question en une seule phrase : en ce qui concerne la stabilité de la suspension, nous n'avons jusqu'à présent aucune nécessité de travailler avec des additifs.

Etude, construction et exploitation de deux dépôts pour l'homogénéisation du charbon brut à laver *

Dipl. Ing. K. EICHHOLTZ,
Ewald-Kohle AG, Recklinghausen.

Il est opportun d'homogénéiser le charbon brut à laver avant la préparation pour les raisons suivantes :

- 1°) pour laver et expédier à l'avantage de l'acheteur à n'importe quel moment de la journée une qualité de charbon correspondant à la production journalière moyenne ;
- 2°) pour alimenter l'installation de préparation en quantités et qualités identiques de charbon brut, afin d'utiliser au mieux l'atelier de préparation ;
- 3°) pour rendre indépendantes l'extraction et la préparation en intercalant entre les deux services un espace tampon, de sorte qu'ils puissent fonctionner sans entrave.

Au cours de ces dernières années, on a de plus en plus eu recours à l'homogénéisation du charbon brut avant la préparation parce que les morceaux sont devenus plus hétérogènes. Les raisons principales de ce phénomène sont :

- la mécanisation croissante de l'abattage ;
- l'enlèvement, en même temps que le charbon brut, des stériles du chantier ou des roches détachées du toit ou du mur ;
- l'augmentation du rendement par chantier d'abattage ;
- l'accroissement de la capacité d'extraction dans les puits pour éliminer les perturbations dans le rythme de production des services du fond.

L'homogénéisation du charbon brut à laver avant la préparation est décrite dans un rapport de Lemke paru dans « Technisches Sammelwerk », tome 5. Ce rapport contient un aperçu sur les installations de stockage qui ont été construites pour réaliser cette homogénéisation. Etant donné que ces installa-

tions, dont le but est d'éliminer les perturbations dans la préparation, sont toujours plus vides qu'on ne l'avait envisagé, leur effet d'homogénéisation est souvent imparfait.

Le Dr Karl Georg Müller, de la « Ewald-Kohle AG », a pensé depuis longtemps à stocker du charbon brut avant le lavage dans des entrepôts à ciel ouvert en vue de l'homogénéiser. Le gros avantage de ces entrepôts est que, pour une contenance de plus de 10.000 t de charbon à homogénéiser par jour, les coûts d'investissement ne peuvent plus subir que de légères modifications, si bien que l'on peut aménager de grands espaces tampons permettant d'atteindre un effet maximal d'homogénéisation et un fonctionnement complètement indépendant de l'extraction et de la préparation.

Contrairement aux installations d'homogénéisation pour les fines de minerai, telles qu'elles existaient ailleurs dans le monde et telles qu'elles étaient équipées par Fa. Hewitt-Robins au moment de la conception des installations d'homogénéisation du charbon brut à laver, celles qui ont été construites par la Fa. Weserhütte/Bad Oeynhausien pour la « Ewald-Kohle AG » à la mine Ewald, à Herten, et Haus Aden, à Oberaden, ont les fonctions et les dimensions suivantes.

Le charbon brut est amené, du puits à la préparation (fig. 1), par une bande d'évacuation jusqu'à un déverseur à flèche d'où il est stocké dans un parc. Le déverseur à flèche fait un mouvement continu de va-et-vient. Une bande de pesage incorporée dans son bras mobile inclinable règle la vitesse de marche du déverseur suivant l'intensité du flux de charbon brut. Le parcours en longueur dure environ 6 min pour une charge totale d'environ 1.200 t/h. Pour remplir un entrepôt d'environ 20.000 t de capacité, 168 voyages sont nécessaires. Grâce à ce stockage en lignes du charbon brut, on a en chaque point, lorsque le parc est plein, du charbon

* Cet article a paru dans Glückauf n° 5/1967 sous le titre « Planung, Bau und Betrieb von zwei Lagern zum Vergleichmässigen der Rohwaschkohle vor Aufbereitung ».

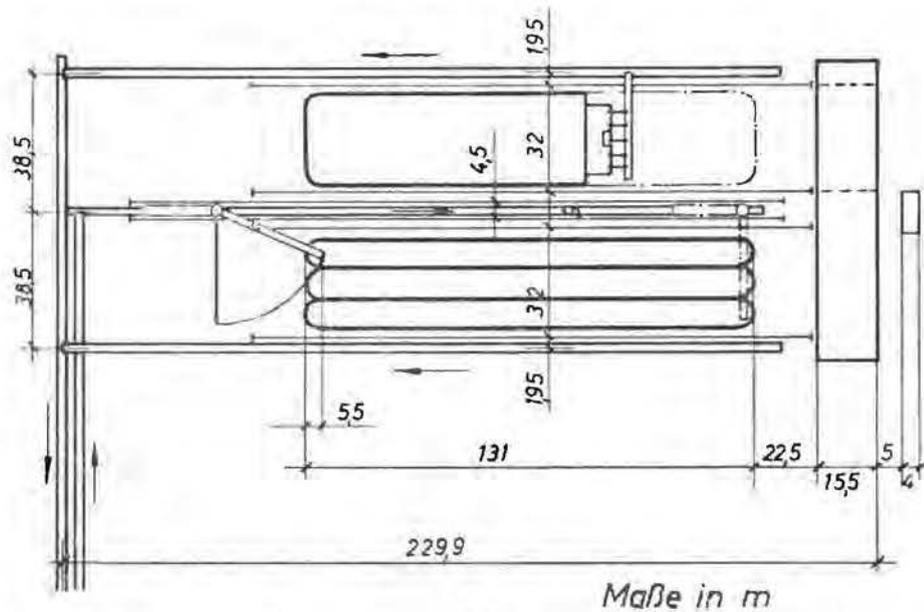


Fig. 1.

Installation de stockage et d'homogénéisation du charbon brut (dimensions définitives pour 2 lits de mélange).

brut qui a été déversé en 168 moments différents. Le stockage s'effectue de telle sorte que le bras du déverseur a des points de déversement qui se règlent automatiquement pour les différentes lignes d'après un programme déterminé. Le charbon déversé un jour est enlevé le jour suivant par un appareil de reprise de telle façon que toute la largeur de l'entrepôt est dégagée par tranches et que, par conséquent, le charbon entreposé la veille est expédié à la préparation sous forme homogénéisée. L'écartement des rails de l'appareil de reprise mesure 32 m, la largeur du pied du stock de charbon environ 29 m, la longueur du stock 131 m, la hauteur environ 12 m pour un angle de talus de 40°. Le stockage en lignes d'un entrepôt est représenté en coupe à la figure 2 ; on y a porté des chiffres de 1 à 12. La ligne n° 1 est remplie dans le premier temps du programme par 14 voyages, la ligne n° 2 par 14 autres voyages,

la ligne n° 3 par autant de voyages, etc. Toutes les parties ont environ le même volume, si bien que l'on peut entreposer $12 \times 1.600 =$ environ 20.000 tonnes.

Au bas de cette figure, on a porté de petits rectangles verticaux en traits pleins ou en traits interrompus. C'est la représentation symbolique des 5 roues à godets de l'engin de reprise qui enlève toute la tranche de l'entrepôt. A gauche, en traits pleins, la position gauche de chaque roue à godets ; à droite, en traits interrompus, la position droite de chaque roue à godets. La voie de déplacement d'une roue mesure 4,45 m. Le voyage transversal est effectué chaque fois en 36 secondes. On peut voir que la roue à godets attaque directement le charbon brut, de sorte que les 12 lignes sont attaquées en même temps. L'alimentation du produit provenant de zones plus élevées se fait à l'aide d'un râtelier tel que le montre la figure 5. L'engin de reprise, qui a la

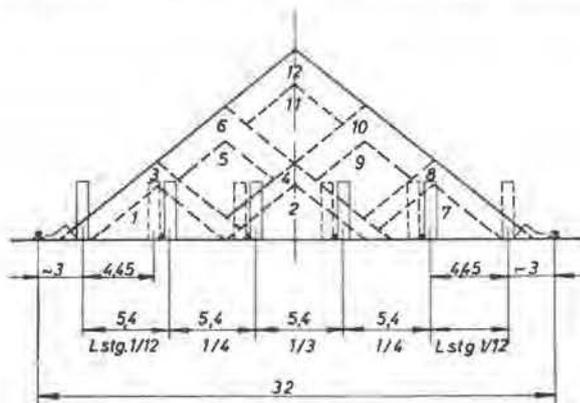


Fig. 2.

Appareil de reprise à 5 roues à godets.
Programme d'attaque suivant la coupe transversale du dépôt

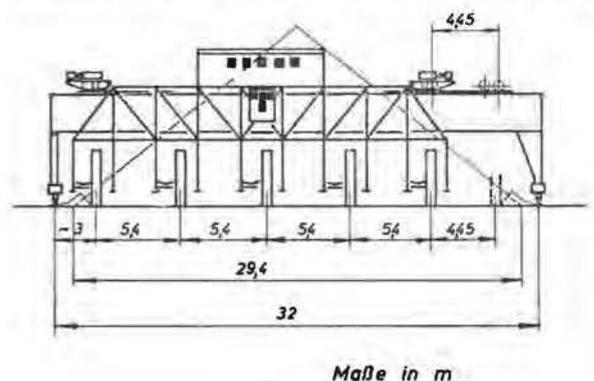


Fig. 3.

Appareil de reprise. Capacité réglable de 600 à 1.200 t/h.
Vue de face.

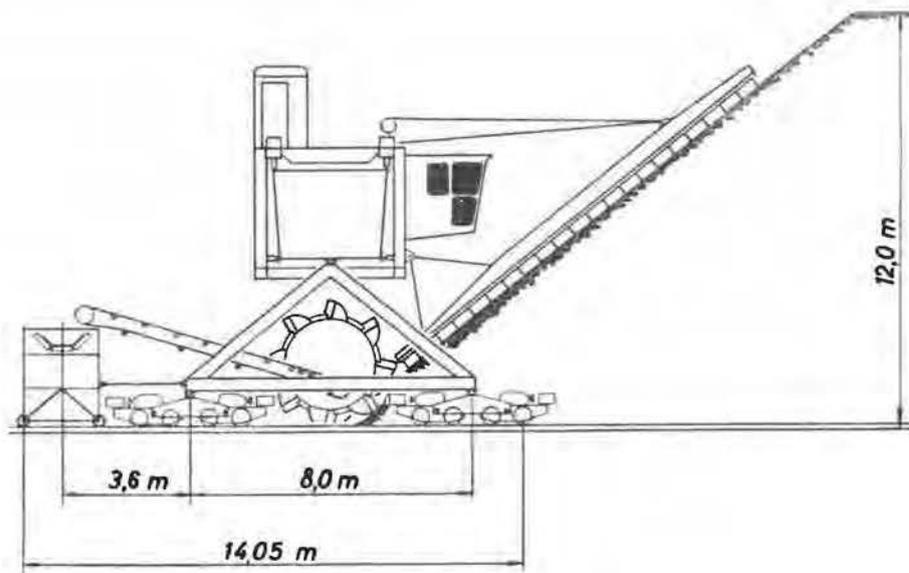


Fig. 4.

Appareil de reprise. Capacité réglable de 600 à 1.200 t/h. Vue latérale.

forme d'un grand pont, a 52 m d'envergure. Sur ce pont, circule un chariot auquel sont suspendues les 5 roues à godets. La figure 4 représente la coupe de l'engin ; on y distingue clairement le râteau incliné en avant. Ce râteau avance avec les roues à godets, mais ne fait aucun autre mouvement particulier. Les roues à godets ont un diamètre de 3,8 m ; elles permettent de ramasser le charbon brut avec une douceur extraordinaire. Sur l'engin de reprise se trouve accrochée une passerelle à bande transporteuse qui amène le produit aux bandes de reprise. Le poids total de l'engin de reprise est d'environ 220 t. Le système de déplacement transversal a une puissance installée de 16 kW ; ce sont des moteurs à courant continu à vitesse réglée afin de garantir un rendement quantitatif homogène pour les différentes positions des roues à godets sur les tas. L'avancement de l'engin est d'environ 60 mm par passe ; un réglage exact permet une récupération homogène du produit.

La figure 5 représente le déverseur servant à stocker le charbon brut dans l'entrepôt. Ce déverseur a un poids d'environ 100 t. Il a un bras mobile de 29 m de longueur qui se place automatiquement aux différents points de déchargement. Le charbon vient de droite, il est amené vers le haut à la trémie de déchargement par le chariot à boucle du con-

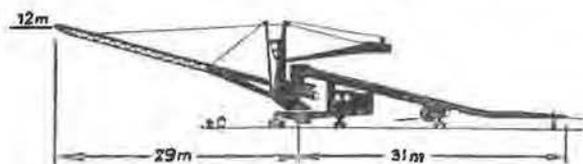


Fig. 5.

Déverseur à bande transporteuse.

voyeur — qui est suspendu au bâti — et est ainsi déchargé sur la bande de déversement.

Sur le contrepoids du déverseur, on a installé un treuil à câble qui peut modifier la position en hauteur du bras mobile ; l'engin comporte en outre une cabine de conduite. Le déverseur fonctionne en principe automatiquement ; il peut aussi être commandé à partir du poste de conduite. Le courant électrique arrive au déverseur ainsi qu'à l'engin de reprise par des tambours à câble.

Pour finir, revoyons le schéma d'ensemble de l'installation (fig. 1). Tout à fait à droite se trouve le poste de guidage. Il contient les installations de haute et de basse tension, le transformateur ainsi que le poste d'observation. C'est de là que le courant électrique est amené à l'installation. Juste devant ce poste de guidage se trouve le pont roulant ; c'est une sorte de socle en béton armé avec des rails posés transversalement ; c'est sur ces rails que l'engin de reprise est déplacé d'un entrepôt à l'autre.

Il faut deux hommes par poste pour servir l'installation. Il s'est avéré que le deuxième homme n'est nécessaire que de temps en temps pour les tournées de contrôle.

Sur les transporteurs menant à l'entrepôt et sur ceux partant de l'entrepôt, on a installé des dispositifs de blocage électrique, de sorte qu'en cas de débordements ou d'autres perturbations, aucune conséquence fâcheuse ne peut se produire. Par ailleurs, des systèmes de sécurité et de surveillance pour la bonne marche du système et pour la vitesse de la bande ont été installés et contribuent aussi à la sécurité en général.

D'après les expériences acquises jusqu'ici pour une installation dont les coûts globaux se situent entre 6 et 6,5 millions de DM — y compris la prépa-

ration du terrain, le pont roulant, les calculs statiques, les frais de contrôle, l'éclairage, les machines et les transporteurs à bandes — et pour un service du capital qui s'élève à 15 %, soit environ un million de DM par an, compte tenu des économies de temps de lavage, grâce à l'amélioration de la préparation et tout en tenant compte du surcroît de frais d'exploitation de l'ordre de 15.000 DM par mois pour l'installation d'homogénéisation, il faut escompter qu'une telle installation est amortie en trois à quatre ans. On ne considère pas ici les avantages dont bénéficie l'exploitation au fond du fait que l'extraction dans le puits se fait désormais sans à-coups, non plus que les avantages inappréciables à la vente du fait de l'homogénéisation des produits. En outre, il ne faut pas oublier que, sans l'installation d'homogénéisation, l'agrandissement du service de préparation qui serait alors nécessaire pour absorber les pointes de production, entraînerait un service du capital au moins aussi élevé.

S'il s'avère nécessaire à l'avenir de concentrer la production dans de grands sièges — on entend par là des installations ayant une production de 12.000 à 15.000 tonnes nettes correspondant à environ 20.000 à 25.000 tonnes de tout-venant — dont les charbons devront très vraisemblablement être extraits de différents horizons géologiques — les entrepôts de mélange présenteront alors une excellente possibilité de réception des charbons bruts provenant de couches différentes dans un grand nombre de lits de mélange. Le mélange des différentes catégories de charbon, ainsi que la qualité des produits destinés à la vente, pourraient être adaptés dans de larges limites aux désirs des clients.

DISCUSSION

C. Berding.

Dans votre exposé sur l'homogénéisation du charbon de la Ruhr, vous avez attiré notre attention sur les nouvelles possibilités de rationalisation dans les travaux de surface. Ces procédés pourront être d'une grande valeur économique dans l'avenir, en cas de regroupement des sièges d'exploitation ou de création d'installations centrales de préparation et nous vous sommes très reconnaissants de nous avoir exposé ces intéressants développements. A présent, j'invite les auditeurs à la discussion.

E. Grand'Ry.

Je voudrais demander quelle est la limite granulométrique supérieure des charbons qui sont mis en stock avant homogénéisation, ou encore le diamètre de grain maximum qui se prête à ce genre de manipulation. Et, accessoirement, s'il s'agit de la totalité du brut qui sort de la mine ?

K. Eichholtz.

La limite granulométrique supérieure est de l'ordre de 150 mm. Tous les refus au-dessus de 150 mm, y compris tous les stériles, sont concassés et mélangés au produit tamisé. Nous avons aussi, par moments, criblé à 250 mm. Cela n'a eu aucun effet défavorable sur l'exploitation de l'installation.

Cokéfaction de diverses qualités de charbon à la cokerie expérimentale *

Dr Ing. W. WESKAMP,

Steinkohlenbergbauverein, Essen.

À la cokerie expérimentale on a procédé, au cours des dernières années, avec l'aide financière de la Haute Autorité de la C.E.C.A., à une étude approfondie de tous les facteurs qui ont une incidence sur la consommation thermique lors de la cokéfaction de la houille. Au terme de cette série d'essais devant révéler l'incidence des diverses qualités de charbon sur la cokéfaction, il est désormais possible de répondre à toutes les questions relatives à la consommation thermique lors de la cokéfaction. En outre, on a profité de cette série d'essais pour employer et contrôler la méthode mise au point l'année dernière par Beck et Simonis pour le calcul prévisionnel de la résistance mécanique du coke avec ses coefficients K , M_s et G .

Après une analyse pétrographique minutieuse, on a sélectionné 8 charbons de la Ruhr présentant des teneurs croissantes en matières volatiles (de 20 à 35 %), dont les réflectogrammes sont reproduits à la figure 1.

Les essais, d'une durée de 16 jours pour chaque charbon, ont porté sur la cokéfaction de 100 t de charbon par jour, soit un total de 1.600 t de charbon.

La condition préalable aux essais était le maintien de conditions de cokéfaction constantes. En premier lieu, la température du carneau a été maintenue au même niveau pour tous les charbons, soit en moyenne à 1.255° C environ. Le choix des autres conditions de cokéfaction, dont les principales sont reproduites à la figure 2, a dû être effectué de telle manière que les mesures de la chaleur soient exclusivement fonction des divers degrés de houillification

et qu'aucune variation éventuelle de la densité en vrac, et par conséquent des temps de cuisson, ne puisse fausser les résultats des essais. Aussi a-t-il été nécessaire de rechercher pour tous les charbons une composition granulométrique uniforme afin d'éviter, pour une teneur en eau constante d'environ 10 %, des variations importantes de la densité en vrac et, par suite, des divergences considérables du poids de remplissage. C'est pourquoi tous les charbons à coke ont été livrés à l'état non broyé et ont été réduits dans un broyeur à chocs de la cokerie expérimentale à une granulométrie inférieure pour 80 % à 2 mm et pour 40 % à 0,5 mm. L'allure des courbes relatives à ces deux calibres indique que la granulométrie désirée a été obtenue pour tous les charbons. De même, la courbe de l'écart cumulé M_s qui, selon Simonis, indique l'écart entre une granulométrie donnée et la courbe de répartition théorique, montre que celle-ci ne varie que dans un intervalle de 10 à 20 % et donc que la composition granulométrique des charbons à coke peut être considérée comme identique. Les variations minimales intervenant encore dans la densité en vrac ont pu être compensées, pour une température du carneau constante, par une modification correspondante de la durée de la cuisson. La figure fait très bien apparaître comment la courbe de la durée de cuisson s'adapte à la courbe de la densité en vrac. L'adaptation du poids en vrac et de la durée de cuisson en fonction du seul critère du degré de carbonisation de la fournée peut évidemment donner lieu à certaines erreurs. C'est pourquoi la valeur K mentionnée au début a été particulièrement utile, précisément pour cette série d'essais. La valeur K , produit de la densité en vrac, de la vitesse moyenne de cokéfaction et de la moitié de la largeur du four, tient compte de l'influence de tous les paramètres techniques intervenant dans la cokéfaction du char-

* Cet article a paru dans « Glückauf », n° 5/1967, sous le titre « Der Einfluss der rohstofflichen Eigenschaften der Kokskohle auf die Hochtemperaturverkokung im Horizontalkammerhofen bei Schüttbetrieb ».

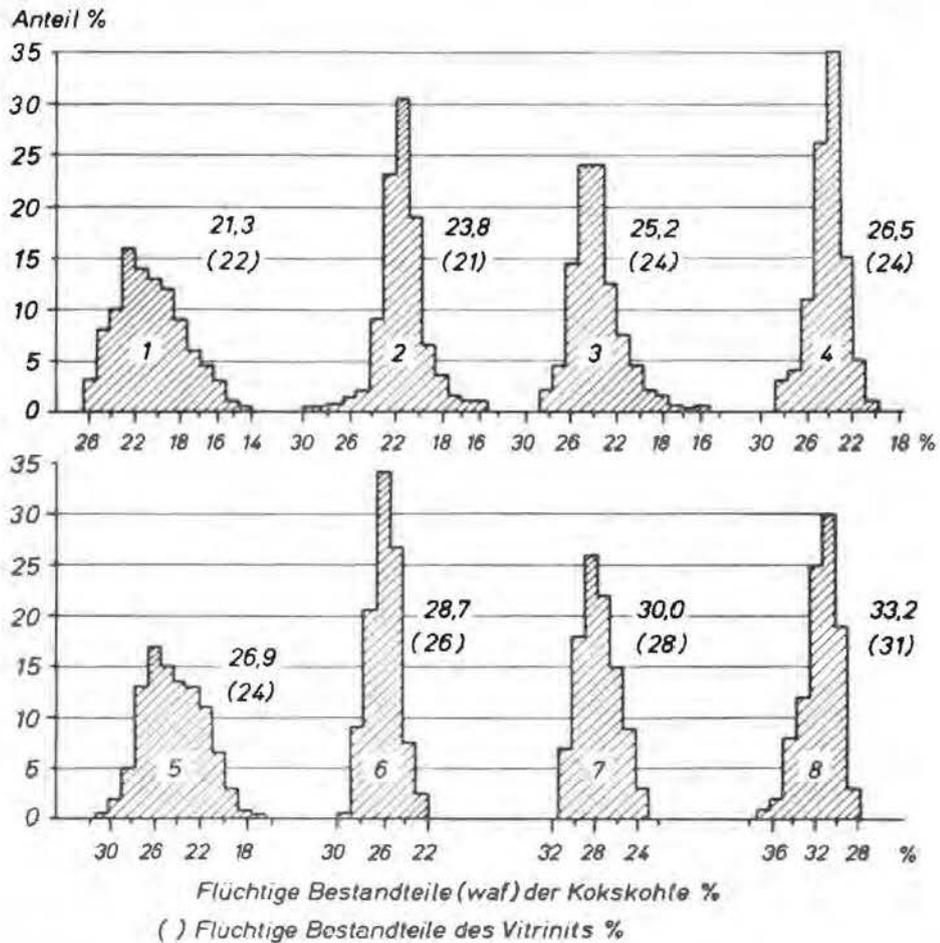


Fig. 1.

Tableau des charbons utilisés selon leur qualité.

Anteil : pourcentage - Flüchtige Bestandteile (waf) der Koksrohle % : pourcentage de matières volatiles du charbon à coke (eau et cendres exclues) - Flüchtige Bestandteile des Vitrinitits % : pourcentage de matières volatiles de la vitrinite.

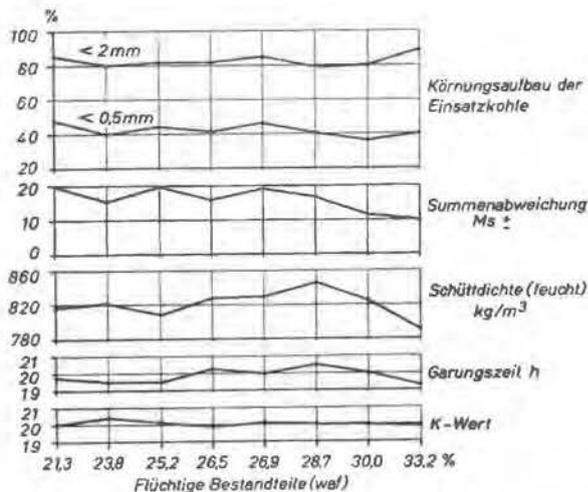


Fig. 2.

Conditions de cokéfaction.

Körnungsaufbau der Einsatzkohle : composition granulométrique des charbons utilisés - Summenabweichung Ms ± : écart cumulé Ms ± - Schüttdichte (feucht) kg/m³ : densité en vrac (humide) kg/m³ - Garungszeit h : durée de cuisson - K-Wert : valeur K - Flüchtige Bestandteile (waf) : matières volatiles (eau et cendres exclues).

bon. C'est ainsi qu'en conservant une valeur de K constante de 20 pour tous les essais, on a calculé, pour chaque essai, la durée de cuisson suivant la variation de la densité en vrac.

Il est intéressant de considérer les caractéristiques de résistance des coques en fonction de la teneur en matières volatiles des charbons utilisés. La figure 3 permet la comparaison entre, d'une part, les valeurs de résistance enregistrées dans la pratique et le domaine de dispersion correspondant 2σ et, d'autre part, les valeurs M_{40} obtenues selon le procédé de calcul prévisionnel de la résistance du coke, avec le domaine de dispersion γ afférent. Les valeurs enregistrées dans la pratique indiquent qu'un accroissement de la teneur en matières volatiles des charbons utilisés entraîne une diminution de la résistance mécanique du coke. Toutefois, la détérioration des valeurs M_{40} (tombant d'environ 86 à 82 %), jusqu'à une teneur en matières volatiles de 20 %, n'est que de 4 points. Ce n'est que pour des teneurs plus élevées encore en matières volatiles que l'on

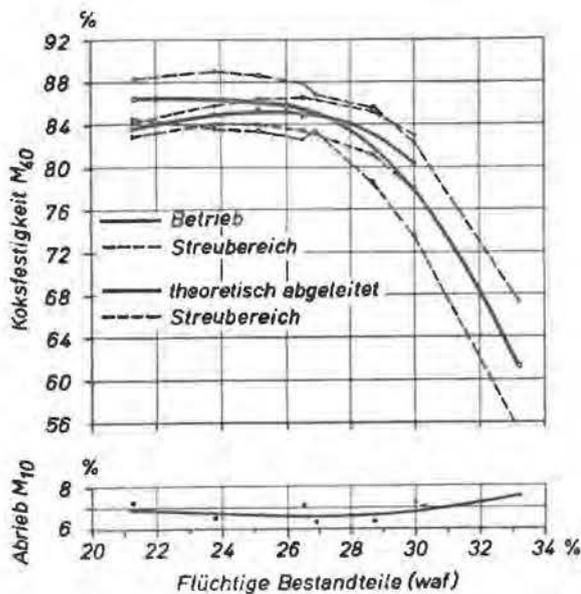


Fig. 3.

Caractéristiques mécaniques du coke.

Koksfestigkeit M_{40} : résistance à la fissuration M_{40} - Betrieb: valeurs pratiques - Streubereich: domaine de dispersion - Theoretische abgeleitet: valeurs théoriques - Streubereich: domaine de dispersion - Abrieb M_{10} : abrasion M_{10} - Flüchtige Bestandteile (waf): matières volatiles (eau et cendres exclues).

constate une régression plus prononcée de la résistance du coke au-dessous de 80 % et même beaucoup plus bas. Ce qui frappe, c'est le domaine de dispersion des valeurs M_{40} observées dans la pratique; celui-ci, même pour des conditions de cokéfaction rigoureusement identiques et avec des charbons à coke dont le degré de houillification peut être considéré comme particulièrement uniforme, comporte jusqu'à plus ou moins 2 points dans le domaine des charbons gras. Dans le domaine des charbons à gaz, le domaine de dispersion s'élargit considérablement. Ici, les caractéristiques des charbons à coke en tant que matières premières ont une influence fondamentale sur les résistances du coke qui peuvent être obtenues.

Si l'on compare les valeurs M_{40} obtenues dans la pratique avec les valeurs M_{40} calculées, on constate une bonne concordance, sauf pour l'essai 1. Le domaine de dispersion calculé augmente en même temps que la teneur en matières volatiles, mais il est toutefois inférieur au domaine de dispersion 2σ obtenu dans la pratique.

Toutes les valeurs calculées se situent à l'intérieur du domaine de dispersion 2σ des valeurs constatées dans la pratique. Pour les charbons à coke présentant une teneur de 33 % en matières volatiles, le calcul approché n'a pas pu être utilisé, car la teneur des charbons en inertinite était supérieure à 20 %.

Le coefficient d'abrasion M_{10} présente un minimum faiblement défini pour des teneurs en matières volatiles de 25 à 28 %.

La figure 4 synthétise les données concernant la relation entre la température de la chambre collectrice des gaz et la teneur en matières volatiles des charbons utilisés. Il apparaît que, pour une température constante du carneau, les matières volatiles exercent une influence décisive sur la température de la chambre collectrice.

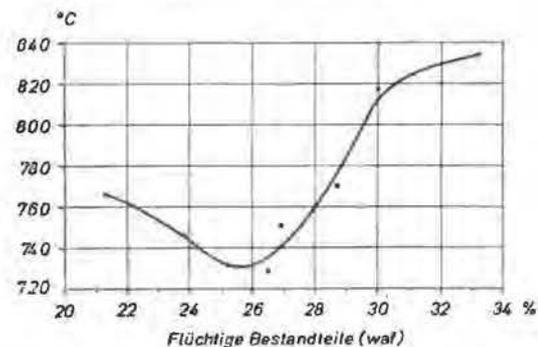


Fig. 4.

Températures des chambres collectrices des gaz. Flüchtige Bestandteile (waf): matières volatiles (eau et cendres exclues).

De même, il est manifeste qu'une différence dans la teneur en matières volatiles des charbons utilisés se répercute sur l'économie thermique du four à coke. La figure 5 donne un aperçu du bilan thermique. Si l'on examine tout d'abord la courbe relative à la consommation thermique, on constate, pour les charbons à coke présentant des teneurs en matières volatiles de 21 à 25 %, une augmentation de

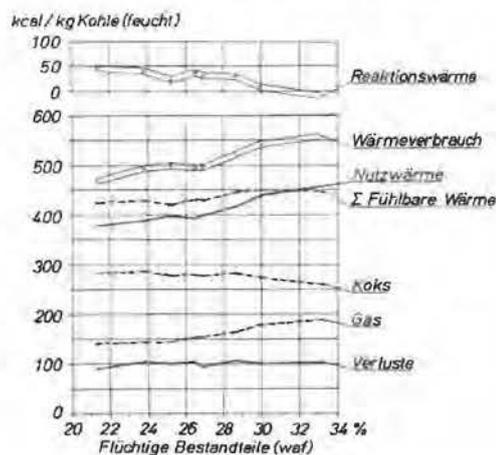


Fig. 5.

Bilan thermique.

kcal/kg Kohle (feucht): kcal/kg charbon (humide) - Reaktionswärme: chaleur de réaction - Wärmeverbrauch: consommation de chaleur - Nutzwärme: chaleur utile - Fühlbare Wärme: chaleur sensible - Koks: coke - Gas: gaz - Verluste: pertes - Flüchtige Bestandteile (waf): matières volatiles (eau et cendres exclues).

la consommation thermique qui passe de 460 environ à 500 kcal/kg de charbon. Pour les qualités de charbon présentant des teneurs entre 25 et 27 % de matières volatiles, on observe avec intérêt une pause ou même une faible régression dans la consommation thermique. Cette pause, pour laquelle on ne peut encore fournir aucune explication exacte, a paru quelque peu singulière au premier abord. C'est pourquoi, au terme de la série d'essais, on a effectué encore un essai avec une autre catégorie de charbon présentant une teneur en matières volatiles de 26,5 % (eau et cendres exclues). La consommation moyenne de 494 kcal/kg de charbon a confirmé néanmoins l'existence de la pause constatée dans cette gamme de teneurs en matières volatiles. Ce n'est qu'avec des charbons d'une teneur en matières volatiles supérieure à 27 % que la consommation thermique augmente à nouveau considérablement et atteint, pour des charbons à coke d'une teneur en matières volatiles de 33 %, une valeur de 550 kcal/kg de charbon.

La courbe afférente à la somme des pertes (fumées et rayonnement) reste inchangée dans la gamme retenue de teneurs en matières volatiles. Il en résulte par différence entre la consommation thermique et les pertes totales, une augmentation de la chaleur utile qui se compose elle-même des chaleurs sensibles des produits de cokéfaction et de la chaleur de réaction comme valeur résiduelle. La chaleur sensible du coke diminue, pour une température finale du coke presque identique, par suite de la baisse du rendement en coke parallèle à l'augmentation de la teneur en matières volatiles ; en revanche, la chaleur sensible du gaz augmente fortement, pour des teneurs élevées en matières volatiles, en raison de l'accroissement des dégagements de gaz et de la forte hausse de la température des chambres collectrices. Ainsi, la somme des chaleurs sensibles des produits de cokéfaction augmente de 24 kcal/kg de charbon (humide) lorsque la teneur en matières volatiles passe de 21 à 33 %.

Les chaleurs de réaction indiquées ont été calculées sur la base des valeurs mesurées pendant l'exploitation, c'est-à-dire des chaleurs de cokéfaction, déduction faite des chaleurs sensibles des produits de cokéfaction.

L'allure de la courbe figurant la chaleur de réaction indique que, pour les qualités de charbon examinées, la chaleur de réaction tombe de + 45 à - 8 kcal/kg de charbon (humide). Il ressort de ces constatations que le processus de cokéfaction de charbons à coke dont les teneurs en matières volatiles atteignent jusqu'à 31 % environ est dans l'ensemble exothermique, tandis qu'il est endothermique quand les teneurs sont supérieures à 31 %.

DISCUSSION

C. Berding.

Je remercie M. Weskamp de son exposé et j'invite les auditeurs à la discussion.

M. Daniels.

Vous n'avez pas parlé de la question des pressions de gonflement.

Avez-vous peut-être l'intention d'étudier également ce paramètre, au cours de recherches ultérieures sur la caractérisation de l'influence de la nature du charbon sur la cokéfaction.

W. Weskamp.

Jusqu'ici, les mesures de pression n'ont été réalisées avec succès qu'à l'échelle semi-industrielle. Cependant, notre département technique a développé un appareil industriel pour mesurer la pression interne des gaz, qui pourrait également être utilisé à l'intérieur de fours à coke normaux. Nous espérons pouvoir aborder très prochainement les premières mesures de pression à l'échelle industrielle.

Allocution de clôture

H. SENNEKAMP

Directeur Général de la Direction Générale Charbon
Haute Autorité de la C.E.C.A

A l'issue de ces Journées, il ne me reste qu'à remercier, de la part de la Haute Autorité, les organisateurs et les auteurs de mémoires pour le travail qu'ils ont fourni.

Je suis sûr — ces Journées l'ont confirmé — que le « Steinkohlenbergbauverein », en dépit de difficultés momentanées, poursuivra son travail efficace de perfectionnement de ses machines, équipements et méthodes. Je crois qu'il est de mon devoir, au nom de tous les participants, qui ne contribuent pas directement à ce développement, d'adresser des félicitations à l'industrie charbonnière pour les résultats qu'elle a atteints à ce jour.

Je dois également vous remercier tous pour l'attention que vous avez témoignée et pour votre participation aux discussions. Avec ces remerciements je formule l'espoir que vous donnerez la plus grande

diffusion possible de ce que vous avez vu et entendu, parmi les techniciens et professionnels de vos exploitations, dans chacun de vos pays. Je me permets un tel souhait parce que le but assigné à ces Journées ne pourra être atteint que lorsque un très grand nombre de spécialistes mettront directement et rapidement en application tout ce qui a été exposé ici. Les excursions de demain concrétiseront l'image que vous emporterez d'ici. La Haute Autorité, également de son côté, par la publication des communications sous forme de brochure, aidera à assurer la diffusion des résultats des Journées dans les différents charbonnages de la Communauté.

En clôturant ces Journées, je remercie également nos traductrices et traducteurs pour leur travail ardu et adresse mes vœux de bon retour à tous les participants, en leur souhaitant de voir leurs travaux couronnés de succès dans toutes leurs entreprises.
